Д. И. КАРГИН

ЛИНЕЙНАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ СВЯЗЬ

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Д. И. КАРГИН

ПРОФЕССОР ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ЛИНЕЙНАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ СВЯЗЬ

ОДОБРЕНО ЦУУЗОМ НКПС
В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНИКА
ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
ВТУЗОВ

7415

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ 1937

НТБ УДУТ (ДИИТ)

К—21

В настоящей книге излагаются основы специальной телефонии с избирательным и взаимоизбирательным вызовом, имеющей применение главным образом на железнодорожном транспорте.

Далее приводится обзор групповых линий с различными системами вызовов в их последовательном развитии, затем дается описание аппаратуры дальней телефонии и излагаются основные элементы их проектирования и расчетов.

Книга является учебником для учащихся транспортных втузов.

Цена 3 р. 50 к.
переплет 60 к.

Спец.-редактор *М. М. Савостюк*
Редактор *А. П. Назаров*
Тех. редактор *П. А. Хитров*

Уполн. Главлита Б—6750 ЖДИЗ 3079 Ж—61.
Тираж 7 230 экз. Заказ тип. 18285.
Разм бум. 62×94¹/₁₆ Объем 17 п. л. 54672 зн. в п. л.
Сдано в набор 25/X 1936 г.
Подписано к печати 13/VI 1937 г.

1-я типография Трансжелдориздата, Б. Переяславская, 46.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 5

Глава I. Назначение избирательных систем связи

§ 1. Линейная избирательная телефония и разные виды диспетчерской связи 7

Глава II. Обзор систем групповых линий

§ 2. Классификация групповых линий 11
§ 3. Линии с неизбирательным вызовом 12
§ 4. Системы избирательного вызова 14
§ 5. Система гармонического вызова 15
§ 6. Система поляризованная . . . 16
§ 7. Наложенный звонковый вызов 17
§ 8. Общий обзор шаговых систем 18
§ 9. Селекторные аппараты с индикаторной стрелкой 25
§ 10. Селекторные аппараты с номеронабирателем 30
§ 11. Полуизбирательные системы 30
§ 12. Система последовательного переключения станций 32

Глава III. Аппараты диспетчерской связи

§ 13. Принцип избирательного вызова 33
§ 14. Конструкция селектора 35
§ 15. Вызывной ключ 36
§ 16. Число кодовых комбинаций 42
§ 17. Различные конструкции вызывного ключа 43
§ 18. Физические процессы при вызове 49
§ 19. Вызов через трансформатор 67
§ 20. Физические процессы, происходящие при вызове через трансформатор 72
§ 21. Конструкция вызывных приборов 74
§ 22. Переговорная аппаратура 86
§ 23. Полная схема вызова 104
§ 24. Поверка времени 105
§ 25. Диспетчерская связь системы Сименса и Гальске 109
§ 26. Рабочее место диспетчера 117
§ 27. Внутристанционная связь для регулирования движением поездов 125
§ 28. Связь заводского диспетчера 133

Глава IV. Диспетчерские трансляции и область их применения

§ 29. Промежуточные трансляции 138
§ 30. Связь между диспетчерами смежных участков 148
§ 31. Дальняя дорожная диспетчерская связь. 154
§ 32. Магистральная диспетчерская связь. 172

Глава V. Взаимно-избирательная связь

§ 33. Американские аппараты на шведских железных дорогах 173
§ 34. Аппараты линейно-путевой связи 181
§ 35. Взаимно-избирательная связь системы Эриксона . 192

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Стр.

§ 36. Постанционная связь 200
§ 37. Включение постанционных и линейно-путевых цепей в коммутаторы . . 206

Глава VI. Проектирование селекторной и диспетчерской связи

§ 38. Состав проекта 213
§ 39. Выбор диспетчерских участков (кругов) 214
§ 40. Схема связи 217
§ 41. Расчет затухания в селекторных цепях 225
§ 42. Кодовая настройка вызывных ключей и селекторов 230
§ 43. Расчет добавочных уравнительных сопротивлений селекторов в цепи без ответвлений 237
§ 44. Расчет добавочных сопротивлений в цепях линейно-путевой связи 242
§ 45. Расчет добавочных сопротивлений в цепях с наложенной работой и с утечкой тока в линии. 243
§ 46. Расчет добавочных сопротивлений в кольцевых линиях . . . 250
§ 47. Расчет добавочных сопротивлений для линий с ответвлениями 256
§ 48. Расчет напряжения батарей 263
§ 49. Расчет емкости батарей 267
§ 50. Расчет реверберации 269
§ 51. Расчет акустической звукоизоляции 271

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга предназначена для студентов специальности связи транспортных втузов и представляет собой первый опыт издания учебника по курсу «Линейной избирательной связи» для высшей школы. Только в транспортных втузах СССР этот предмет выделен в особую дисциплину. Объясняется это широким развитием диспетчерской и других видов избирательной телефонии на сети наших железных дорог.

В приказе народного комиссара путей сообщения Л. М. Кагановича № 90/Ц от 9 июня 1936 г. о введении новых технологических процессов и технических норм в хозяйстве сигнализации и связи, относительно размеров оборудования отмечено, что «... по всей сети установлена диспетчерская поездная связь, сделано 47 000 *км* постанционной и 22 000 *км* линейно-путевой связи, на большинстве дорог установлены дальние дорожные цепи непосредственной связи с НКПС и т. п.», т. е. особо выделены наиболее важные виды дальней связи, изложение которых составляет предмет настоящей книги.

В этом же приказе, ликвидирующем «старое представление о работниках связи и сигнализации, как о работниках второстепенной категории», говорится, что связисты могут себя показать по-новому. «Это тем более важно и необходимо, что в ближайшие годы в реконструкции железнодорожного транспорта такие элементы, как автоблокировка, электрическая и механическая централизации стрелок и сигналов, новые виды связи и т. д., займут исключительно большое место».

Согласно § 141 «Правил технической эксплуатации» устройства связи «должны обеспечить быстрые сношения между собой работников, связанных с движением поездов, и передачу срочных распоряжений». В следующем § 142, среди перечня применяющихся на железных дорогах видов проволочной связи, видное место занимают описываемые в настоящей книге средства связи, а именно: поездная межстанционная, постанционная, диспетчерская, электротяговая, линейно-путевая, дорожная, дальняя, диспетчерская внутристанционная, стрелочная.

Хотя некоторые из этих видов связи и не являются в строгом смысле слова линейными избирательными, тем не менее методически целесообразно и необходимо изложить в этом же курсе и неизбирательные виды диспетчерской и стрелочной связи (станционное командование, деповское и заводское диспетчерство). Этим достигается цельность изложения вопроса о всех диспетчерских видах связи.

Приказ № 90/Ц и «Правила технической эксплуатации» безаварийной работе сигнализации и связи придают исключительное значение для оперативного руководства работой железнодорожного транспорта и для обеспечения безопасности движения поездов:

НБ УДУНТ (ДІІТ)

§ 92 ПТЭ устанавливает обязательность оборудования телефоном стрелочных будок, а § 143 говорит об обособленности этой связи от других видов связи; § 168 обязывает руководителя ремонтных работ железнодорожных устройств установить постоянную связь с поездным диспетчером; § 367 дает указания о средствах связи поезда со станцией и др. Все это находит свое отражение в настоящей книге.

В приказе Л. М. Кагановича № 90/Ц на ряду с реконструкцией отмечается, что «Хозяйство связи имеет еще много резервов: может быть значительно поднято использование дальних телефонных цепей, повышена скорость передачи телеграмм, уплотнено использование проводов». При изложении вопроса о постанционной и поездной диспетчерской связи в настоящем курсе, в соответствии с этими указаниями, освещен вопрос о наложенных фантомных цепях, а в главе о проектировании даются указания о расчете источников питания.

В курс включен обзор заграничной практики избирательных систем. Это расширяет кругозор учащихся при дальнейших их работах. При составлении настоящего курса автор руководствовался учебной программой, утвержденной Центральным управлением учебных заведений НКПС, который и был инициатором издания этой книги.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ГЛАВА I

НАЗНАЧЕНИЕ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

§ 1. Линейная избирательная телефония и разные виды диспетчерской связи

Линейная избирательная телефония нашла себе обширное применение на железнодорожном транспорте и в низовой сельской связи. Одним из важнейших видов связи, по которому осуществляется диспетчерское руководство движением поездов, является селекторная (избирательная) телефонная связь. При помощи селекторных телефонов удобнее всего вести сношения и по другим железнодорожным групповым линиям, как-то: общая постанционная связь и специальная линейно-путевая, предназначенная для служебных переговоров между собою участковых агентов службы пути. Отличительная особенность этих видов связи заключается в том, что абоненты включены в одну линейную (групповую) цепь. Сама система вызова сконструирована так, что при его посылке звонковый сигнал получается только у требуемого абонента, не беспокоя остальных абонентов.

До революции железные дороги России не знали совершенно линейной избирательной связи, если не считать устроенную на скорую руку во время войны первую железнодорожную телефонную магистраль между Москвой и Петроградом, то вообще «дальняя» телефонная связь покоилась на несовершенных индукторных телефонах или фонопорах. Железные дороги не знали также и диспетчерской системы, для которой американцы еще задолго до появления телефона использовали связь по телеграфным аппаратам Морзе.

Быстрый рост железнодорожных перевозок, размеры которых во второй пятилетке значительно превышают цифры конца первой пятилетки, введение новых «Правил технической эксплуатации железных дорог СССР», утвержденных народным комиссаром путей сообщения 15 июня 1936 г., опубликование приказов НКПС о новых нормах выработки и о технологических процессах по эксплуатационному хозяйству, по ремонту и эксплуатации паровозов и вагонов, по содержанию и реконструкции пути, по нормам пробега паровозных бригад, а также наличие приказа НКПС по борьбе с авариями и крушениями и др., предъявляют к средствам связи требования—соответствовать общему подъему железнодорожного транспорта и использовать полностью свои технические ресурсы.

Согласно разработанному НКПС плану реконструкции связи, а также «Правилам технической эксплуатации железных дорог СССР» прове-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

дены и в дальнейшем намечены мероприятия крупнейшего масштаба, особенно же по избирательной и разным видам диспетчерской телефонной связи, не имевшие примеров в прошлом, а именно: а) диспетчерская, б) линейно-путевая, в) постанционная, г) электротяговая.

Диспетчерское командование железнодорожными перевозками охватывает собою руководство, начиная от высшего органа НКПС до низового звена, и осуществляется, главным образом, посредством избирательной связи. Этот вид связи является наиболее важным среди других видов связи. По роду своего назначения диспетчерские цепи разделяются на следующие:

а) магистральные,—по которым осуществляется со стороны НКПС непосредственное руководство управлениями железных дорог;

б) дальние и дорожные—для связи управлений железных дорог с отделениями движения и распорядительными станциями; между НКПС и дорогами;

в) участковые поездные,—по которым диспетчеры руководят движением организованных поездов на своих участках внутри отделений движения;

г) вагонные—для руководства вагонным хозяйством с целью наилучшего использования вагонного парка;

д) узловые,—по которым регулируется движение поездов в наиболее крупных железнодорожных узлах (например портовых и др.);

е) внутристанционные—для руководства маневровым движением в пределах больших станций грузовых и сортировочных;

ж) деповские—для лучшего использования локомотивного парка.

Последние два вида диспетчерской связи—внутристанционная и деповская—представляют собою разветвленную сеть абонентов на ограниченной территории станции; поэтому связь может быть без особых затруднений запроектирована и без групповых линий, вследствие чего не приходится прибегать к избирательной системе.

За последнее время по образцу диспетчеризации промышленных предприятий (заводов и фабрик) появилась диспетчерская система на вагоноремонтных и паровозных железнодорожных заводах.

К средине 1934 г. НКПС был уже соединен магистральной диспетчерской связью с десятью управлениями дорог, а последние на 70% соединены дальней и дорожной связью с отделениями по движению. К концу 1937 г. будет еще охвачено 25 000 *км* телефонными цепями, для чего надо подвесить 17 200 *км* проводов.

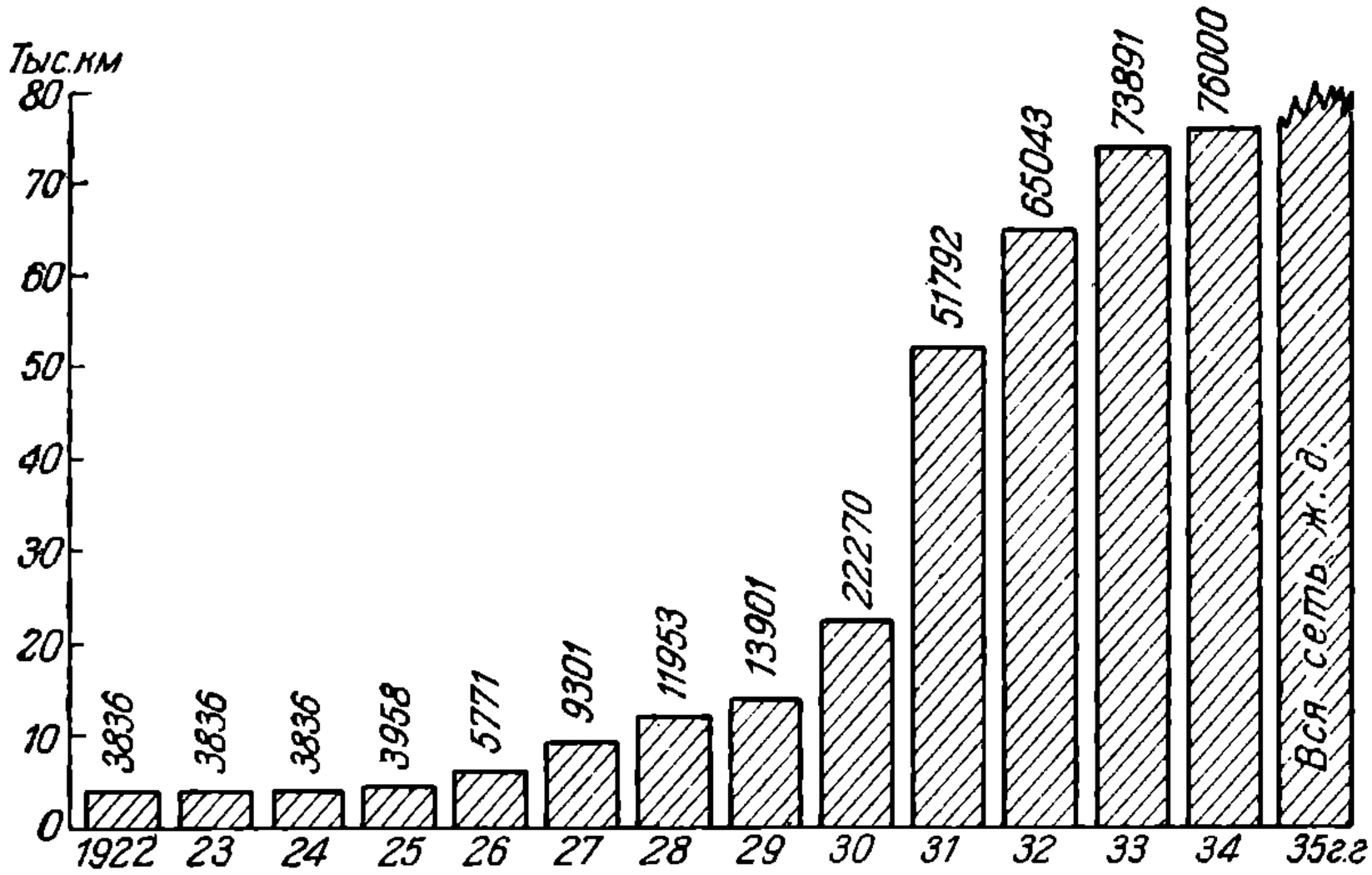
Развитие поездной диспетчерской связи показано на диаграмме (фиг. 1). К началу 1934 г. было оборудовано этой связью около 76 000 *км* железнодорожных участков, т. е. почти вся существующая сеть железных дорог. Для окончания полного оборудования сети железных дорог к концу 1937 г. оборудуются 6400 *км*, подвешиваются 18 000 *км* обходных путей и устанавливаются соединительные трансляции для связи диспетчеров на соприкасающихся отделениях движения. В общем можно считать, что уже и теперь все более важные направления оборудованы диспетчерской связью, и остается оборудовать только малодеятельные линии и ветви.

Что касается средств сношений вагонораспорядителя с линией, то НКПС не предусматривает для него отдельную цепь. Связь вагонорас-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

порядителя может быть: селекторная телефонная, телефонная посредством обыкновенных индукторных аппаратов и телеграфная. Самый сбор сведений может быть установлен с отдельных станций через контрольные пункты с передачей затем вагонораспорядителю.

Внутристанционная диспетчерская связь осуществляется посредством коммутаторов специальной системы с телефонными аппаратами системы центральной батареи. Крупные узловые станции уже имеют такую связь и более 100 пунктов в основных депо.



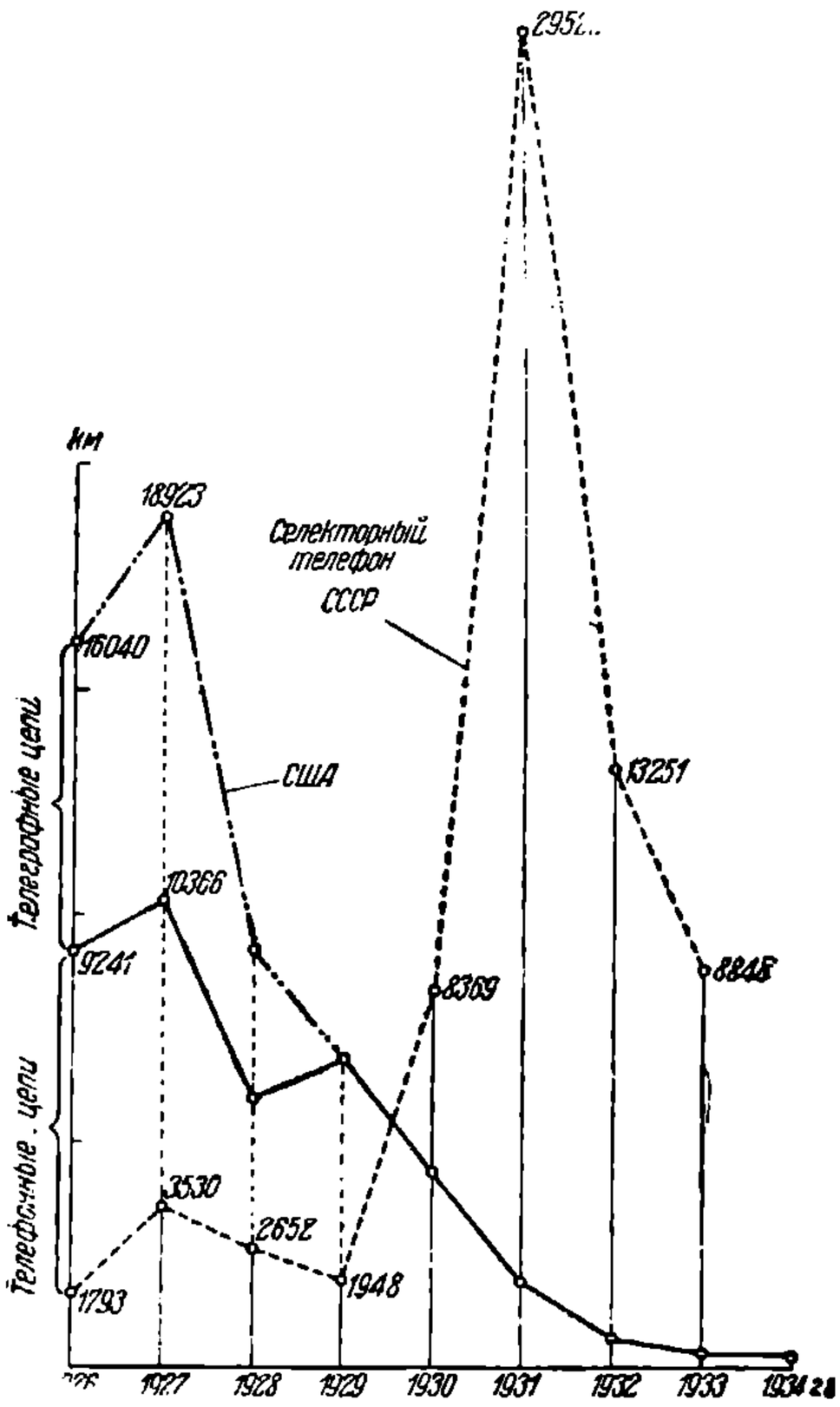
Фиг. 1. Развитие поездной диспетчерской связи в СССР

Межстанционная поездная связь для сношений станций по движению поездов осуществляется посредством телефонных аппаратов МБ.

Линейно путевая взаимно избирательная связь предназначена для переговоров между собою агентов пути: начальника дистанции, старшего дорожного мастера, дорожных и мостовых мастеров, артельных старост и др. При больших масштабах строительных работ и громадных капиталовложениях устройство связи является одной из рационализаторских мер в деле такого крупного хозяйства. Особое оперативное значение для успеха работы дороги приобретает эта связь при предупреждении и ликвидации последствий снежных и песчаных заносов, разливов рек, размывов пути, обвалов и крушений. Удобная связь обеспечивает быстрое маневрирование рабочей силой, снегоочистителями, рабочими поездами; благодаря такой связи легко осуществляется и контроль за работами. Естественно, что, при разбросанности агентов пути вдоль линии, связь должна быть взаимноизбирательной. К концу первой пятилетки было оборудовано около 3000 *км* пути. К средине 1936 г. мы имели уже 22 000 *км*, а к концу 1937 г. будет 32 900 *км*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Постанционная связь предназначается для сношений станций между собой. Этой связью пользуются для справок о приближающихся поездах и о наличии свободных мест для пассажиров; она широко используется для переговоров о материальном снабжении, об охране дороги, о требовании врачебной помощи и др. По этой связи передаются телефонограммы между станциями, извещения о срочных телеграммах. Наиболее удобным и дешевым видом связи здесь является избирательная.



Фиг. 2. Ежегодный прирост поездных диспетчерских цепей (километры)

Постанционная связь играет также роль запасного вида связи и на случай неисправности диспетчерской поездной связи. Возникла она в 1931 г. Развитие ее к началу 1934 г. достигло около 24 000 *км*; в настоящее время оборудовано уже 47 000 *км*.

Для характеристики развития диспетчерской связи за границей приведем диаграмму (фиг. 2), на которой сопоставлено развитие связи у нас и на железных дорогах США и Канады. В Америке 1929 г. совпал с наибольшим развитием общих средств железнодорожной связи. В дальнейшие годы влияние кризиса все сильнее и сильнее сказывалось на ослаблении роста связи; в особенности же эта картина ухудшится, если принять во внимание процентное соотношение оборудованной части ко всей сети железных дорог; у нас оборудована диспетчерской связью почти вся сеть, а в США—только около 60%.

Диспетчерская система [1] впервые была введена на железных дорогах США более 80 лет назад для руководства движением организованных поездов. Средством связи при этом долгое время служил телеграфный аппарат Морзе и только с 1907 г. начала постепенно входить в обиход телефонная связь, меняя свои виды от индукторного телефона и фонопора до современных систем линейных селекторных телефонных аппаратов.

Замена телеграфа телефонной связью на железных дорогах США значительно повысила продуктивность работы диспетчера. На наших железных дорогах селекторная связь обязательна.

[1] Dispatching System, Control System, das Zugüberwachungs system.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА II

ОБЗОР СИСТЕМ ГРУППОВЫХ ЛИНИЙ

§ 2. Классификация групповых линий

При устройстве местной телефонной связи каждому абоненту предоставляется особая линия, соединяющая его с центральной телефонной станцией. На конце этой линии включается один абонентский телефонный аппарат или переключатель, позволяющий абоненту пользоваться его линией из разных помещений посредством установленных в этих помещениях телефонных аппаратов. Такие линии называются индивидуальными линиями и для отдельных абонентов представляют собою максимум удобств, создавая независимое пользование отдельной линией.

Однако, когда длина этих линий достигает больших размеров и абоненты разбросаны преимущественно вдоль одного направления,—например при устройстве низовой сельской связи или постанционной железнодорожной,—то в таких случаях проведение отдельных абонентских линий становится экономически невыгодным и в одну линию включают уже группу абонентов. Такие линии носят название групповых линий (lignes à postes groupès, party line, Gesellschaftsleitungen). В Северной Америке в такие линии включают до 40—50 фермерских телефонных аппаратов, а самые линии носят наименование фермерских линий (farmer's line).

Групповые линии устраиваются либо обособленными, либо же включаются в коммутаторы. В том и другом случае групповая линия может иметь разветвленную форму. Коммутаторы, в которые включаются групповые линии, могут быть либо коммутаторами центральных телефонных станций местных сетей, либо же представлять собою особые распорядительные станции для абонентов данной линии, как например у диспетчерских цепей. Абоненты групповых линий, включенных в коммутаторы местных сетей, получают возможность иметь сообщение не только между собою, но и с другими абонентами центральной телефонной станции.

Вызов отдельных абонентов групповых линий может быть либо централизованным, при котором вызов делается только из распорядительного пункта, либо взаимным (Systeme intercommunication), когда абоненты могут вызывать один другого без посредства распорядительной станции. На фиг. 3 показаны различные схемы групповых линий.

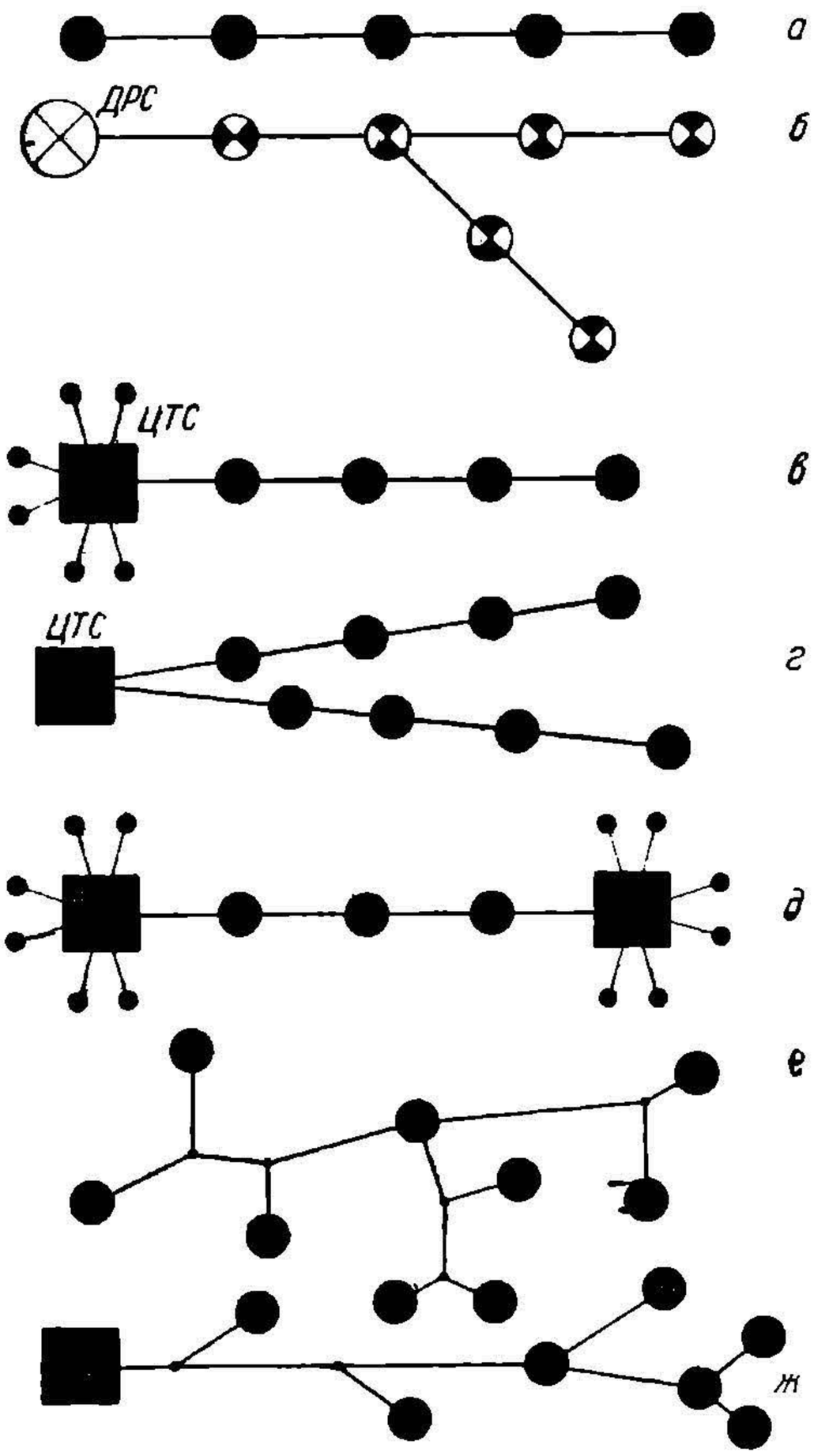
По роду вызова групповые линии разделяются на линии:

а) с неизбирательным вызовом,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

б) с избирательным вызовом и
в) с полуизбирательным вызовом.

а) Неизбирательный вызов (Système à appeles non sélectifs, non-selective lines) осуществляется индуктором и бывает слышным на всех станциях групповой линии. Чтобы различить вызовы, они делаются по кодовой системе знаков Морзе, т. е. состоят из группы коротких и долгих звонковых сигналов. Неизбирательный вызов представляет большие неудобства и ограничивает число включенных в группу абонентов.



Фиг. 3. Схемы групповых линий: а) отдельная линия с взаимным вызовом, б) разветвленная линия с вызовом из диспетчерского распорядительного пункта (*ДРС*), в) линия, включенная в коммутатор *ЦТС*, г) то же, но две линии, д) постанционная линия, включенная в оконечные коммутаторы, е) сеть германской низовой связи с взаимным вызовом, ж) то же, с включением в коммутатор *ЦТС*.

б) Избирательный вызов (Système à appeles sélectifs, selective ringing, der Wahlweise Anruf) состоит в том, что сигнал вызова получается только на той станции, к которой он относится, не беспокоя остальных абонентов. Такой вызов представляет большие удобства для эксплуатации и расширяет число включаемых в групповую линию абонентов.

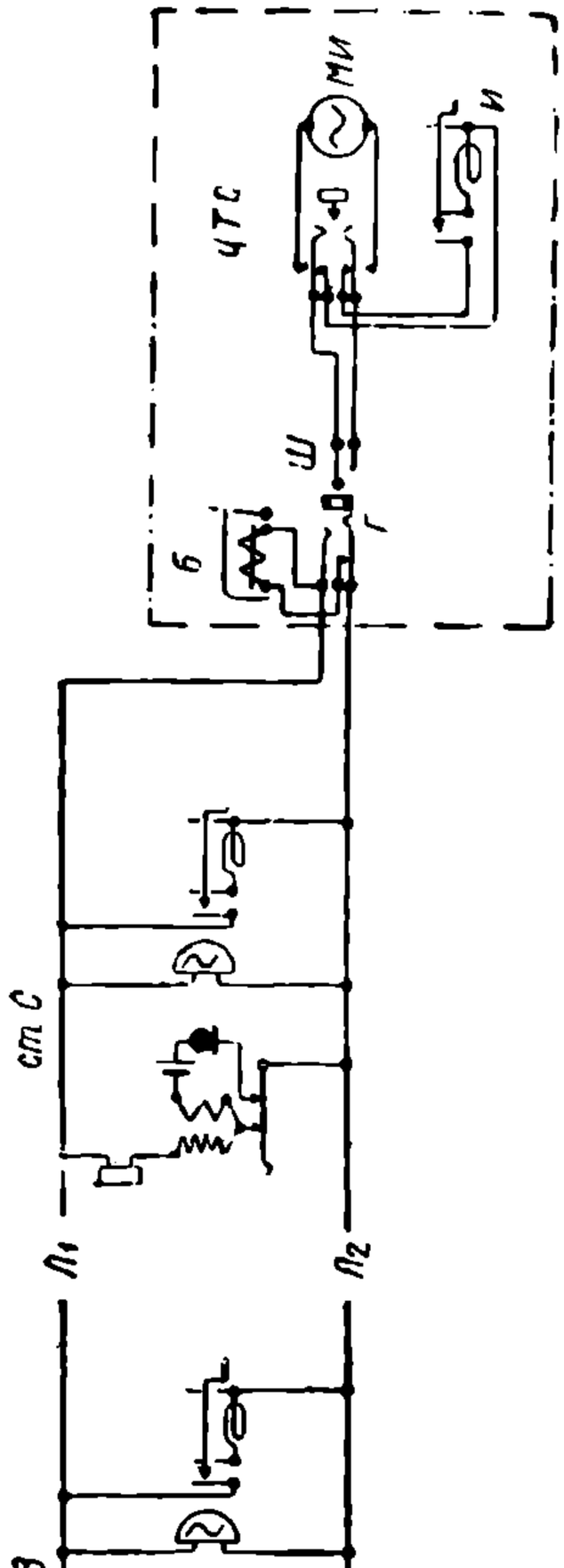
в) Полуизбирательный вызов (semi selective system) позволяет посылать звонковый сигнал только одной любой половине числа абонентов, не беспокоя другую половину абонентов.

Групповые линии устраиваются однопроводными и двухпроводными. Абонентские аппараты включаются в линейные провода параллельно и в редких случаях последовательно.

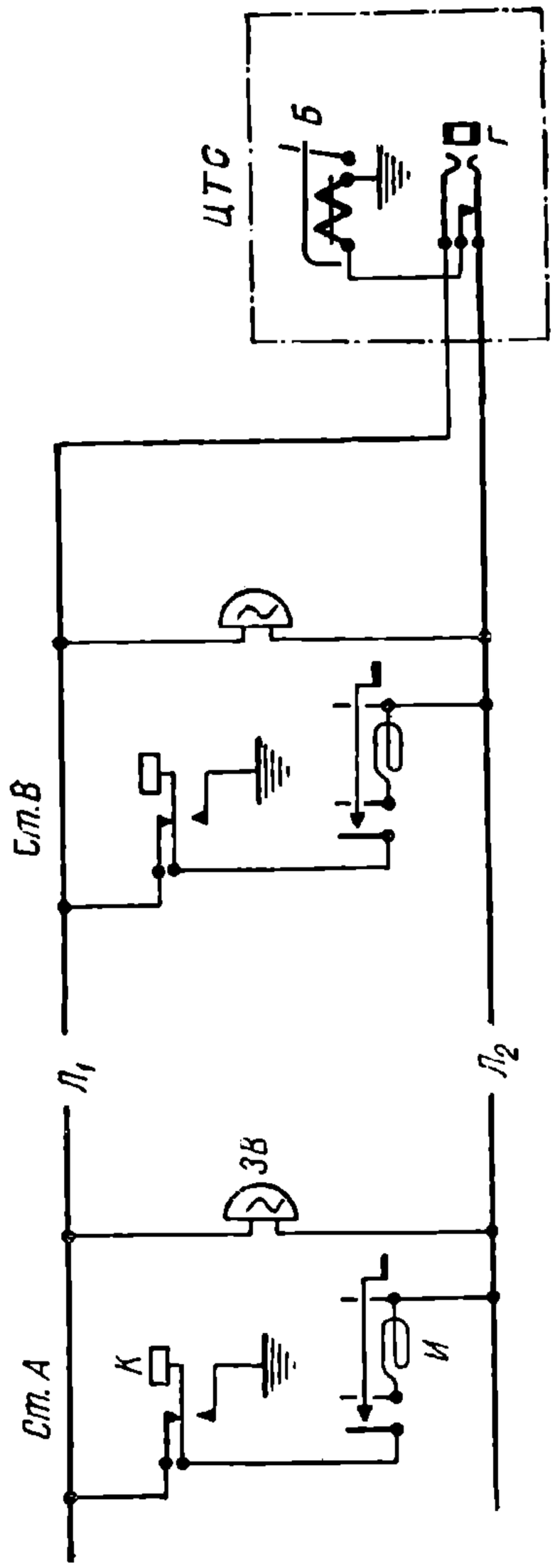
§ 3. Линии с неизбирательным вызовом

Первые американские установки осуществлялись однопроводными с последовательным включением абонентских аппаратов (Series magneto telephones). В нормальном положении в линию включены звонки всех абонентских аппаратов. Эти же звонки, за исключением звонков аппа-

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 4. Американская схема включения аппаратов в групповую линию



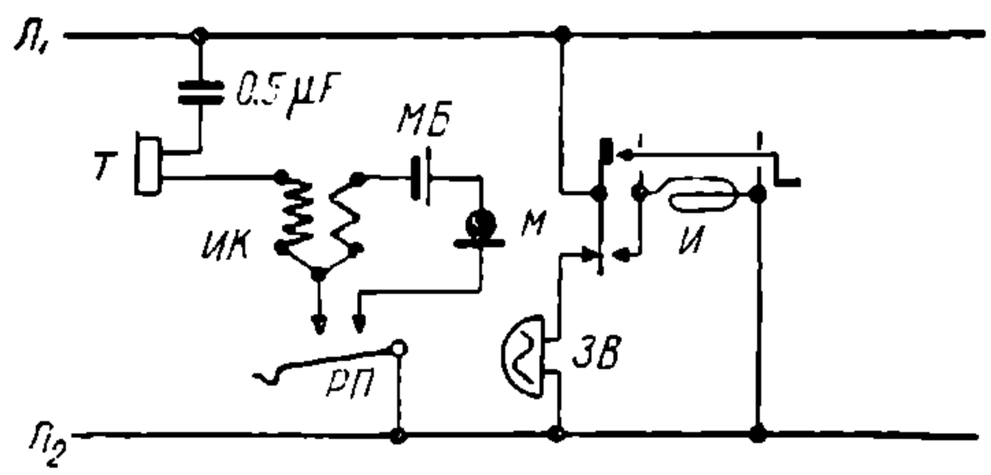
Фиг. 5. Американская схема с заземленным блеккером

ратов двух разговаривающих абонентов, остаются включенными в линию не только во время вызова, но также и во время разговора. Обмотки звонков, включенные последовательно, оказывают большое сопротивление как для вызывного переменного тока, так и для разговорного. Для уменьшения кажущегося сопротивления, обмотки звонковых электромагнитов делаются с коротким сердечником и небольшим сопротивлением (80 Ω), что облегчает прохождение вызывных и разговорных токов. В настоящее время такие линии устраиваются редко; им предпочитают параллельное включение аппаратов.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На фиг. 4 показана американская неизбирательная схема включения аппаратов с взаимным вызовом и с выключением групповой линии в коммутатор центральной телефонной станции для связи с абонентами местной сети. Схема изображает состояние разговаривающих между собою абонентов станций *B* и *C*. Для предупреждения ответвления разговорных токов в параллельно включенные обмотки звонков остальных станций и обмотку *Б* бленкера *ЦТС*, а также через индукторы, сопротивление обмоток выбирается достаточно большим (2 000 Ω), а индукторы в нормальном положении отключены от линии.

При этой схеме на центральной телефонной станции получается сигнал от каждого взаимного вызова абонентов. Чтобы избежать этого неудобства, применяют схему, показанную на фиг. 5, на которой обмотка бленкера отключена от цепи взаимного вызова абонентов. Если абонент пожелает вызвать центральную станцию, он должен нажать индукторную кнопку *К*; этим самым индуктор заземляется и вызов посылается по однопроводной системе через заземленную обмотку бленкера. Вызов абонента со стороны центральной станции осуществляется, как и в предыдущей схеме (фиг. 4), посредством штепселя *Ш* от индуктора *И* или же коротким и долгим нажатием кнопки *МИ* о машинного индуктора.



Фиг. 6. Схема без взаимного вызова

Во Франции в сельские неизбирательные линии включают до 12 абонентских аппаратов. Схема включения приведена на фиг. 6.

В последней схеме способы вызова абонентов и центральной станции различны и представляют собою как бы первую ступень избирательности (la sélectivité au premier degré).

Число возможных абонентов, включаемых в групповые неизбирательные линии, ограничивается количеством вызывных сигналов. На наших железных дорогах неизбирательные групповые линии по плану реконструкции связи совершенно не предвидены, как линии, обладающие крупными недостатками в эксплуатации. Сохранившиеся немногие линии будут переустроены на избирательные; на неизбирательных линиях включается, как правило, до 4 линейных станций и не более 6—7 станций.

§ 4. Системы избирательного вызова

Системы с избирательным вызовом по своему принципу разделяются на следующие:

а) гармоническая система,

б) система поляризованная,

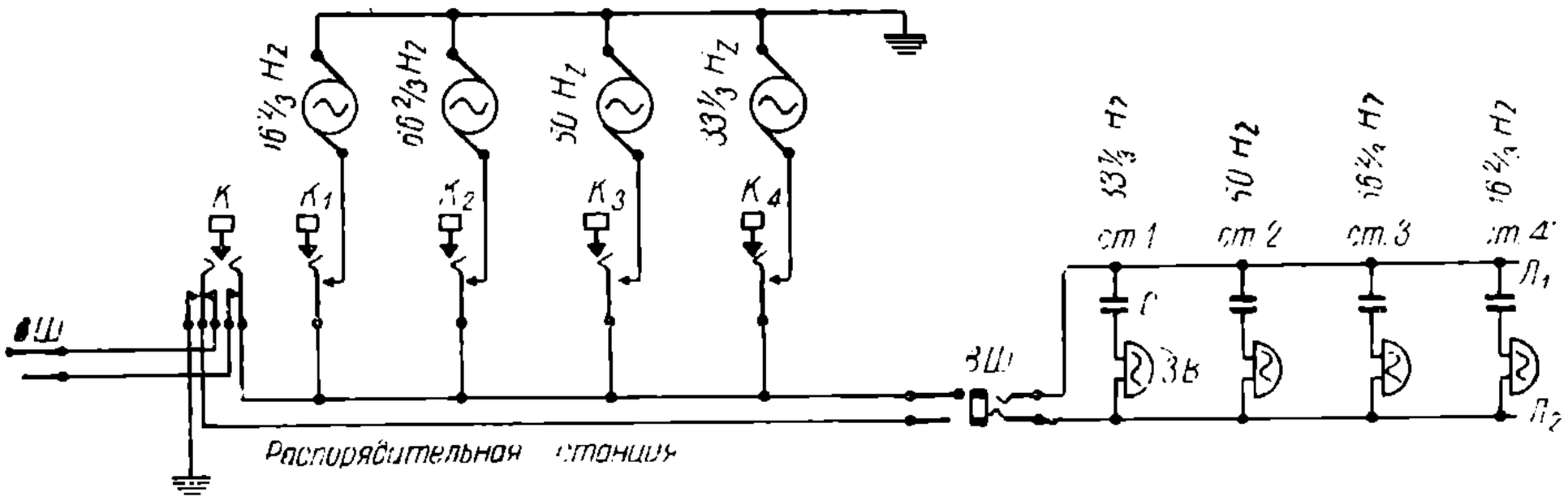
в) система последовательного переключения станций и

г) шаговая система.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

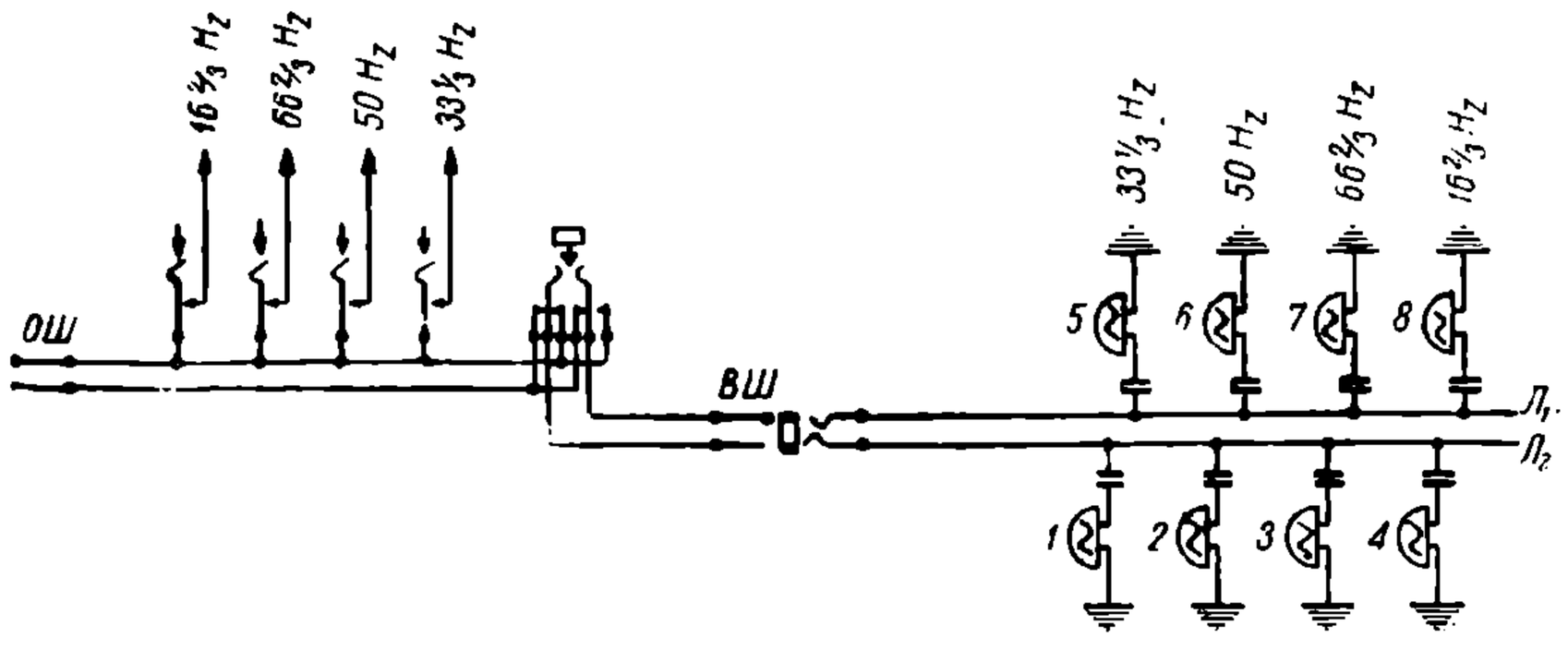
§ 5. Система гармонического вызова

Гармоническая система вызова построена по следующему принципу. На распорядительной станции устанавливается определенное число источников переменного тока с различными периодами колебаний (фиг. 7). У абонентов устанавливаются механические (маятнико-



Фиг. 7. Гармоническая система избирательного вызова

вые) или электрические (резонансные контуры) соответственным образом настроенные реле и звонки. Каждому абоненту присвоена особая настройка, отличная от настройки других абонентов. При посылке вызова от одного из источников тока на соответствующей станции срабатывает реле и приводит в действие звонок. При гармонической системе не



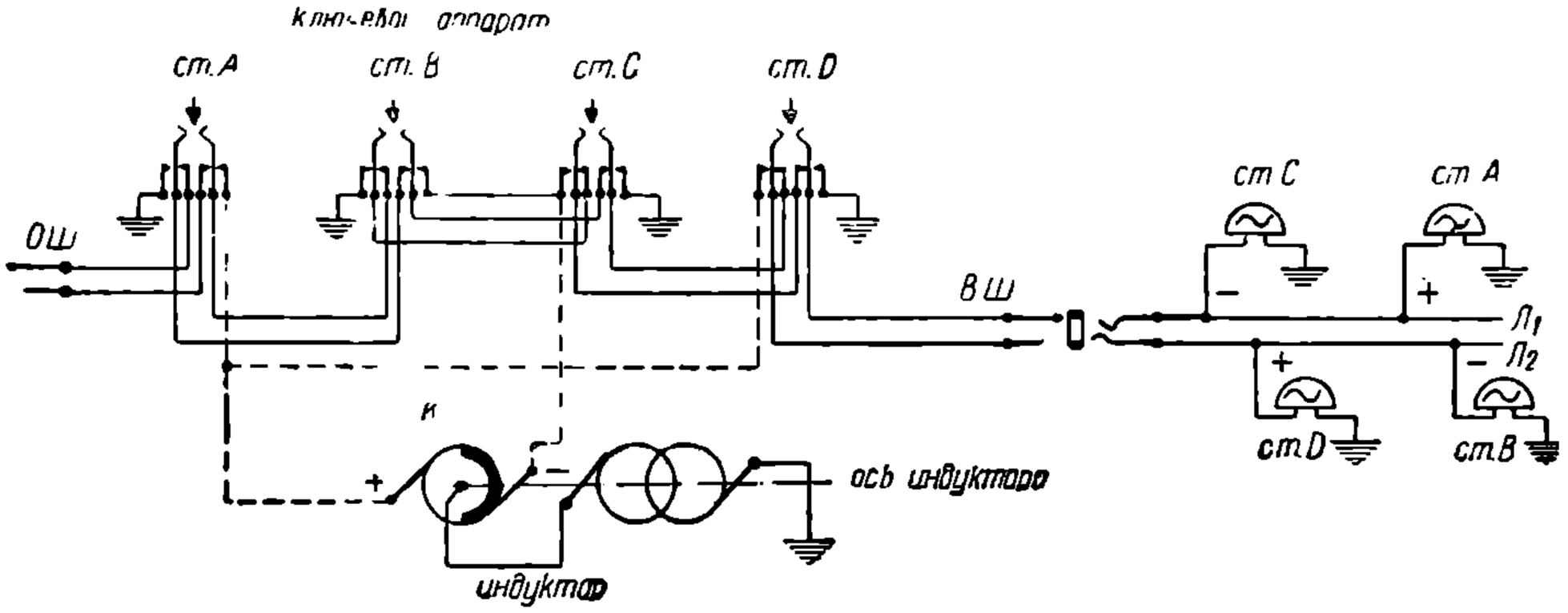
Фиг. 8. Гармоническая система для 8 станций

приходится говорить о взаимно-избирательном вызове, так как система сильно удорожается и делается громоздкой при установке источников тока у всех абонентов. Ограниченное число применяемых частот сильно ограничивает и число включаемых абонентов. Несколько видоизмененная схема (фиг. 8) дает возможность иметь однопроводный избирательный вызов для 8 линейных станций. На железнодорожном транспорте гармоническая система избирательного вызова не применяется.

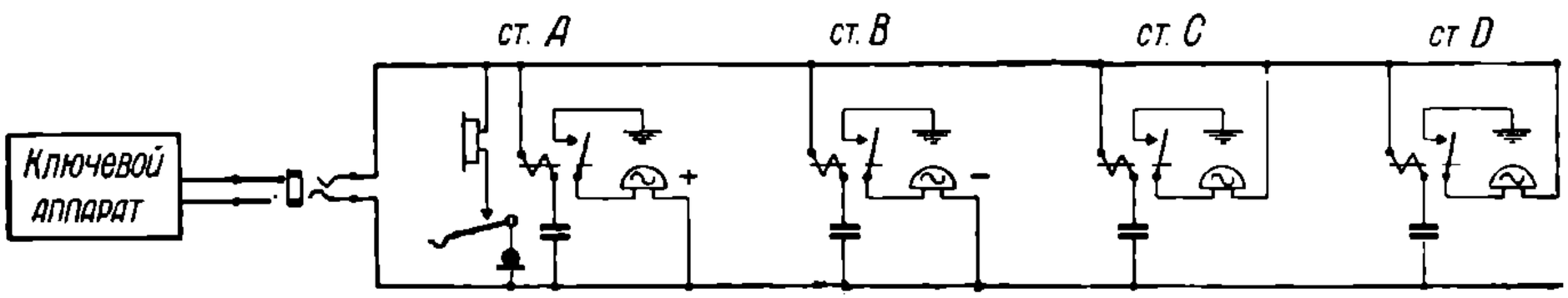
НБ УДУНТ (ДІІТ)

§ 6. Система поляризованная

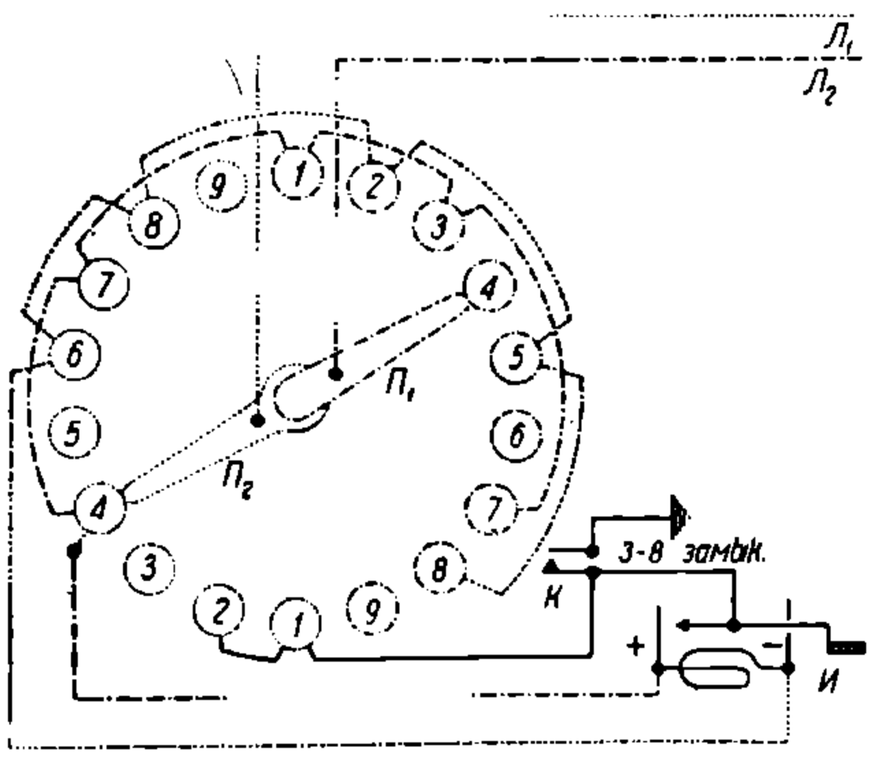
Избирательный вызов в системах поляризованных заключается в том, что при вызове какой-либо линейной станции используется, с одной стороны, свойство поляризованного звонка с пружиной,



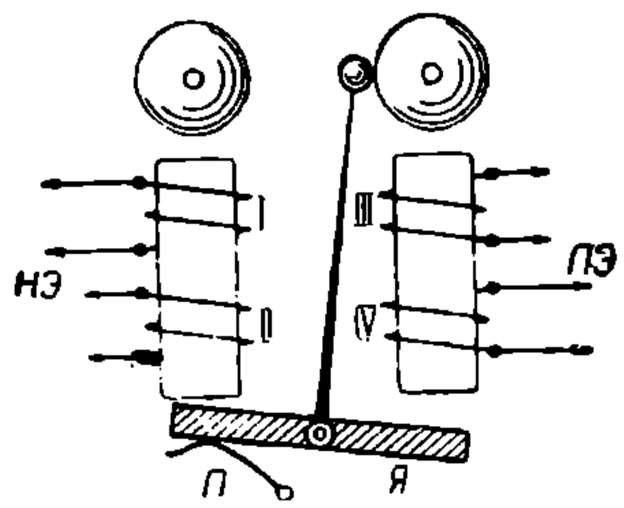
Фиг. 9. Схема Хиббарда. Метод полярности для групповой линии с 4 абонентами



Фиг. 10. Схема Томпсона и Робес для системы *ЦБ*



Фиг. 11. Переключатель аппарата д-ра Навяжского (*1-2* не заземляются)



Фиг. 12. Схема звонка аппарата д-ра Навяжского: *НЭ*-нормальный электромагнит, *ПЭ*-поляризованный электромагнит

который можно отрегулировать так, что он будет срабатывать только от пульсации определенной полярности, с другой же стороны,—для вызова данной станции используется какой-либо один из проводов телефонной двухпроводной цепи и вызывной ток определенной полярности

НЕ УДУНТ (ДІІТ)

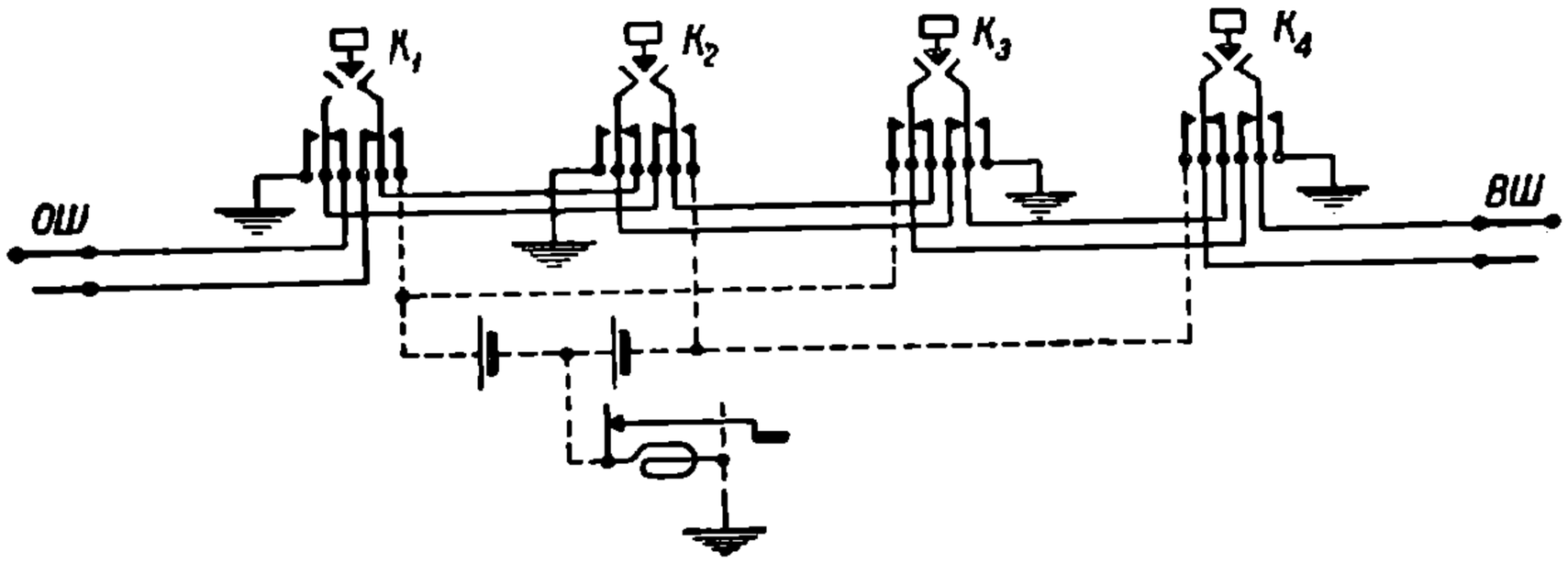
(фиг. 9). Используя этот принцип, можно иметь групповую линию с четырьмя абонентами. На фиг. 10 приведена схема для системы центральной батареи *(ЦБ)*, такой тип взаимного вызова в некоторых случаях применяется у нас в СССР на низовой связи (фиг. 11).

Фиг. 13. Способы включения обмоток звонка в аппарате д-ра Навяжского

У нас в СССР для низовой связи разработана система д-ра Навяжского для включения в групповые линии четырех аппаратов и близкая к ней система для трех аппаратов (фиг. 12 и 13—на 8 абонентов).

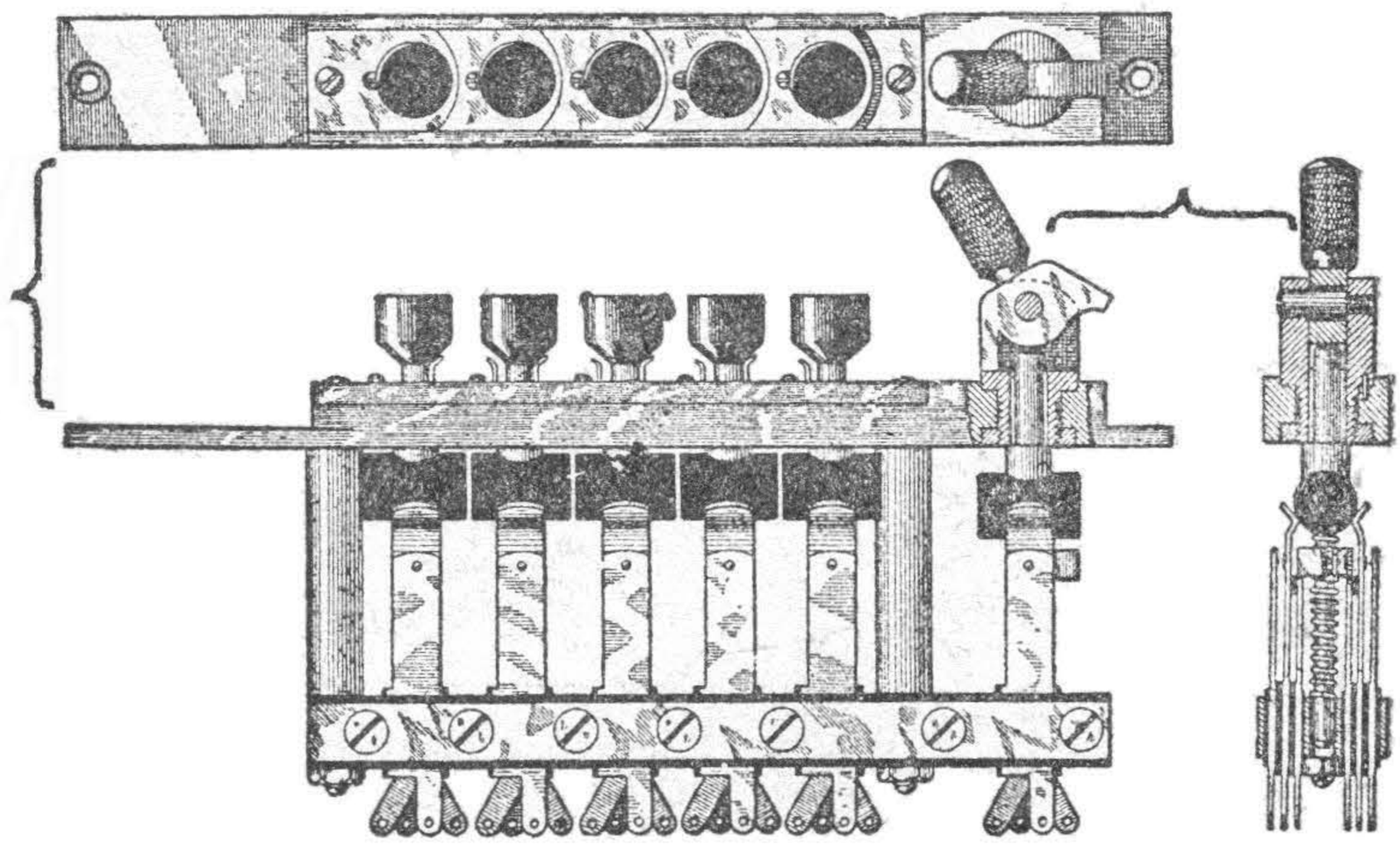
§ 7. Наложенный звонковый вызов

Если звонок переменного тока с пружиной у якоря настроен на какую-либо одну полярность для работы пульсирующим током, то чувствительность звонка можно повысить увеличением амплитуды отдель-



Фиг. 14. Система полуизбирательного вызова. *ЦБ*; $К_1$—$К_4$—ключи

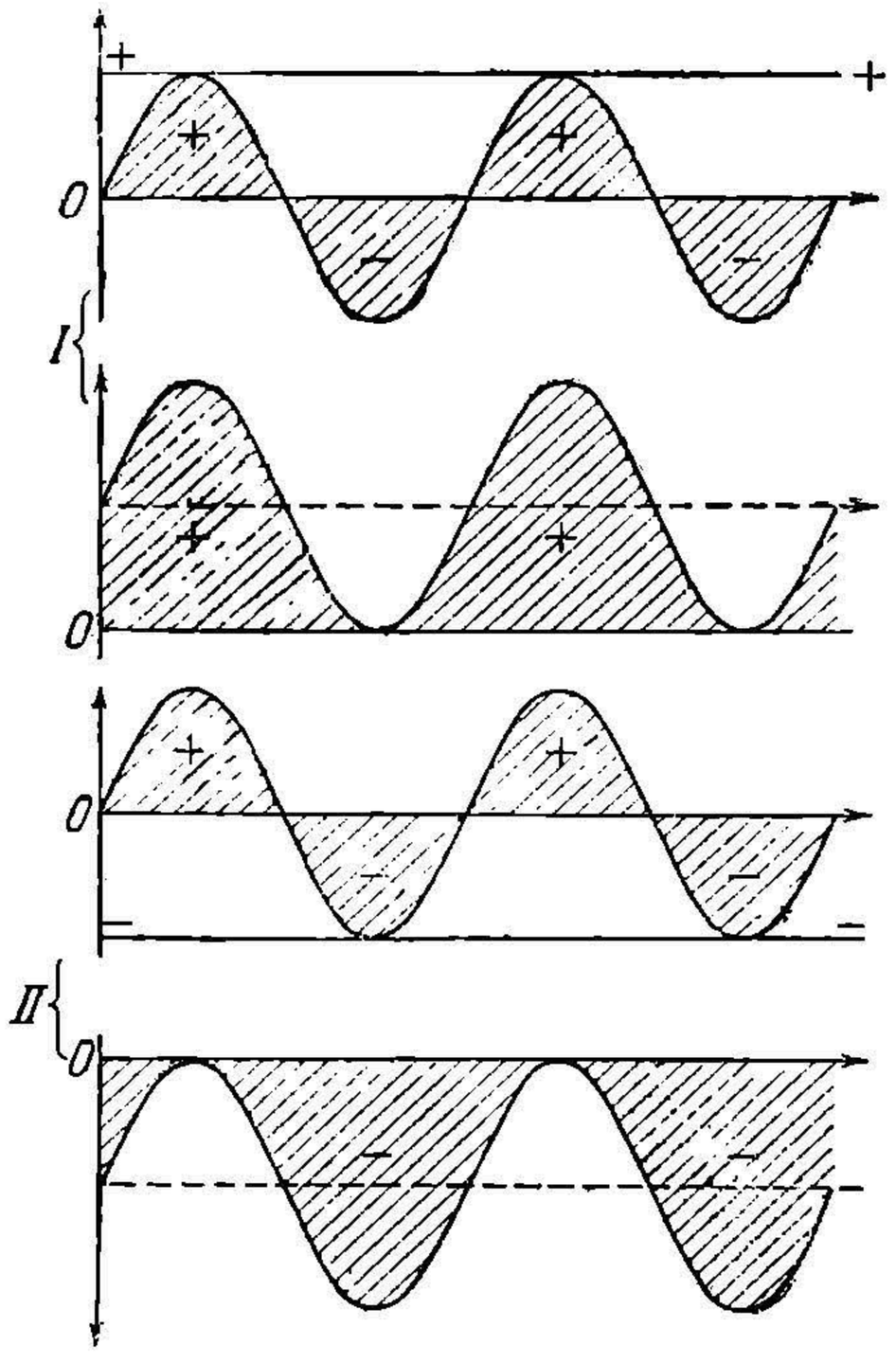
7415
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 15. Ключ системы «W. E. Co»

ных пульсаций. Это достигается посредством наложения переменного индукторного тока на постоянный ток батареи, включаемой в линии каким-либо из полюсов. Схема конструкции изображена на фиг. 14. Конструкция ключа системы «Western Electric Co» приведена на фиг. 15.

Физический процесс наложения токов поясняется фиг. 16, на которой: *I* — суммирование синусоидального индукторного тока с постоянным положительного направления и *II* — с отрицательным направлением тока.



Фиг. 16. Процесс наложения токов

§ 8. Общий обзор шаговых систем

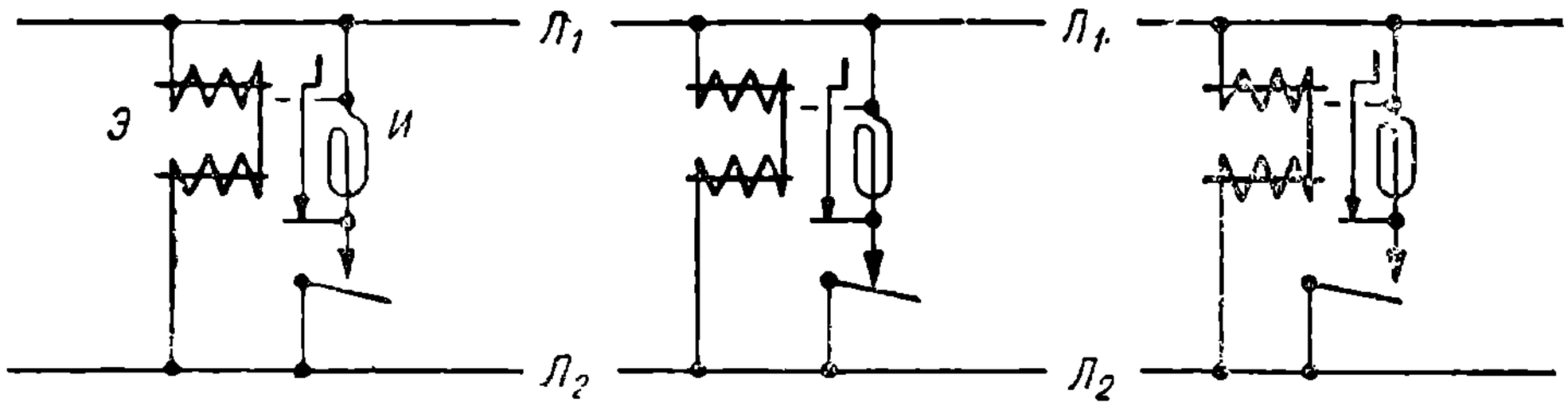
Шаговая система избирательного вызова нашла себе наиболее широкое применение в особенности на транспорте благодаря возможности включения в групповую линию достаточно большого количества промежуточных станций. Принцип шаговой системы состоит в том, что вызов осуществляется посылкой определенного числа импульсов постоянного или переменного тока (под ряд или группами); эти импульсы посту-

НВ УДУНТ (ДІІТ)

пают одновременно в приемные селекторные электромагниты на всех станциях и посредством якоря этого движущего электромагнита заставляют синхронно «ш а г з а ш а г о м» передвигаться особые приспособления (например диски с контактами и пр.), которые и создают в своем рабочем положении на требуемой станции коммутацию, позволяющую осуществить избирательный вызов.

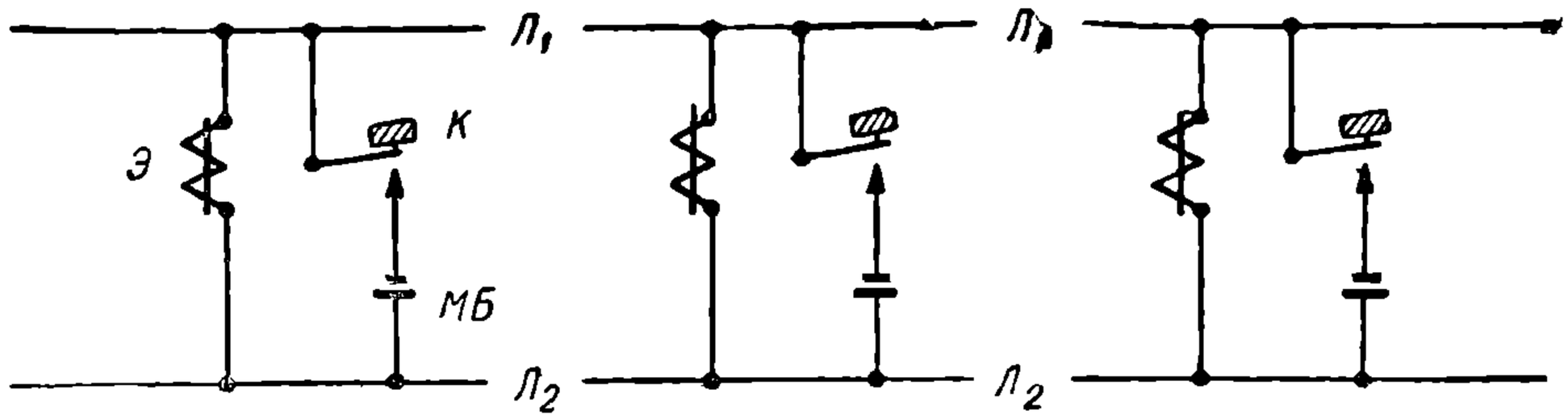
А. По роду тока

В качестве источника вызывного переменного тока могут служить: ручной индуктор или в больших установках токовращатель и генератор переменного тока. Наиболее удобным и всегда готовым к действию



Фиг. 17. Групповая линия с индукторным вызовом: *И*—индуктор, *Э*—движущий шаговой электромагнит

является индуктор; к недостаткам его следует отнести необходимость вращения рукой. Особое значение имеет использование батареи постоянного тока для посылки импульсов разных направлений в случаях центрального источника питания. Линейные станции включаются в провода параллельно (фиг. 17).

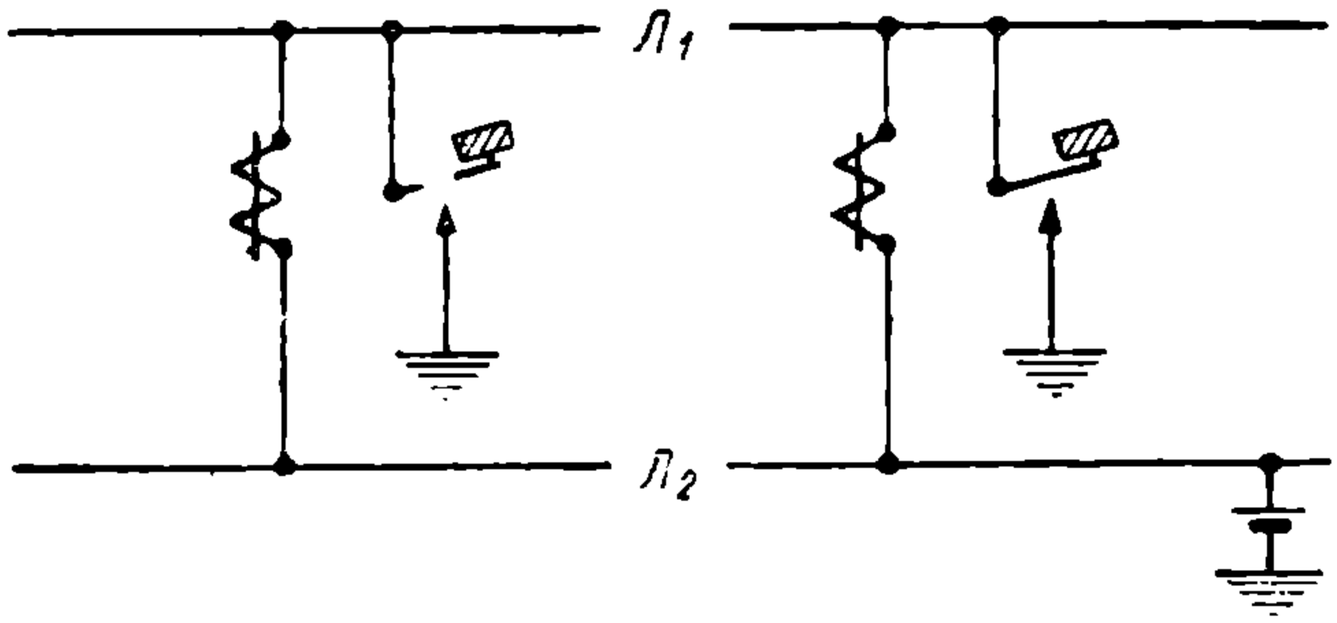


Фиг. 18. Групповая линия с вызовом от местных батарей: *К*—ключ, посылающий импульсы постоянного тока, *МБ*—местная батарея, *Э*—шаговой электромагнит

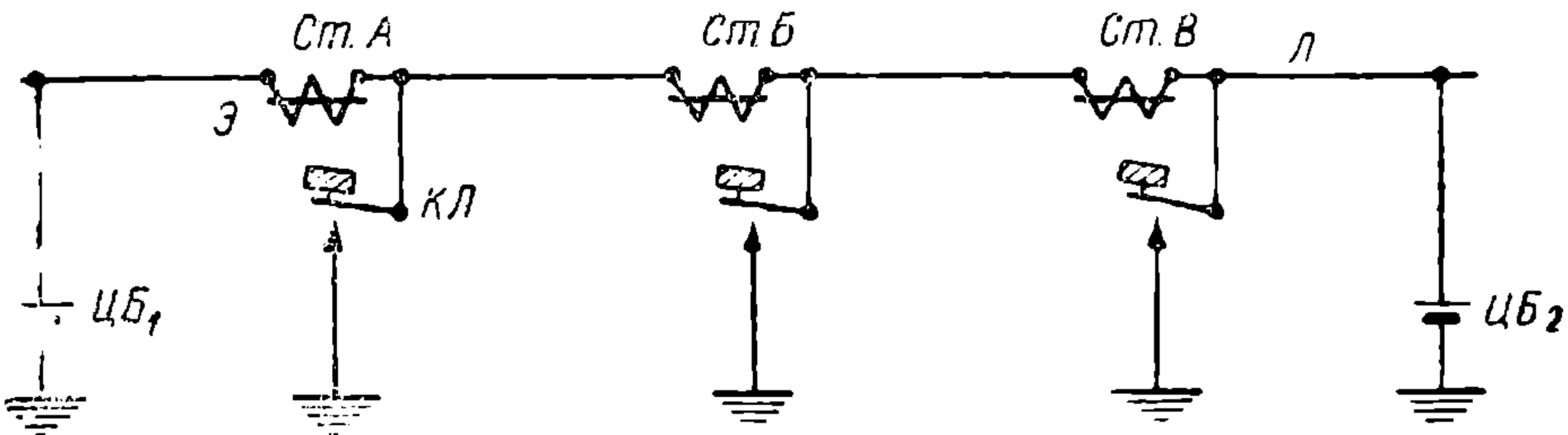
В качестве источника п о с т о я н н о г о тока служат либо общая для всех абонентов центральная батарея, либо же отдельные местные батареи при каждом абонентском аппарате (фиг. 18). В некоторых случаях пользуются пульсирующим индукторным током. Применение местных батарей вызывного тока, помимо микрофонных батарей, не экономично и ограничивается групповыми линиями с незначительным числом абонентов.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

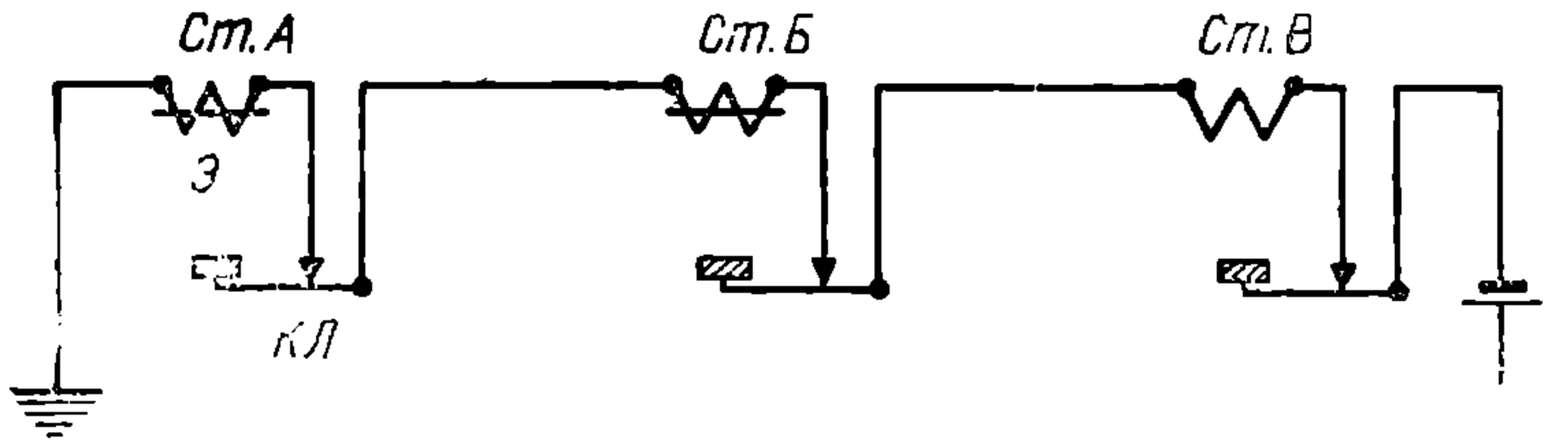
При одной общей центральной вызывной батарее ее одновременно используют в качестве микрофонной, если позволяет это сделать схема включения аппаратов; однако, при авариях (например при коротком замыкании между линейными проводами) вся установка выходит из строя (фиг. 19).



Фиг. 19. Линия с центральной батареей в одном проводе



Фиг. 20. Линия с двумя центральными батареями



Фиг. 21. Линия с последовательным включением аппаратов

Если по концам линии поместить две батареи, то при обрыве провода часть абонентов не лишается связи (фиг. 20).

При рабочем токе центральная батарея нормально не замкнута и в проводах нет тока. При нажатии ключа батарея замыкается через ответвления у всех абонентов (фиг. 20) или же последовательно (фиг. 21); в первом случае требуются две батареи.

При постоянно замкнутой батарее (фиг. 21) для посылки вызова приходится ключом разрывать цепь тока. Выгода последнего способа заключается в том, что повреждения линии обнаруживаются немедленно без предварительных измерений. Недостатком является излишний постоянный расход энергии батареи. Во всех случаях движущие электро-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

магниты могут быть включены либо непосредственно в линейные провода, либо же через чувствительное реле, замыкающее местную батарею.

Б. По механизму шагового действия

а) Шаговое избирательное приспособление под действием колебательного движения якоря электромагнита (поляризованного или неполяризованного) передвигается вперед, заводя пружину или приподнимая груз, под действием которых это приспособление затем возвращается в нормальное состояние. В других системах использован обратный принцип, а именно: якорь движущего электромагнита постоянно, «шаг за шагом» спускает заведенную пружину или груз. Наконец, имеются системы, в которых не участвуют ни пружина, ни груз, а шаговой механизм передвигается под действием якоря электромагнита и остается в этом положении после действия якоря.

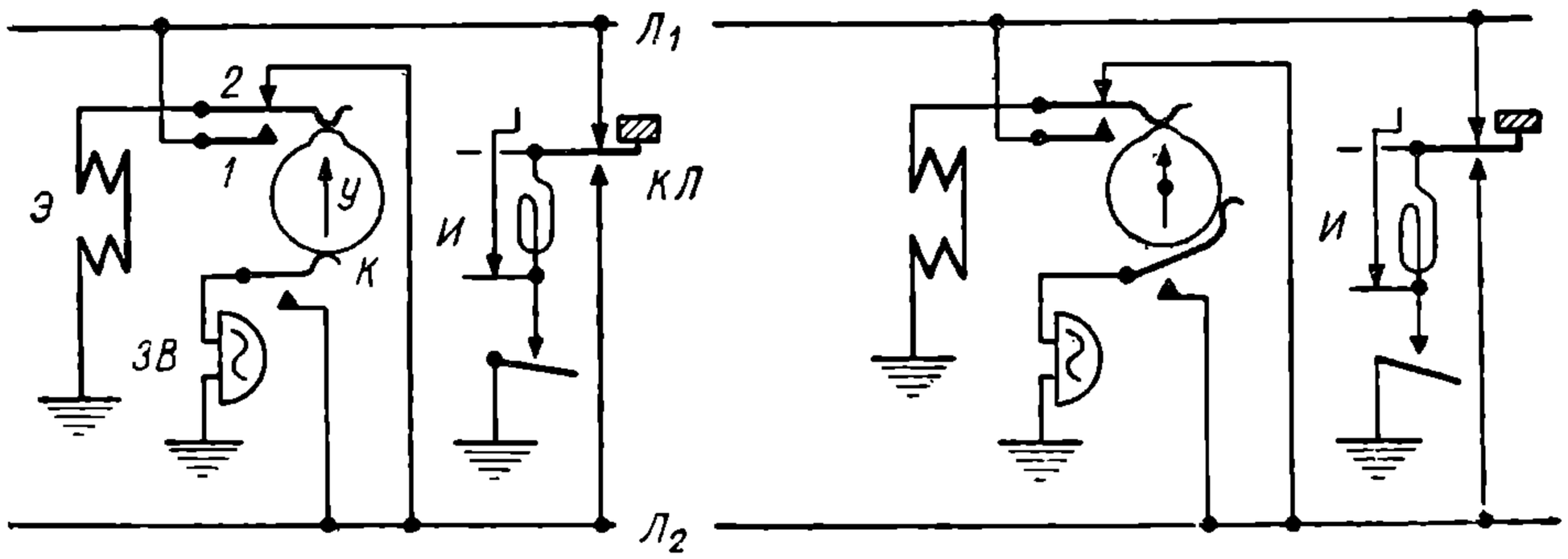
б) Существенной частью шагового механизма является: 1) либо колесо с кулачками, которое при передвижении в рабочее положение нажимает на контактную пружину и замыкает звонковую цепь, 2) либо колесо с контактными сегментами на ободе его, 3) либо же зубчатая рейка, поднимаемая на определенную высоту и опускающаяся затем под влиянием собственной тяжести.

в) Приемный движущий электромагнит может быть: 1) либо поляризованным и работать от переменного тока или же от импульсов постоянного тока противоположных направлений, 2) либо же неполяризованным, срабатывающим от отдельных импульсов постоянного или переменного тока.

В. По способу действия вызывным приспособлением

а) Неавтоматическая посылка вызова.

В аппаратах со стрелочным указателем (фиг. 22) абонент вращает индуктор, нажав ключ *КЛ* на короткое время. На всех станциях контакт-



Фиг. 22. Схема аппаратов со стрелочными указателями

ная пружина соскакивает с кулачка и, разрывая контакт *2*, замыкает контакт *1*. Затем абонент, отпустив ключ, продолжает вращать индуктор до тех пор, пока стрелка указателя *У* не займет требуемого положения

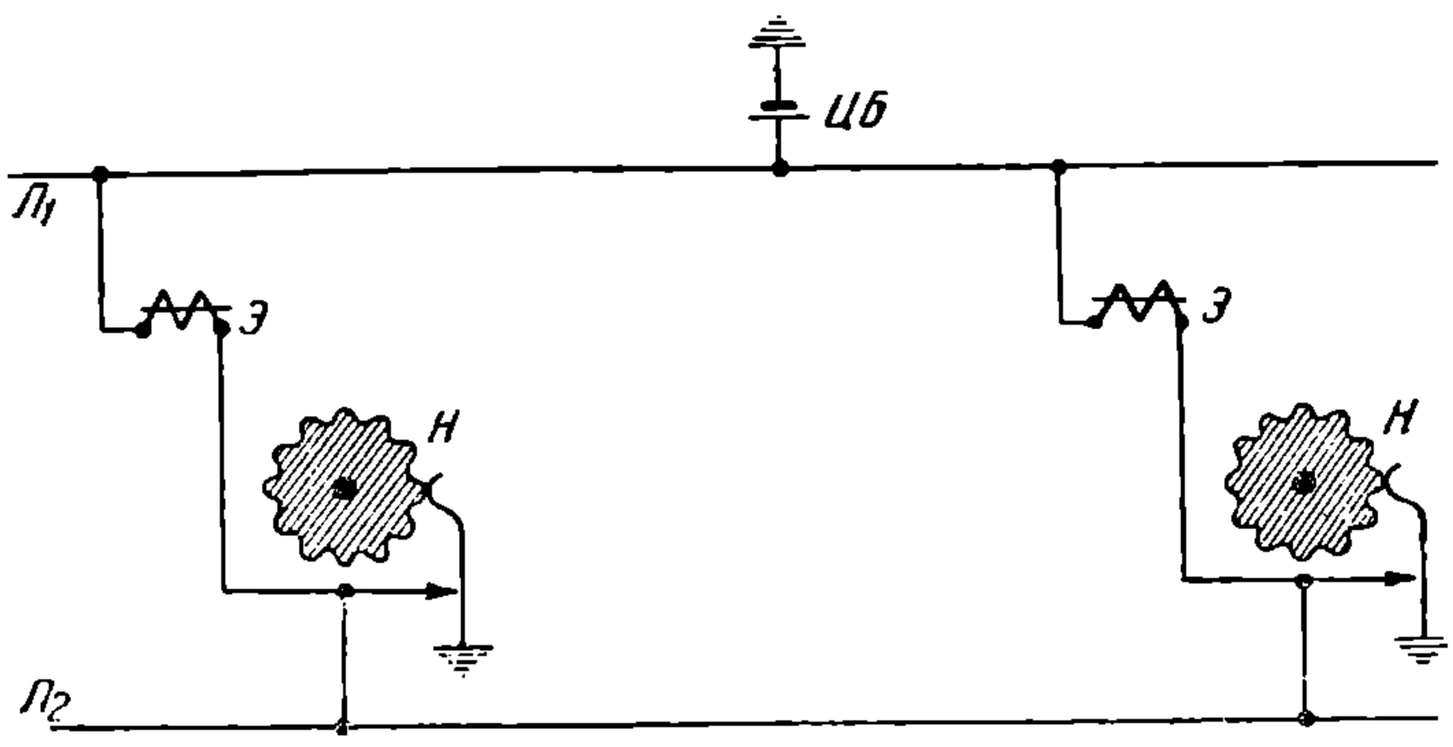
НБ УДУНТ (ДІІТ)

на своем аппарате; то же самое происходит и на всех других станциях. На вызываемой станции диск указателя в новом положении нажмет кулачком на звонковую пружину и даст возможность послать индуктором на эту станцию при нажатом ключе избирательный вызов. При простоте конструкции аппарат обладает недостатками, а именно: при большом числе абонентов надо умело приспособить осторожное вращение индуктора, дабы не перевести указатель через нужный индекс. Число периодов переменного тока и напряжение при этом понижаются, чем может быть нарушен синхронизм вращения.

В некоторых случаях применяют посылку селекторного вызова индуктором по азбуке Морзе. Конструкция аппарата делается такой, что в промежутке вращения между отдельными знаками Морзе все диски возвращаются назад в исходное положение, кроме той станции, на которую посылается вызов. Однако в этом случае, помимо неудобств вызова, число абонентов групповой линии сильно ограничивается.

б) Автоматическая посылка вызова.

Для устранения описанных недостатков надо сконструировать механизм так, чтобы можно было при каждом вызове устанавливать пред-



Фиг. 23. Схема вызова импульсами постоянного тока посредством номеронабирателя

варительно указатели всех станций в исходное положение, а затем ставить указатель на номер станции и посылать вызов, не обращая внимания на указатель. Если для вызова применяется постоянный ток, то движущий электромагнит *Э* можно заставить срабатывать импульсами, образуемыми номеронабирателем *Н* (фиг. 23) от центральной батареи *ЦБ*.

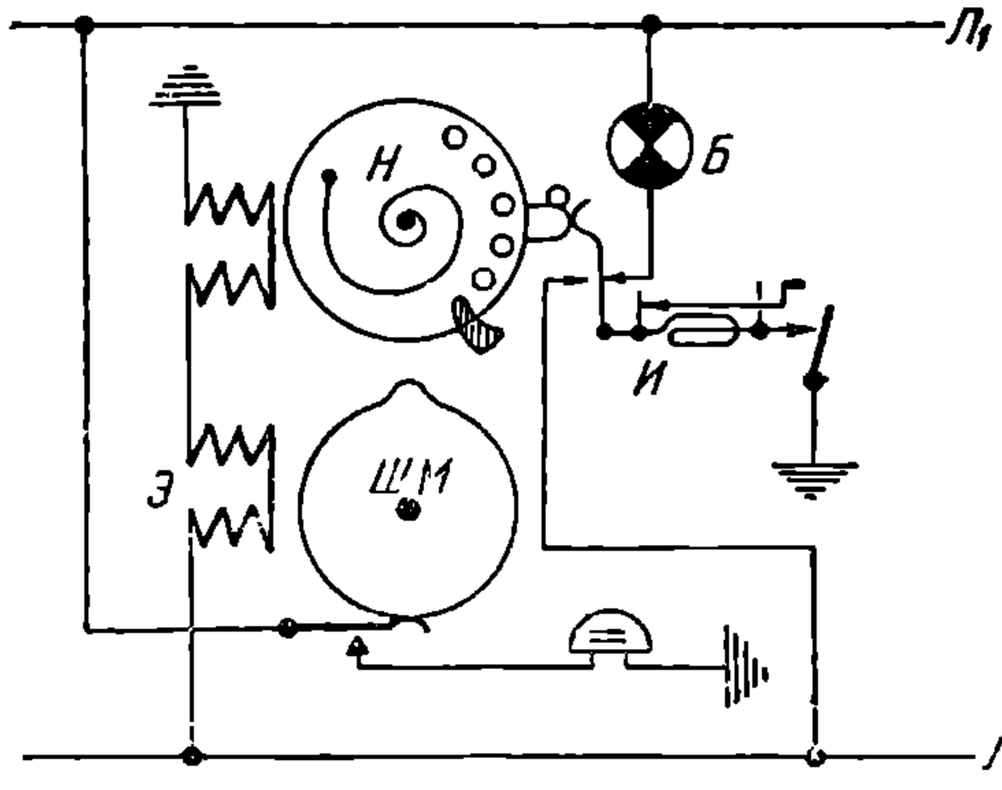
Вызов может осуществляться особыми ключами нажимного типа. Каждой станции присваивается особый ключ. Все ключи собираются на специальном пульте. При вызове требуемой станции нажимается присвоенный ей ключ, который запирается и сохраняет нажатое положение до конца вызова, посылаемого индуктором; по окончании вызова ключ автоматически отпирается и поднимается в нормальное ненажатое положение.

Вызывные ключи могут быть заводного типа, при котором рукояткой ключа заводится часовая пружина. При обратном ходе зубчатое колесо создает в линейных проводах импульсы постоянного или переменного тока от общей батареи.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На фиг. 24 показана система Сименса и Гальске, при которой использован номеронабиратель в соединении с индуктором.

Появилось, наконец, совсем необычное изобретение, заменяющее механический контакт оптическо-электрической системой, а именно: луч света, воздействующий на селеновый фотоэлемент.

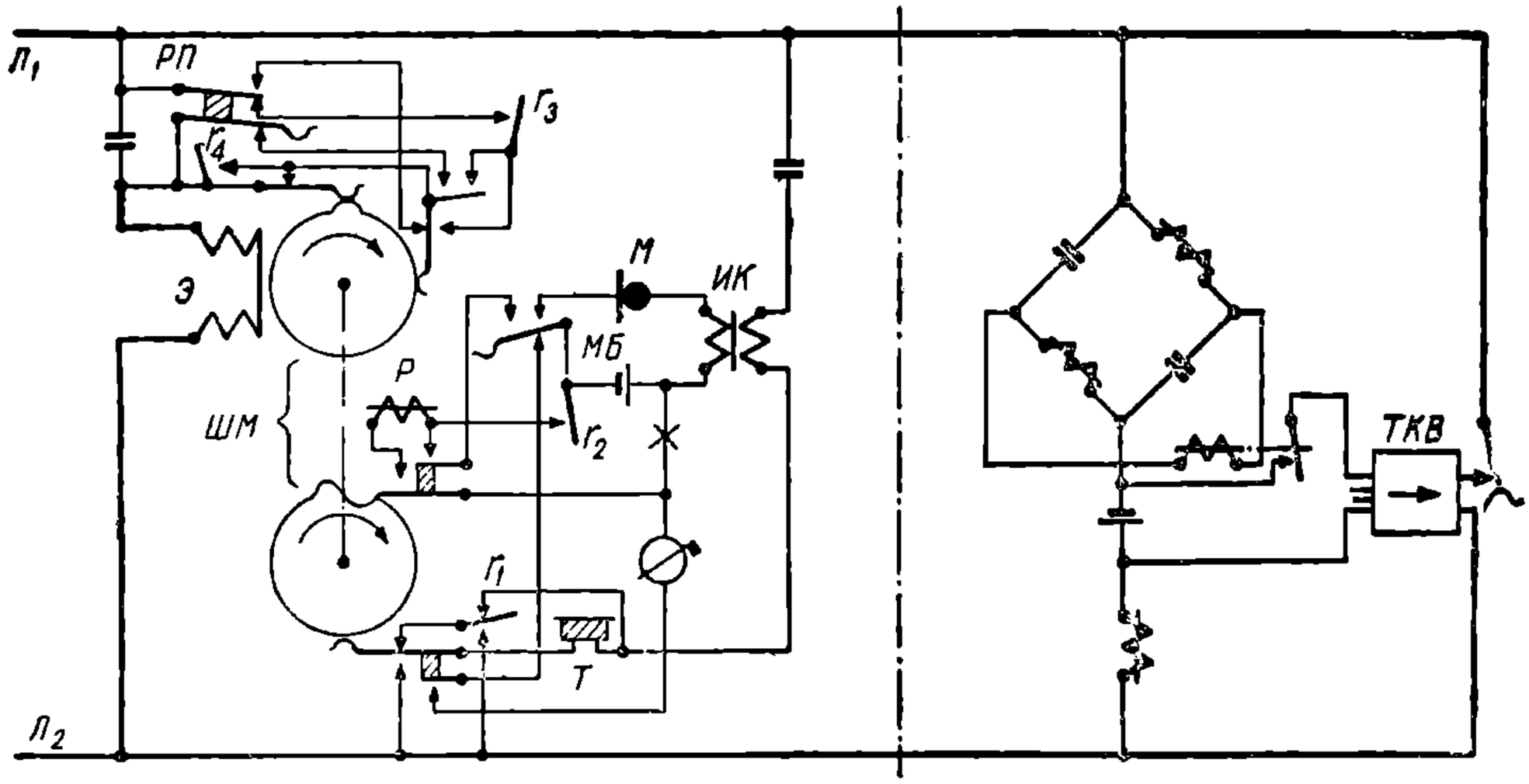


Фиг. 24. Система Сименса и Гальске: *Н*—номеронабиратель, *Э*—движущий электромагнит, *ШМ*—шаговой электромагнит, *И*—индуктор, *Б*—контрольный бленкер

в) Упрощенный автоматический вызов.

Абонент ставит указатель на номер вызываемой станции и снимает слуховую трубку с рычажного переключателя. Тотчас же происходит автоматический вызов и абоненты могут вступать в разговор. По окончании разговора слуховая трубка вешается на рычаг; вызывные приспособления немедленно приходят в нормальное положение. Хотя аппарат и стоит дороже, однако эта дороговизна окупается его преимуществом. Схема показана на фиг. 25.

г) По принципу АТС.



Фиг. 25. Схема аппарат Микс и Генест

Г. По способу действия звонка

а) От общего источника тока.

Если для питания звонковой цепи применяется тот же самый источник тока, который служит для приведения в действие шагового механизма, то, как показано выше на фиг. 22, требуется использование, кроме двух

НБ УДУНТ (ДІІТ)

линейных проводов, также и земляного сообщения, а именно: для приведения в действие шагового приспособления использован провод *Л* и земля, а для звонка—$Л_2$ и земля.

б) О т о с о б о г о и с т о ч н и к а т о к а.

Если индуктор устроен так, что может давать как переменный, так и пульсирующий ток, то для звонка применяют пульсирующий ток. Конденсатор, включаемый перед звонком переменного тока, своими перезарядами может обращать постоянный ток в переменный.

Можно использовать также переменный ток более высокой частоты (600 Hz).

Наконец, для звонковой цепи может применяться местная батарея, которая под действием шагового приспособления замыкается разными способами.

Звонковый сигнал может подаваться самим абонентом; продолжительность его в этом случае зависит от абонента. В других случаях сигнал дается автоматически и продолжительность его регулируется также автоматически.

Звонковая местная цепь может замыкаться при посредстве реле.

Д. По способу возвращения избирательного механизма в исходное положение

Избирательный механизм в рабочем положении создает коммутацию, при которой, либо можно от абонента послать вызов, либо же звонок приводится в действие автоматически. Обратное движение избирательного механизма в исходное положение может быть сделано: либо тотчас же после звонкового сигнала, либо же по окончании разговора. При этом возврат может происходить автоматически, либо же действием абонента. В последнем случае механизм показывает занятость линии разговором.

а) П р и б о р ы с о б р а т н о д е й с т в у ю щ е й с и л о й. Шаговой механизм при своем передвижении заводит пружину или же поднимает груз, которые после звонкового сигнала, будучи освобождены, возвращают приспособление в исходное положение.

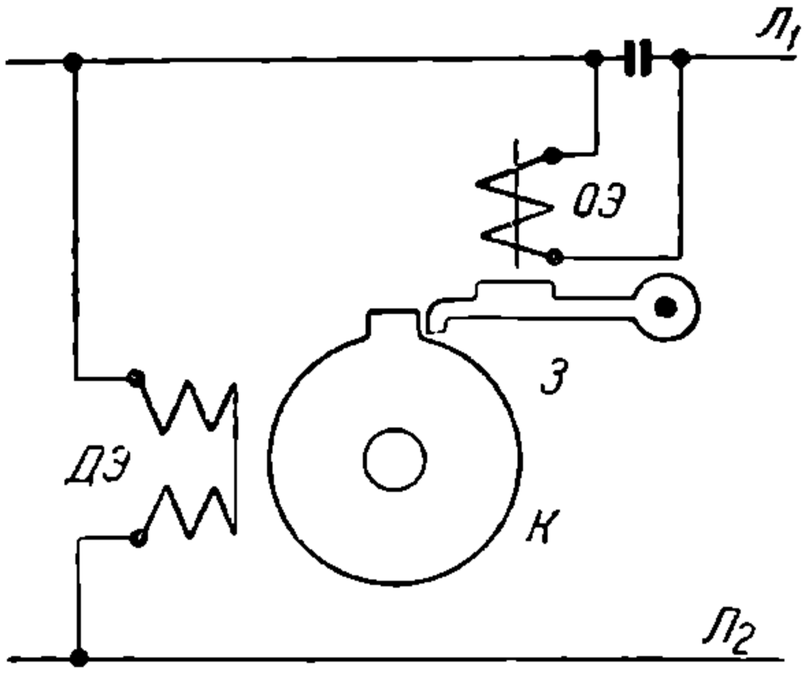
Запирание механизма на время звонкового сигнала или на время разговора осуществляется различными способами. Например (фиг. 26), это можно сделать замычкой *З*, отпираемой освобождающим электромагнитом *ОЭ* постоянного тока; при этом движущий электромагнит *ДЭ* действует от переменного тока.

б) П р и б о р ы с т о р м о з я щ и м и п р и с п о с о б л е н и я м и. С этими приборами установка избирательного механизма в исходное положение делается не обратным его движением, а продолжением вращательного движения диска в том же направлении до тех пор, пока он не займет нормального положения. Это делают абоненты после разговора, наблюдая, чтобы стрелка индуктора заняла нулевое положение. Не исключаются случаи забывчивости абонентов, что может повести к ошибочным соединениям.

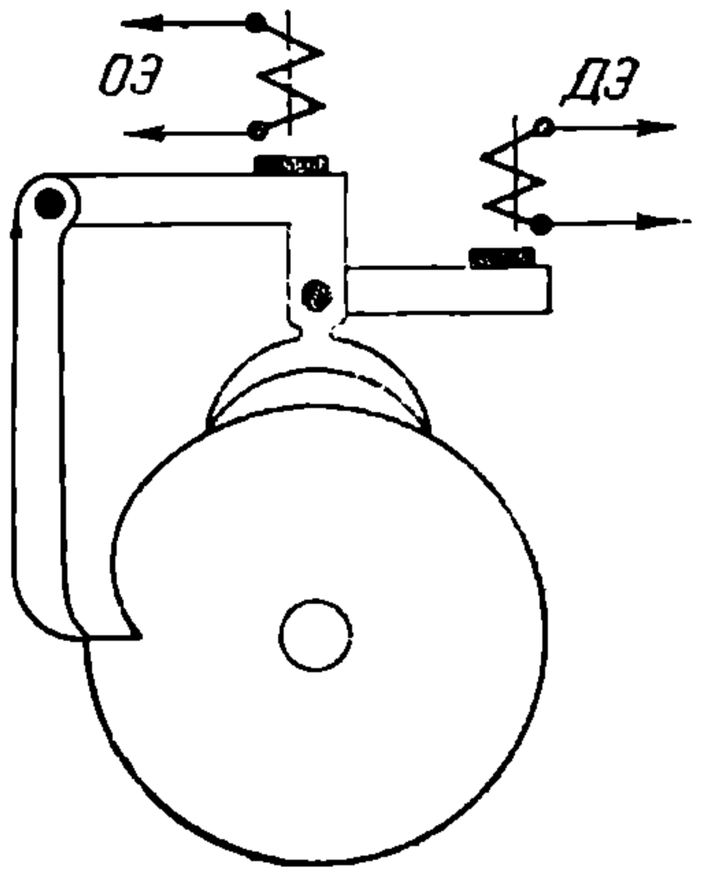
На фиг. 27 показана схема тормоза, отпираемого током другого направления.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Наконец, имеются способы, основанные на ограничении времени действия: после определенной продолжительности разговора часовой механизм приводит шаговое приспособление в исходное положение.



Фиг. 26. Запирание механизма замычкой



Фиг. 27. Система тормоза «Bandry & Fenville», Paris

в) Приборы без приложения какой-либо силы. В этих случаях какой-либо из абонентов, или оба, после разговора, действуя ручным индуктором, передвигают указатель индикатора в нулевое положение, заставляя его двигаться в том же направлении.

Е. Синхронизация

Непременным условием хорошей работы механизмов является соблюдение точного синхронизма движения. Система должна быть надежно защищена от воздействия вредного влияния посторонних токов (индукция от соседних проводов, разряды и пр.), в особенности при однопроводных линиях. С этой целью замычки для запора механизма должны быть надежными и обратное возвращение дисков должно совершаться только в принудительном порядке. В нулевом положении селекторные устройства должны быть выключены из линейных проводов или же устроены таким образом, чтобы воздействие одиночных импульсов помех не оставляло вредных последствий.

Рассмотрим подробнее принципы конструирования некоторых типов селекторных аппаратов шаговой системы.

§ 9. Селекторные аппараты с индикаторной стрелкой

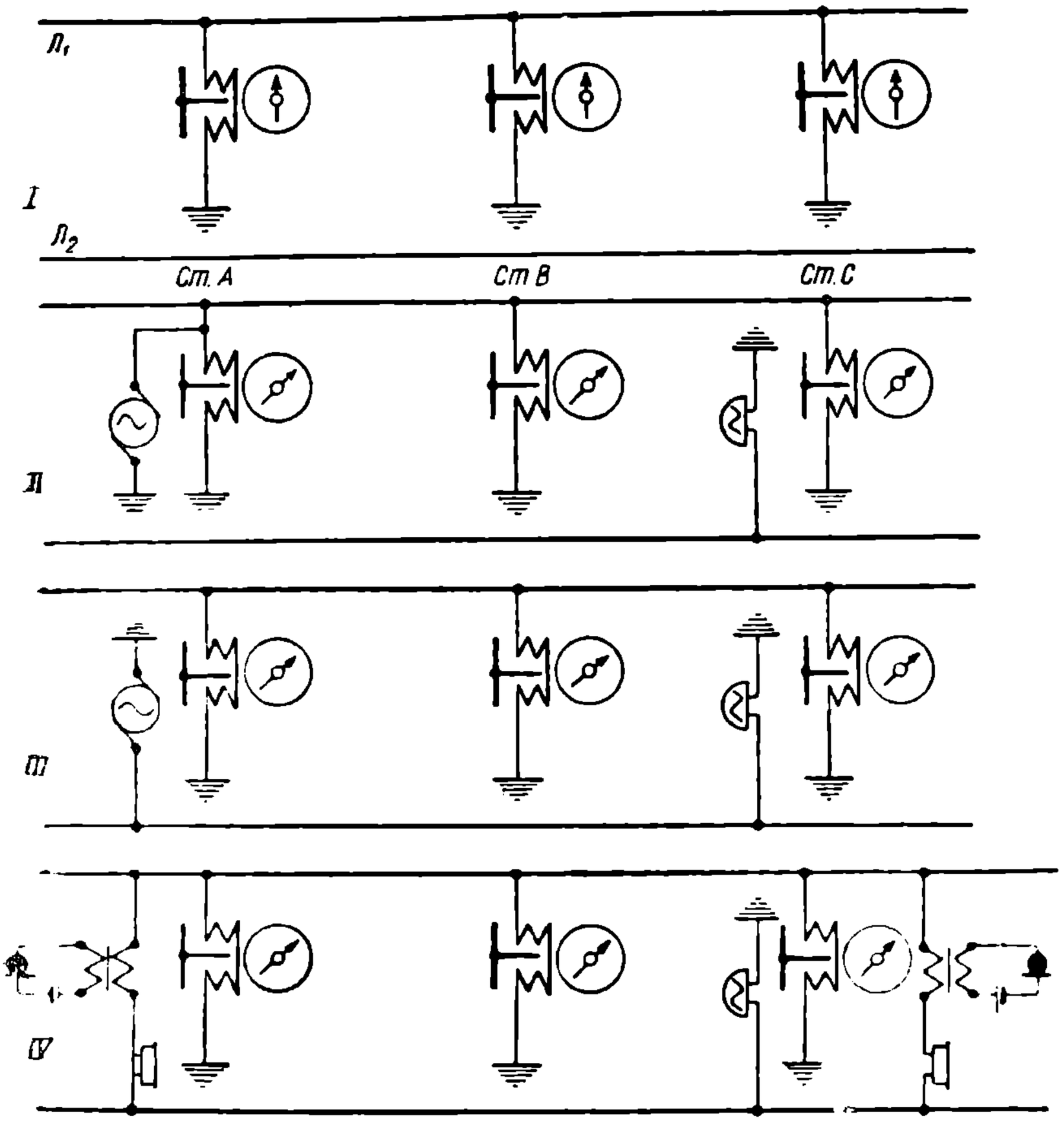
Аппарат системы «Партилайн». К одним из первых избирательных аппаратов, сконструированных по шаговой системе, относится телефонный аппарат системы «Партилайн». В этом аппарате при вызове абонента участвуют две однопроводные линии: а) по одному из заземленных линейных проводов происходит посылка импульсов переменного тока, воздействующих на поляризованный электромагнит,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

приводящий в действие особый коммутатор, который создает схему для принятия звонкового вызова; б) вызывной сигнал посылается на требуемую станцию по другому заземленному линейному проводу.

Разговор осуществляется по двухпроводной схеме.

На фиг. 28 показаны последовательные действия при избирательном вызове станции *C* со стороны станции *A*. Схема I показывает нормальное

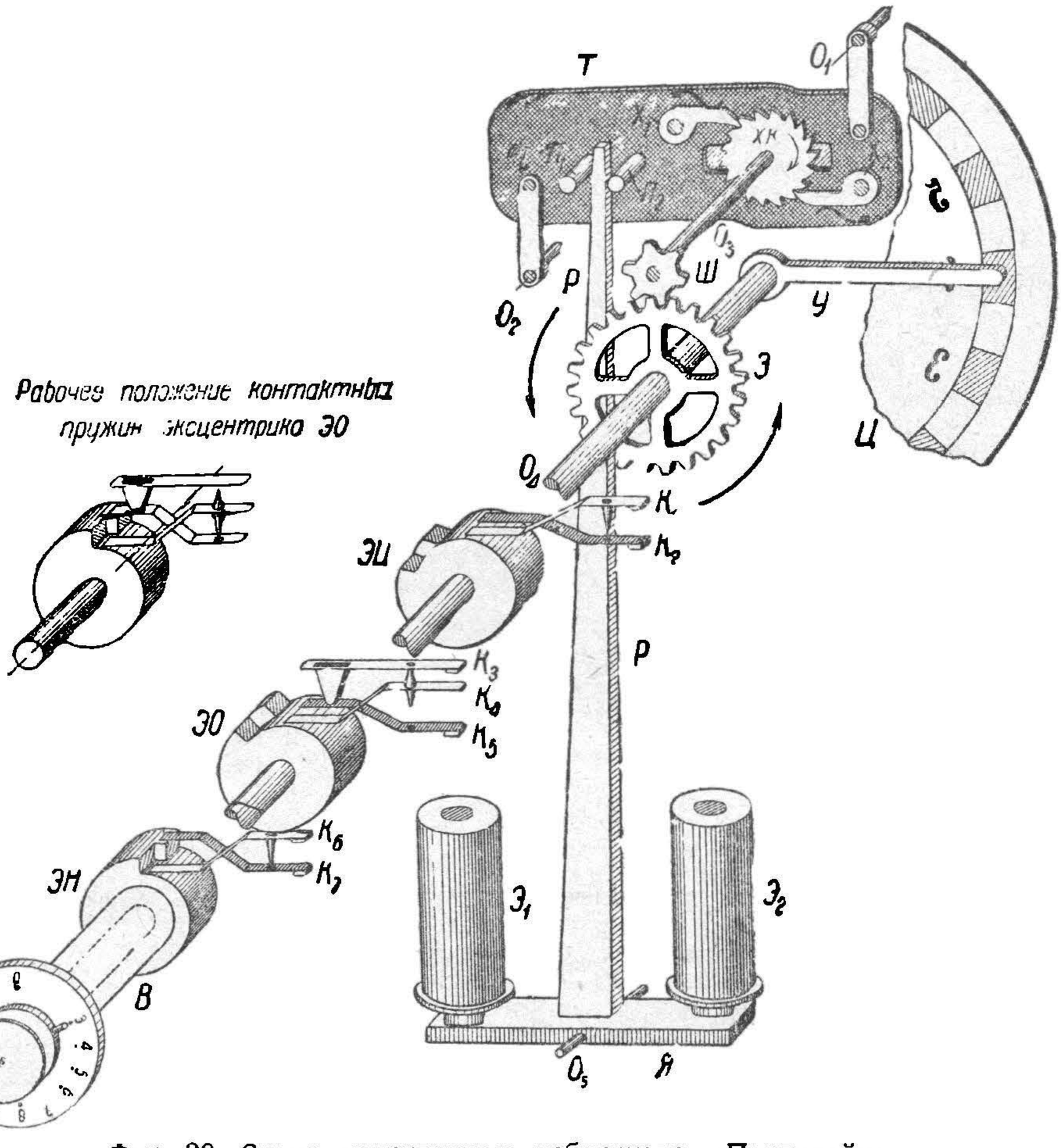


Фиг. 28. Схема последовательного действия аппарата «Партилайн»

состояние аппаратов. В линейный провод $Л_1$ включены параллельно через землю избиратели; стрелки указателей стоят на нуле; провод $Л_2$ изолирован. Схема II поясняет посылку импульсов переменного тока. Для этого надо включить в тот же провод заземленный индуктор, действие которого заставляет на всех станциях передвигаться стрелки указателя и поворачиваться коммутатор. При остановке указателя на требуемом месте звонок на станции *C* оказывается включенным в другой линейный провод. Если теперь индуктор переключить из провода $Л_1$ в провод $Л_2$,то можно послать избирательный вызывной сигнал на станцию *C*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

После этого индуктор выключается из линии, и снятием слуховой трубки с рычажного переключателя образуется схема IV, по которой и осуществляется переговор. По окончании разговора индуктор снова включается в провод $Л_1$ по схеме II и заставляет указатели на всех станциях передвигаться далее до исходного нормального нулевого положения.



Рабочее положение контактных пружин эксцентрика ЭО

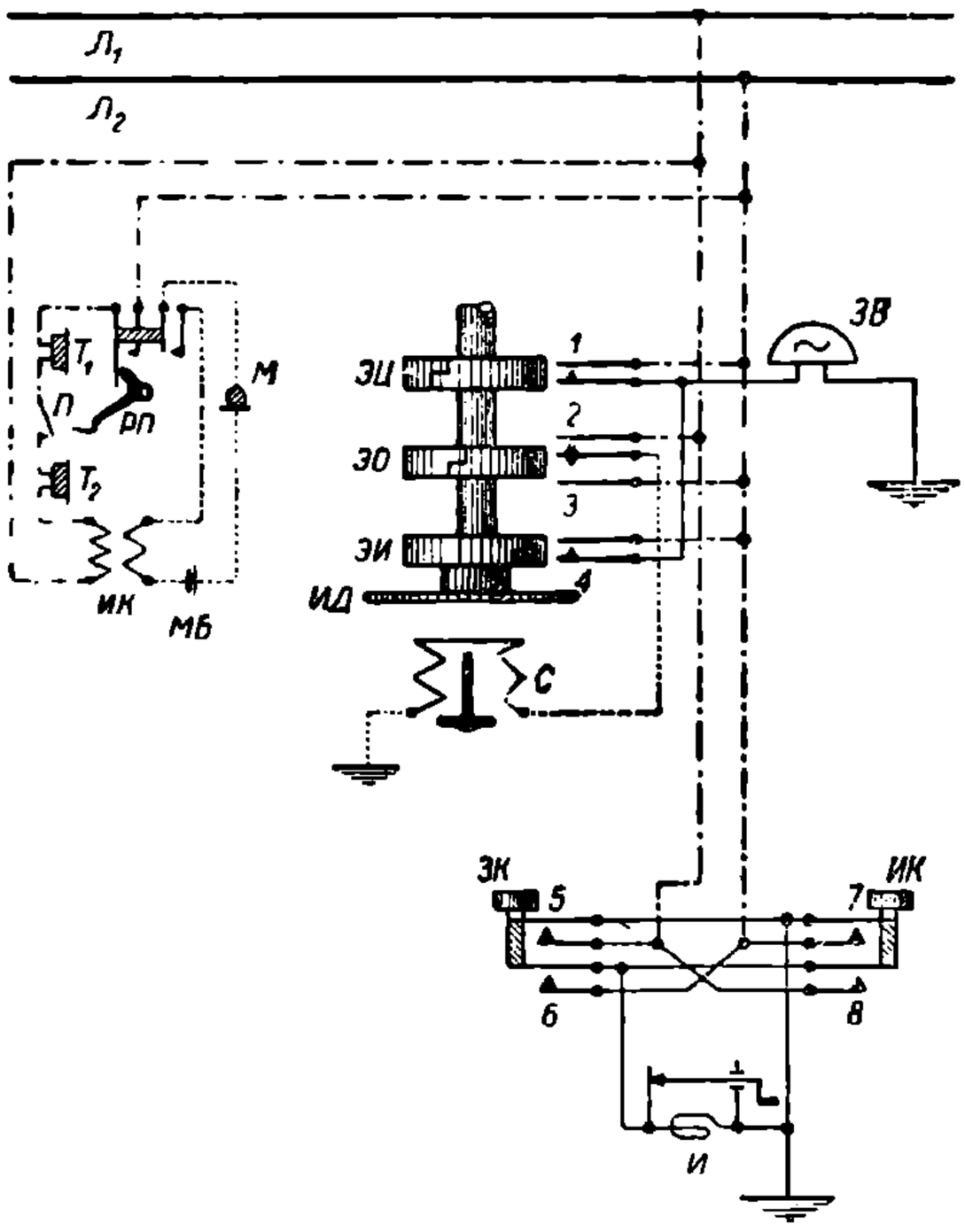
Фиг. 29. Схема конструкции избирателя «Партилайн»

Аппараты «Партилайн» допускают возможность циркулярного разговора. Для этого указатели устанавливаются на № 15. Остальные 14 предназначены для линейных станций. Этим числом определяется количество могущих быть включенными линейных станций. Схема конструкции избирателя показана на фиг. 29 и 30. Внешний вид аппарата показан на фиг. 31. У нас на сети железных дорог количество этих аппаратов незначительно, и они заменяются более совершенными конструкциями.

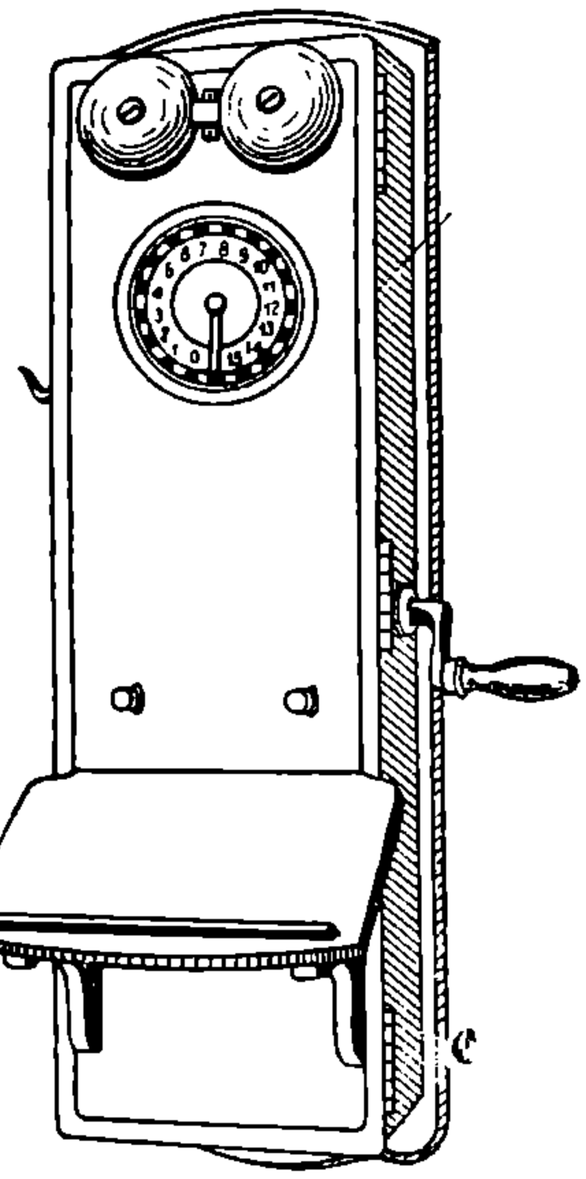
А п п а р а т п р у с с к и х ж е л е з н ы х д о р о г. На прусских железных дорогах принят тип взаимно-избирательного аппарата для

НБ УДУНТ (ДІІТ)

постанционной связи, близкий к аппарату системы «Партилайн». По внешнему виду он представляет собою таких же размеров ящик, на котором смонтирована только одна левая вызывная кнопка; ниже указательной стрелки на крышке помещается неподвижный микрофон; на рычажном переключателе покоится слуховая трубка с рукояткой. Система допускает циркулярный вызов.



Фиг. 30. Схема избирательного аппарата системы «Партилайн»: *ИК*—избирательная кнопка, *ЗК*—звонковая кнопка, *ЭЦ*—эксцентрик циркулярного вызова, *ЭО*—эксцентрик остановки, *ЭИ*—эксцентрик индивидуального вызова, *ИД*—индикаторный диск

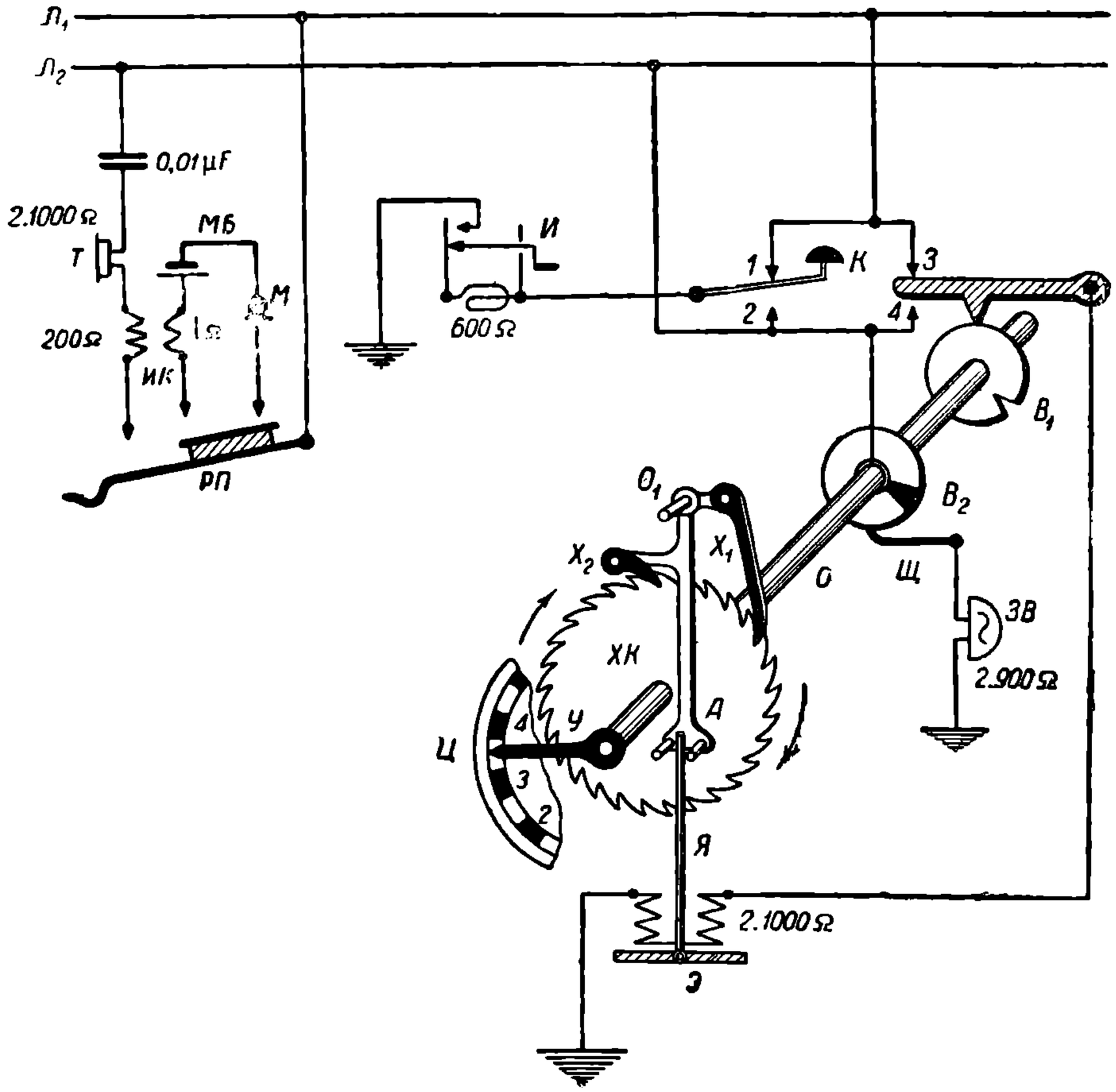


Фиг. 31. Аппарат «Партилайн».

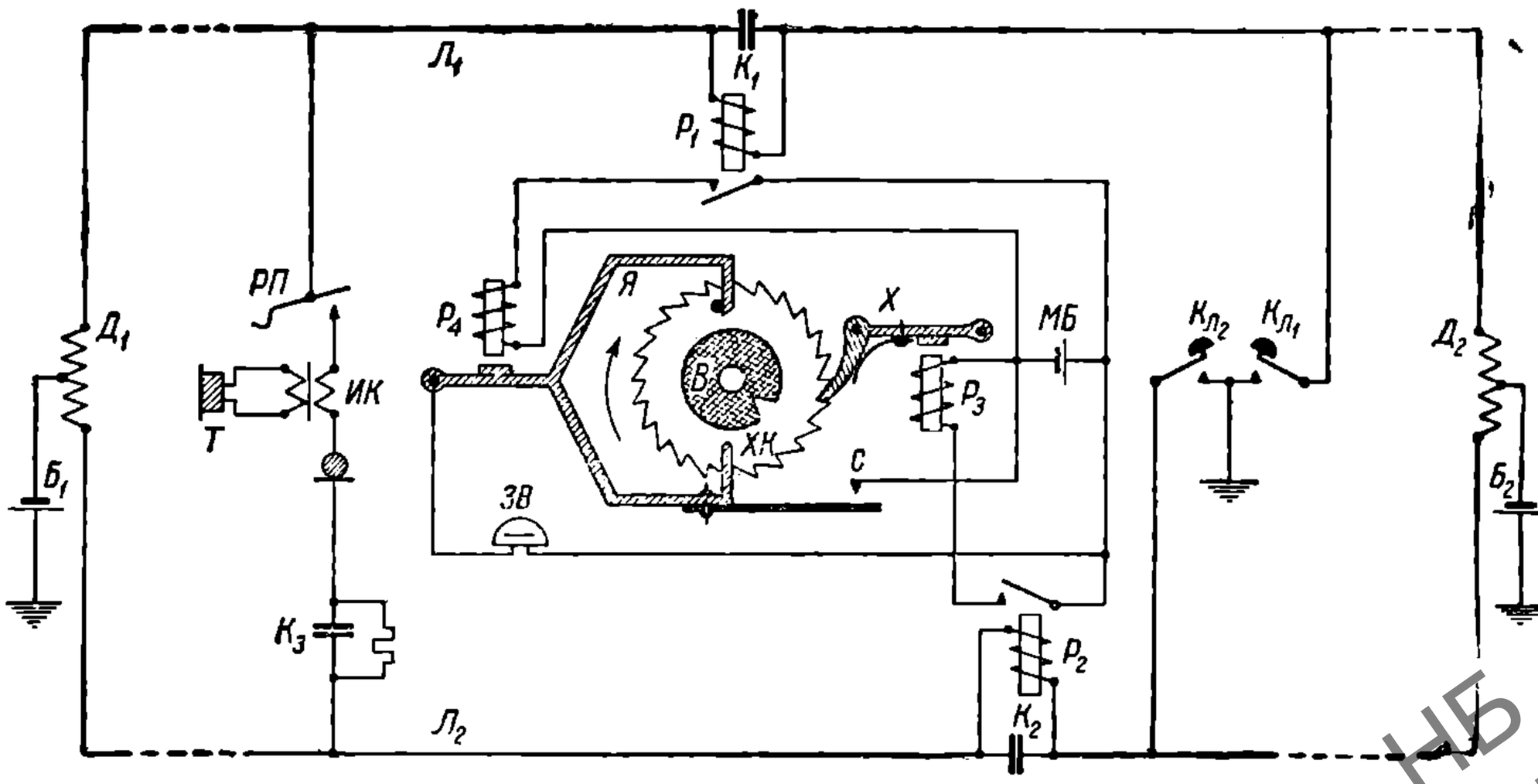
Манипулирование с аппаратом несколько проще, чем в системе «Партилайн». Как видно из схемы (фиг. 32), вызов требуемого абонента совершается без нажатия кнопки простым вращением рукоятки индуктора *И*.

Немецкие аппараты системы *ЦБ*. В этой системе также использованы два провода и земляное сообщение. В два линейных провода $Л_1$—$Л_2$ (фиг. 33) включаются станции, на каждой из которых имеются по две кнопки $К_{л1}$—$К_{л2}$ и по селекторному приспособлению. Концы линейных проводов через дроссели $Д_1$—$Д_2$ присоединяются к линейным батареям $Б_1$—$Б_2$, полюсы которых включены навстречу один другому, так что в линии ток отсутствует. Селектор управляется двумя реле $Р_1$—$Р_2$ с параллельно включенными конденсаторами для свободной циркуляции разговорного тока.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 32. Схема аппарата прусских железных дорог



Фиг. 33. Схема немецкого избирательного аппарата

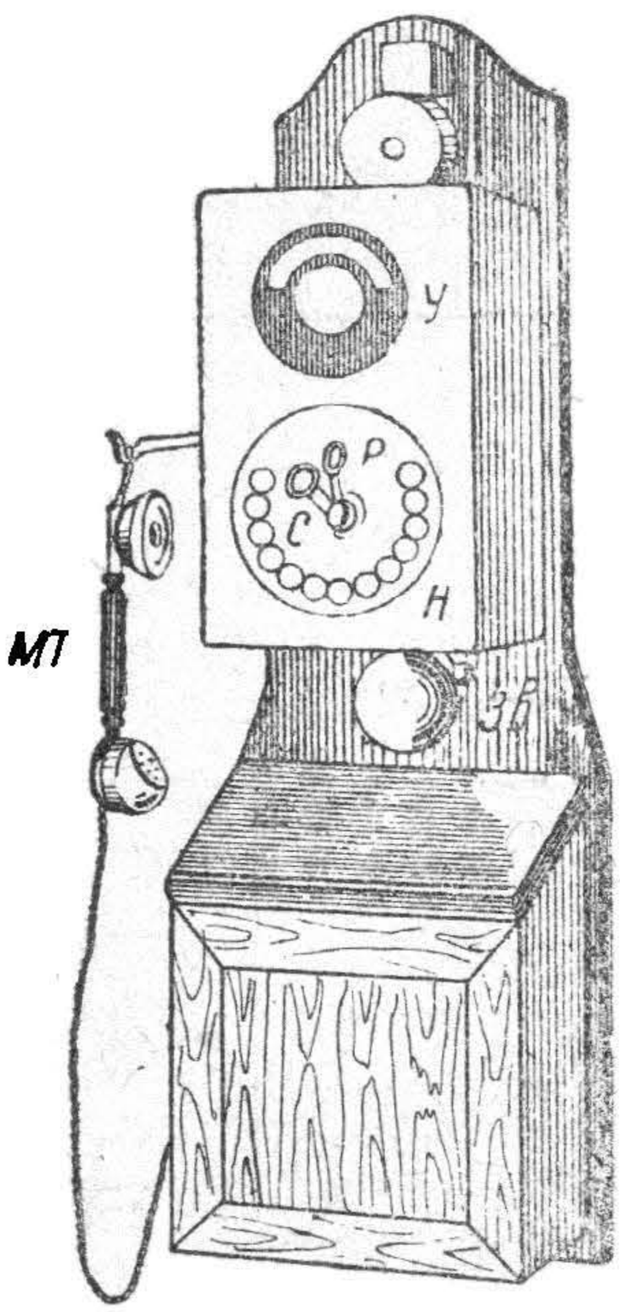
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для вызова какой-либо линейной станции нажимается ключ $К_{л1}$. От обеих заземленных батарей $Б_1$—$Б_2$ замыкается цепь через реле $Р_1$ на всех станциях. Это реле срабатывает и замыкает цепь местной батареи *МБ* через обмотку реле $Р_4$, которое притягивает вилкообразный якорь *Я*. Верхний конец вилки освобождает храповое колесо *ХК*, а нижний конец упирается в обод валика *В*, насаженного на одной оси с храповым колесом. Затем ключом $К_{л2}$ посылают обусловленное число импульсов тока от линейных батарей в реле $Р_2$, срабатывание которого заставляет столько же раз сработать реле $Р_3$ и столько же раз притянуть и отпустить храповик *Х*. Последний передвинет храповое колесо по направлению часовой стрелки на такое же число зубцов. При звонковом положении нижний конец вилки войдет в углубление валика *В* и замкнет звонковый контакт *С*. Этим и достигается избирательность вызова.

При снятии слуховой трубки с рычажного переключателя в линейные провода включается разговорная схема.

§ 10. Селекторные аппараты с номеронабирателем

Система Сименса и Гальске. Аппараты этой системы имеют также индикаторную стрелку, показывающую занятость линии разговором и номер вызываемой станции. При этой системе применяется центральная вызывная батарея, включаемая посредине линии для увеличения дальности сообщения. Вызов осуществляется номеронабирателем *Н* (фиг. 34). Чтобы вызвать какую-либо станцию, надо сектор *С* передвинуть на номер этой станции и затем повернуть рукоятку *Р* по направлению движения часовой стрелки до упора. Избирательное приспособление передвигает указательную стрелку на номер этой станции и показывает занятость линии разговором. Отсутствие стрелки на поле индикатора свидетельствует о свободности линии.



Фиг. 34. Избирательный аппарат Сименса и Гальске

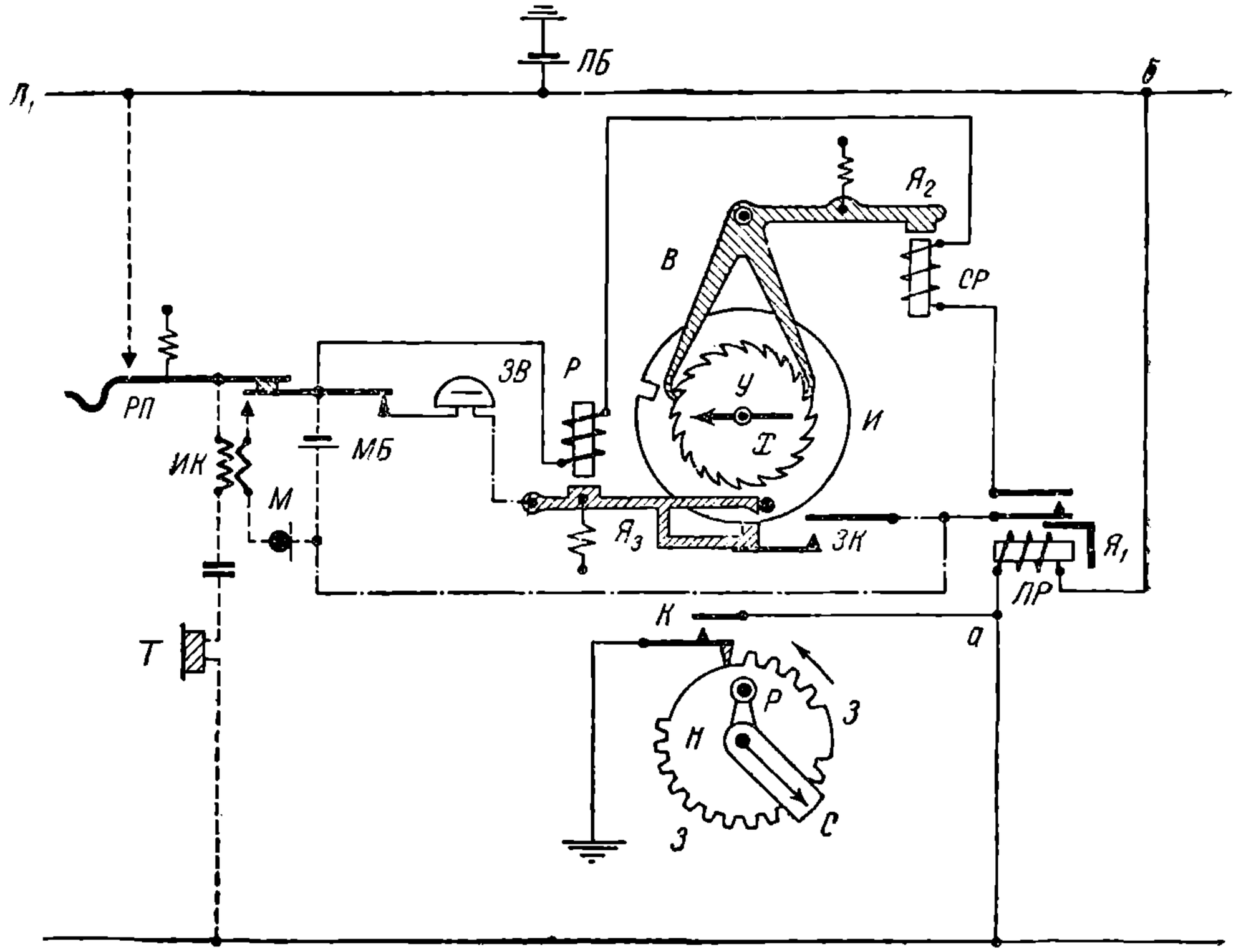
Действие аппарата можно уяснить из схемы фиг. 35.

Аппарат системы Эриксона. Шведская фирма Л. М. Эриксон сконструировала аппарат с номеронабирателем обычного вида аппаратов системы АТС для взаимно-избирательной системы. Этот аппарат описан ниже (§ 44) при изложении линейно-путевой связи.

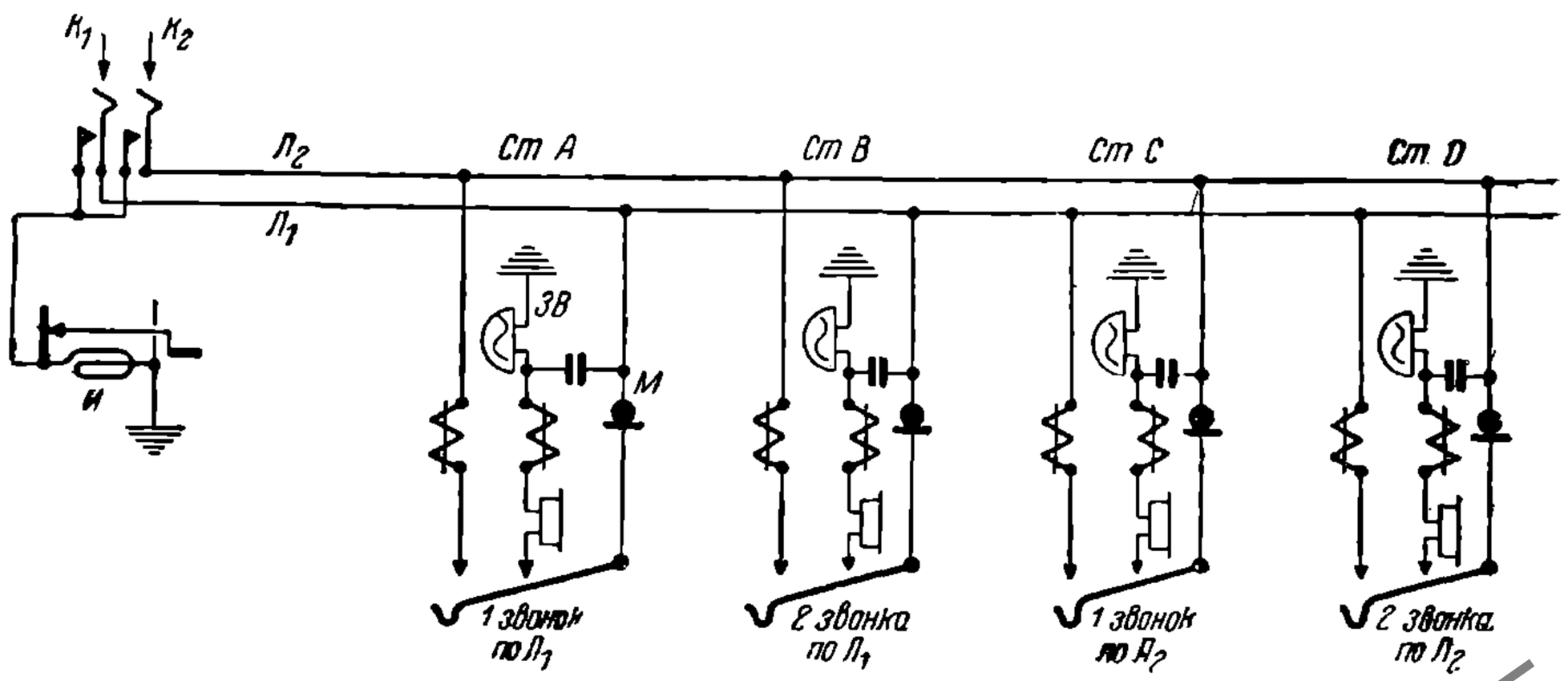
§ 11. Полуизбирательные системы

Для примера приведем схему (фиг. 36), при осуществлении которой вызов получается только на какой-либо одной половине числа станции, а именно: при нажатии кнопки $К_1$ и вращении рукоятки индуктора вызов направляется по линейному проводу только на станции *А* и *В*, а при нажатии кнопки $К_2$—на станции *С* и *D*. Станции *А* и *С* вызываются

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 35. Схема избирательного аппарата Сименса и Гальске



Фиг. 36. Схема полуизбирательного вызова

НБ УДУНТ (ДІІТ)

одиночным звонковым сигналом, а станции B и D двумя звонковыми сигналами. При циркулярном вызове обе кнопки K_1 и K_2 должны быть нажаты одновременно.

§ 12. Система последовательного переключения станций

В виду того, что система эта на транспорте не применяется, ограничимся кратким замечанием о принципе построения избирательной схемы. Линия разбита на секции, соответствующие промежутку между соседними станциями. Вызов производится с центрального поста, в который включена линия одним из своих концов. Нормально замкнута звонковая цепь первой секции. Если требуется послать вызов на вторую станцию, то посылкой предварительных импульсов, не действующих на звонковую систему, включают в цепь вторую секцию и затем уже посылают звонковый вызов. Если нужно вызвать третью станцию, то, после присоединения второй секции, включают третью секцию путем посылки предварительных импульсов и т. д.

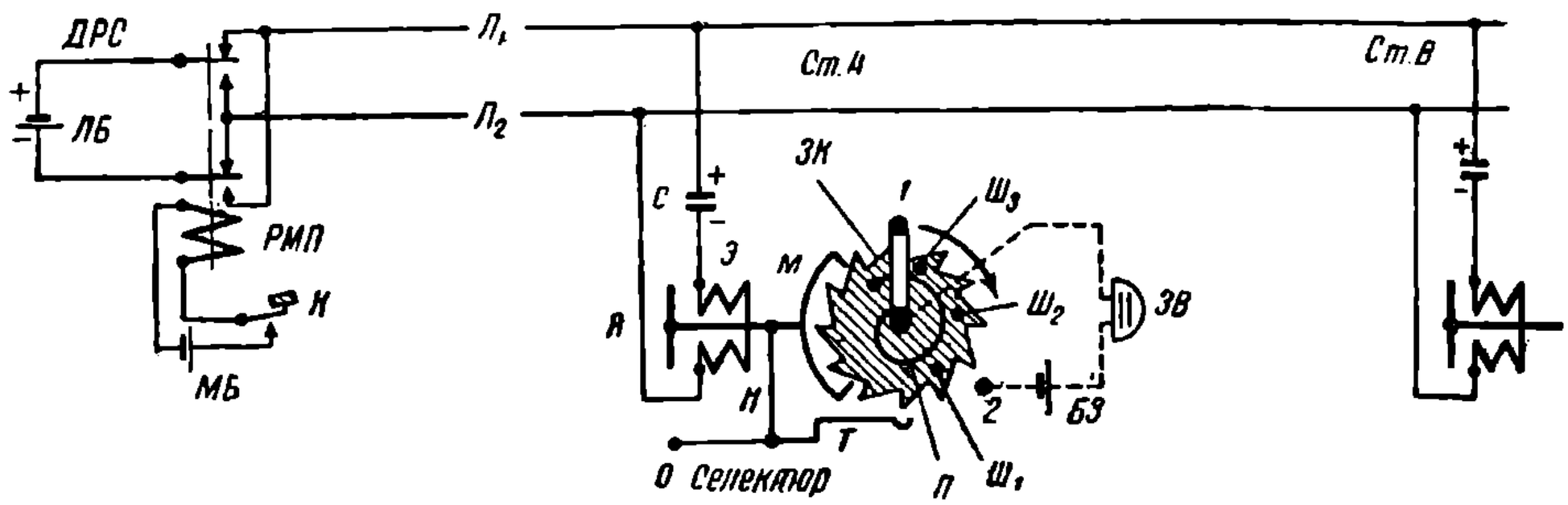
НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ГЛАВА III

АППАРАТЫ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ

§ 13. Принцип избирательного вызова

На дорогах Советского Союза, а также почти во всех странах мира, за исключением Германии, для поездной диспетчерской связи принят в основу принцип избирательного вызова системы Вестерн Электрик К⁰ (Western Electric Co). Не вдаваясь пока в детали конструкции, пояс-



Фиг. 37. Принцип избирательного вызова

ним, в чем же заключается этот принцип. Для осуществления посылки избирательного вызова с диспетчерской распорядительной станции *ДРС* (фиг. 37) на ней установлена линейная батарея *ЛБ*, которая на все время посылки вызова остается включенной в линейные провода $Л_1$—$Л_2$, т. е. линия находится под напряжением. Если посредством ключа *К* диспетчер будет замыкать и размыкать цепь реле *РМП*, то при срабатывании этого реле будет меняться включение полюсов линейной батареи в провода.

Селекторное устройство на линейных станциях заключает в себе: конденсатор *С*, поляризованный электромагнит *Э* с якорем *Я* и шаговой механизм *ЗК*. Действие его следующее: при каждой перемене полюсов линейной батареи происходит на всех станциях перезаряд конденсаторов *С*; ток перезаряда заставляет якорь *Я* притягиваться к тому или другому сердечнику электромагнита в зависимости от направления перезарядного тока. Если ключом *К* делается под ряд несколько замыканий и размыканий цепи местной батареи *МБ*, то якорь *Я* будет совершать соответствующее количество колебаний. С якорем связано особое анкерное приспособление, которое при каждом притяжении якоря

7415
НБ УДУНТ (ДІІТ)

ударяет по зубцам зубчатого колеса *ЗК* и передвигает его на один зубец. Нормальное положение якоря *Я*—среднее нейтральное.

Для вызова какой-либо станции диспетчер посылает три группы импульсов вызывного тока, разделяемые небольшими промежутками времени. Общая сумма вызывных импульсов равна 17. Каждой станции присваивается определенная комбинация импульсов, например: 5—8—4; 6—2—9 и т. д. Рассмотрим процесс вызова. Предположим, что станции *А* присвоена кодовая комбинация 4—8—5. При посылке первой группы четырех импульсов зубчатое колесо *ЗК* передвинется на 4 зубца на всех линейных станциях. При колебании якоря *Я* одновременно совершает колебание вокруг оси *О* и тормозная пружина *Т* с крючком на конце, так как она связана с якорем поводком *Н*. На станции *А* зубчатое колесо *ЗК* имеет выступающие штифты $Ш_1$—$Ш_2$—$Ш_3$, укрепленные против 4-го, 12-го и 17-го зубцов, считая от нейтрального положения задерживающего крючка тормозной пружины. При передвижении колеса на 4 зубца это колесо задержится тормозной пружиной вследствие того, что крючок ее зацепит за штифт при возвращении якоря в нейтральное положение. На всех других станциях, на которых нет штифта на позиции 4-го зубца, не произойдет задержки кодового колеса и все они под влиянием закрученной при движении пружины *П* возвратятся в нормальное положение в течение промежутка времени между следующей группой вызывных импульсов. Каждый из этих импульсов следует один за другим настолько быстро, что кодовые колеса не успеют возвращаться обратно и будут двигаться вперед. После 8 импульсов второй их группы кодовое колесо станции *А* передвинется вперед еще на 8 зубцов, а всего на 12 зубцов, и задержится тормозной пружиной в этом положении.

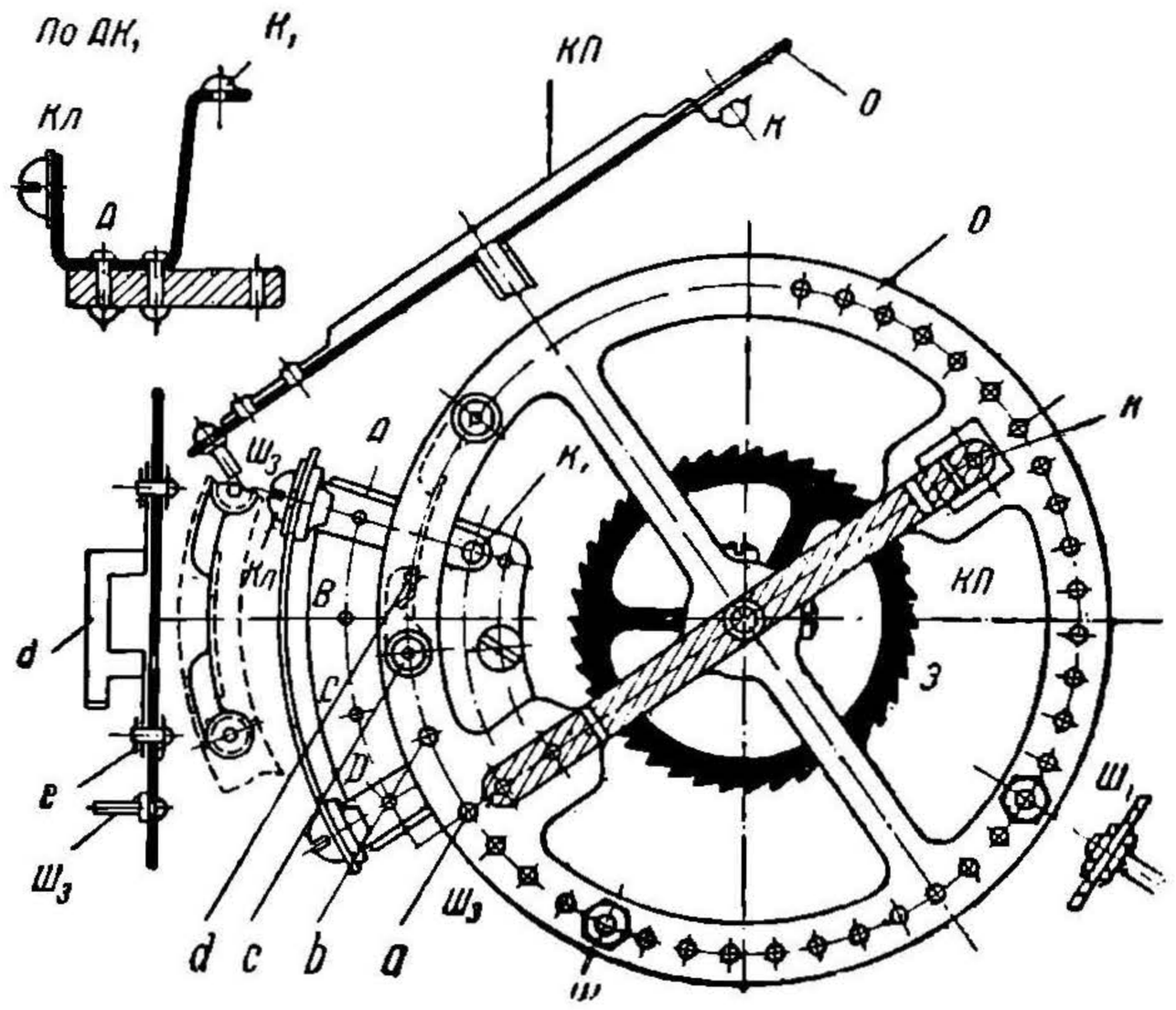
На остальных станциях кодовые колеса также передвинутся на 8 зубцов, но не задержатся, потому что тормозные их пружины не встретят упорного штифта. После третьей группы пяти импульсов на станции *А* кодовое колесо задержится на 17-м шаге, что соответствует смыканию контактов *1—2*, замыкающих местную цепь звонковой батареи *БЗ* через звонок *ЗВ* и металлическое кодовое колесо. После достаточного для звонкового сигнала промежутка времени посылается 18-й освобождающий импульс тока, который передвигает на всех станциях кодовые колеса еще на один шаг вперед и возвращает их в нормальное положение. При совпадении каких-либо кодовых чисел разных комбинаций кодовые колеса таких станций удерживаются в промежуточном положении (но не звонковом) и возвращаются обратно при посылке следующей группы импульсов или же при 18-м освобождающем импульсе.

Изложенное показывает, что если отдельные вызывные импульсы посылать недостаточно быстро один за другим, то селекторное устройство может не сработать, вследствие того, что кодовое колесо успеет возвратиться в исходное положение под действием раскручивающейся пружины. Кроме того, в состав чисел, из которых составляются кодовые комбинации, не может входить число, равное единице, во избежание срабатывания некоторых селекторных устройств при посылке 18-го возвращающего импульса. Оба эти обстоятельства рассмотрены подробнее в § 16.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

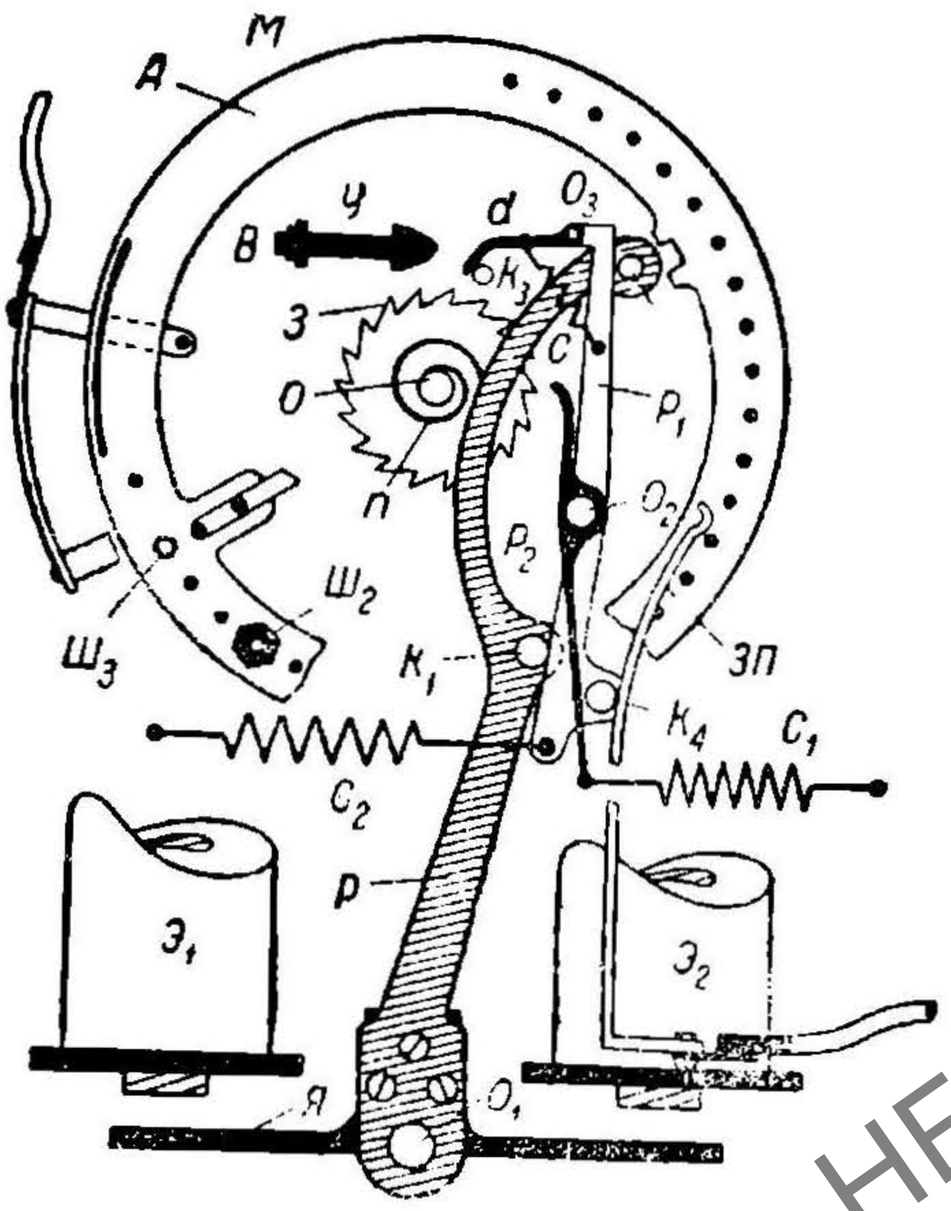
§ 14. Конструкция селектора

Устройство кодового колеса показано на фиг. 38, на которой и приведены необходимые пояснения. Схема остальной части конструкции и



Фиг. 38. Кодовое колесо селектора: *О*—обод колеса, *КП*—контактная пружина, *З*—зубчатое колесо, $Ш_1$, $Ш_2$, $Ш_3$—штифты для зацепления, *К*, $К_1$—смыкаемые контакты, *Кл*—клемма звонковой цепи

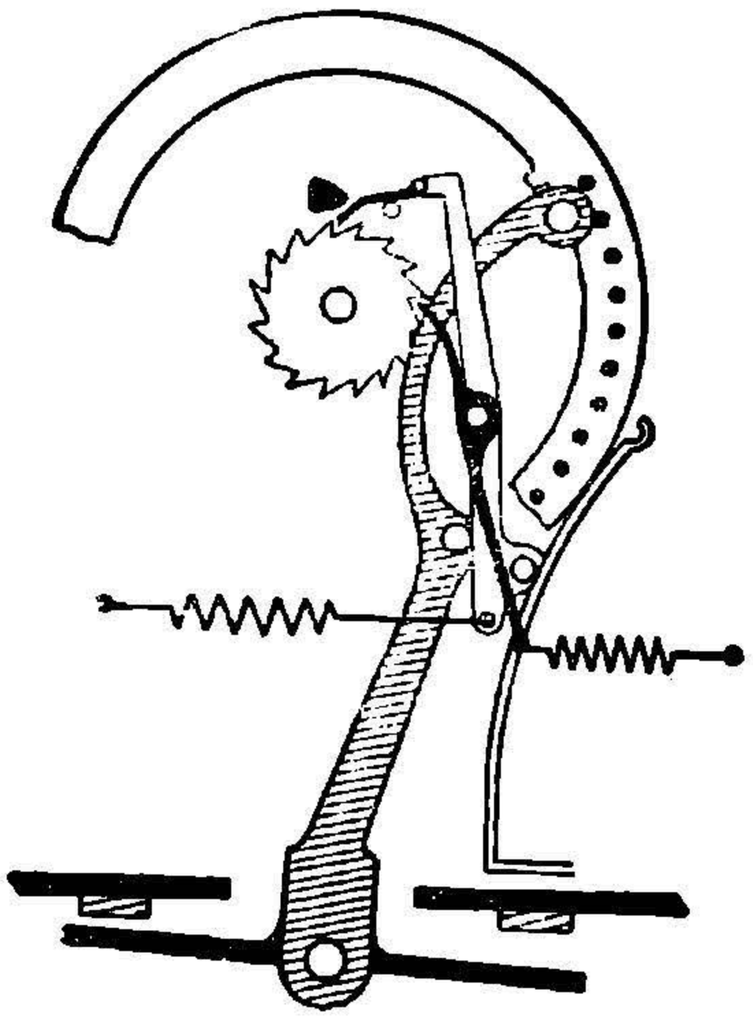
работы селектора показаны на фиг. 39, 40 и 41, а внешний вид его без стеклянного колпака—на фиг. 42. На фиг. 39 показан механизм селектора в нормальном положении: *А* — передвигающийся кодовый диск селектора с зубчатым колесом *З*; *П* — возвращающая пружина; *Р*—плечо рычага, неподвижно прикрепленное к якорю *Я*, вращающемуся на оси $О_1$; электромагниты $Э_1$—$Э_2$ имеют поляризованные сердечники. На рычаге *Р*, колеблющемся вместе с колебанием якоря *Я*, имеются два пальца $К_1$—$К_2$, которые при колебании рычага попеременно нажимают то на нижнее, то на верхнее плечо второго рычага $Р_1$, вращающегося вокруг оси $О_2$. При том и другом нажатии верхнее плечо этого второго рычага совершает одинаковые отклонения влево. На верхнем конце его находится движущая собачка *d*, которая под действием



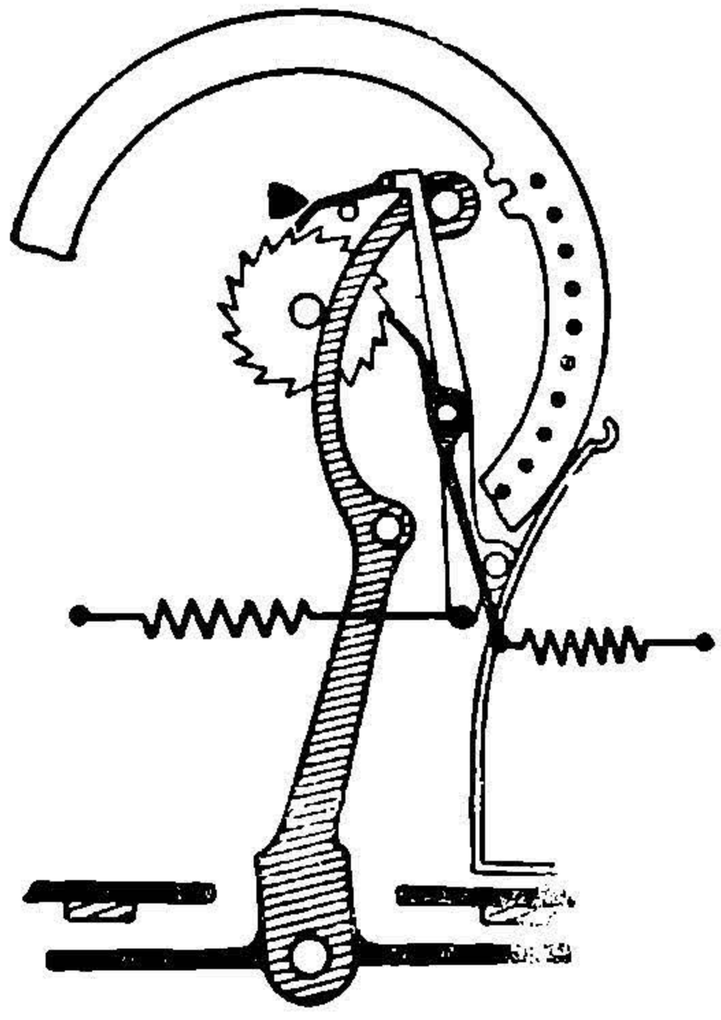
Фиг. 39. Схема механизма селектора

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пружины C, прижимаясь постоянно к неподвижному штифту $К_3$, проталкивает зубчатое колесо на один зубец. Регулируемый винтом B упор $У$ не позволяет движущей собачке d отклоняться в сторону от зубчатого колеса. Одновременно задерживающая собачка P_2 под действием пружины C_1, вращаясь независимо на оси O_2, застопоривает зубчатое колесо. Крайние положения рычага P_1 (правое и левое) при колебаниях



Фиг. 40. Последовательное положение частей селектора при его работе



Фиг. 41. Расположение частей селектора при движении рычага в обратную сторону

якоря $Я$ показаны на фиг. 40 и 41. Пружина C_2 держит рычаг P_1 в натянутом положении. Тормозная пружина $ЗП$ с крючком совершает колебательное движение вследствие нажатия на нее пальца $К_4$. Кодовый контактный диск M показан частично, чтобы не закрывать деталей конструкции.

Настройка селектора на требуемую кодовую комбинацию заключается в перемещении подвижных штифтов $Ш_1$ и $Ш_2$ в заготовленные на кодовом диске отверстия (промежуток соответствует передвижению зубчатого колеса на один зубец — фиг. 38). Штифт $Ш_3$—неподвижный (заклепан) и соответствует 17-му импульсу вызывного тока.

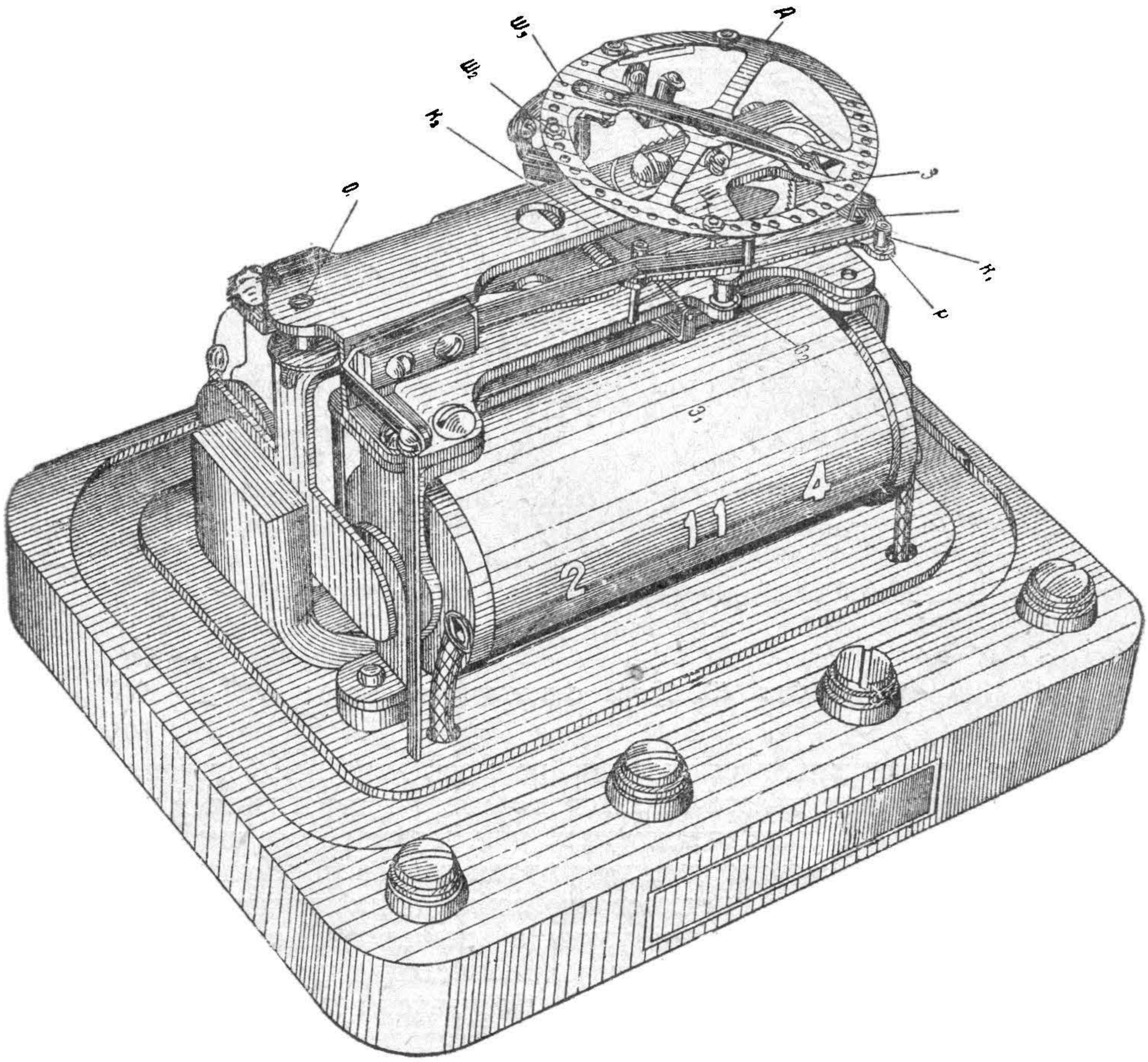
§ 15. Вызывной ключ

Для осуществления посылки избирательного вызова посредством кодовой комбинации импульсов вызывного тока служит автоматический заводной ключ. Существенную часть этого ключа составляет металлический кодовый зубчатый диск $КД$ (фиг. 43). При повороте его рукоятки на четверть оборота кодовый диск под влиянием сильной часовой пружины приходит во вращение, совершая в точности один оборот. Схема посылки вызывных импульсов приведена на фиг. 43.

В нормальном состоянии, когда вызова на линию не посылается, линейная батарея в линейные провода не включена. При посылке вызова ключ совершает вращение в направлении, обратном движению ча-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

совой стрелки. Рядом с кодовым диском расположены две контактные пружины *a* и *b*, изолированные одна от другой. В начале вращения кодового диска пружина *a* приходит в соприкосновение с диском (см. позицию *I*) и замыкает цепь линейного реле *ЛР*, которое срабатывает и включает в линейные провода батарею *ЛБ*. Эта батарея остается включенной на все время вызова, так как пружина *a* остается в соприкосновении с телом кодового диска на все время его вращения.



Фиг. 42. Селектор. Стеклянный колпак снят

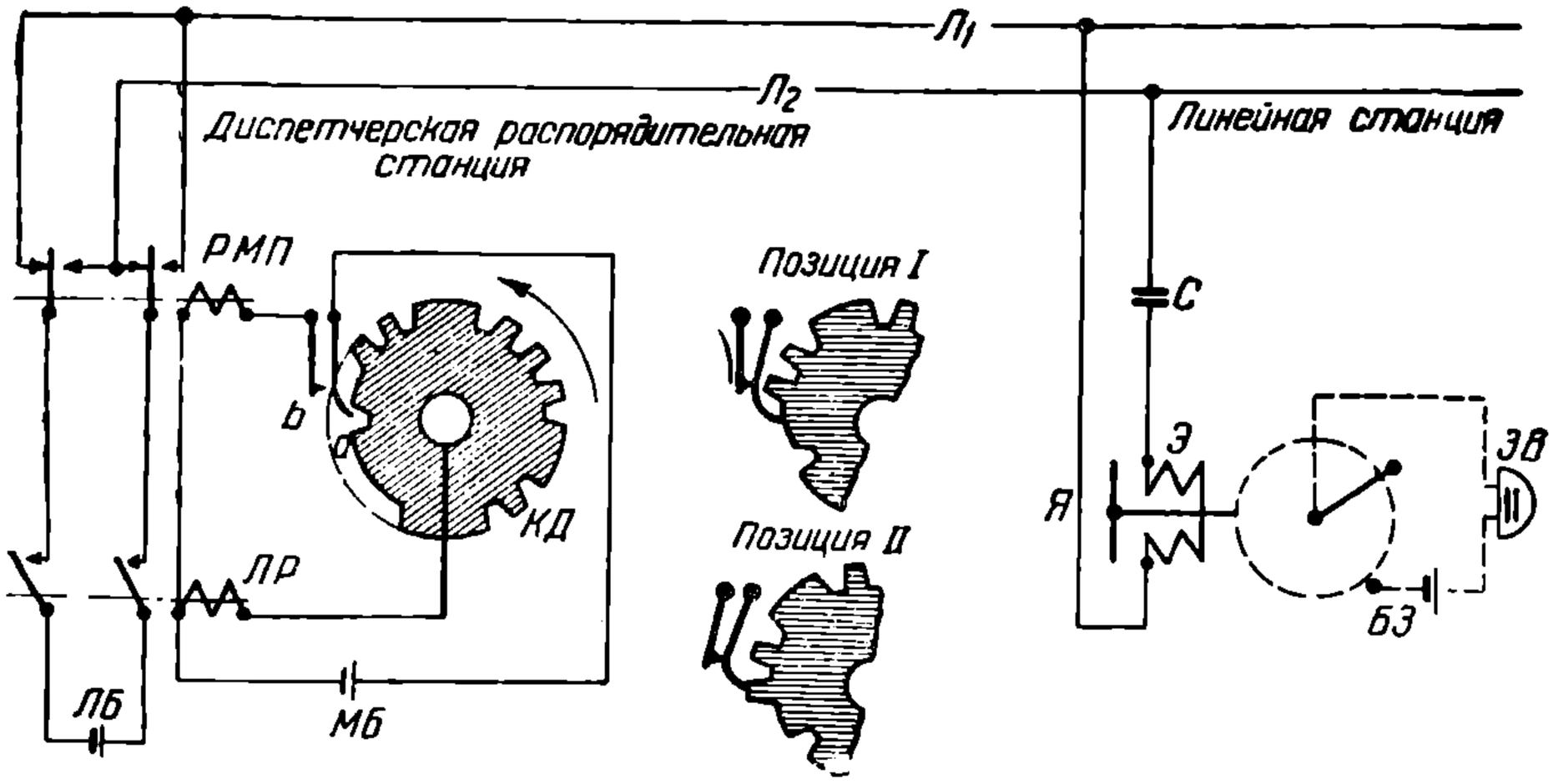
При включении батареи происходит заряд конденсаторов при селекторах. Зарядный ток может заставить селекторы сработать; однако, все их кодовые колеса возвратятся в нормальное положение, не будучи задержаны тормозными пружинами.

При дальнейшем движении кодового диска вызывного ключа пружина *a* надвинется на выступ первого зубца, отодвинется влево еще дальше и придет в соприкосновение со второй контактной пружиной *b* (см. позицию *II*), благодаря чему замкнется ответвление от местной батареи

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

МБ через обмотку р е л е, м е н я ю щ е г о п о л ю с а, *РМП*; последнее сработает, переключит свои якоря в правое положение и тем самым переключит полюсы линейной батареи. Все линейные конденсаторы перезарядятся; через обмотки всех селекторных электромагнитов пройдет ток перезаряда и все они сработают.

Вслед за этим пружина *а* войдет во впадину между первым и вторым зубцами кодового диска и отключится от пружины *b*, реле *РМП* лишится тока и отпустит свои якоря, создав новое переключение полюсов линейной батареи и новый перезаряд конденсаторов и т. д. Из расположения широких и узких зубцов на кодовом диске не трудно видеть, что после 5-го вызывного импульса тока последует некоторый промежуток времени, соответствующий толщине широкого зубца, в течение которого



Фиг. 43. Схема селекторного вызова

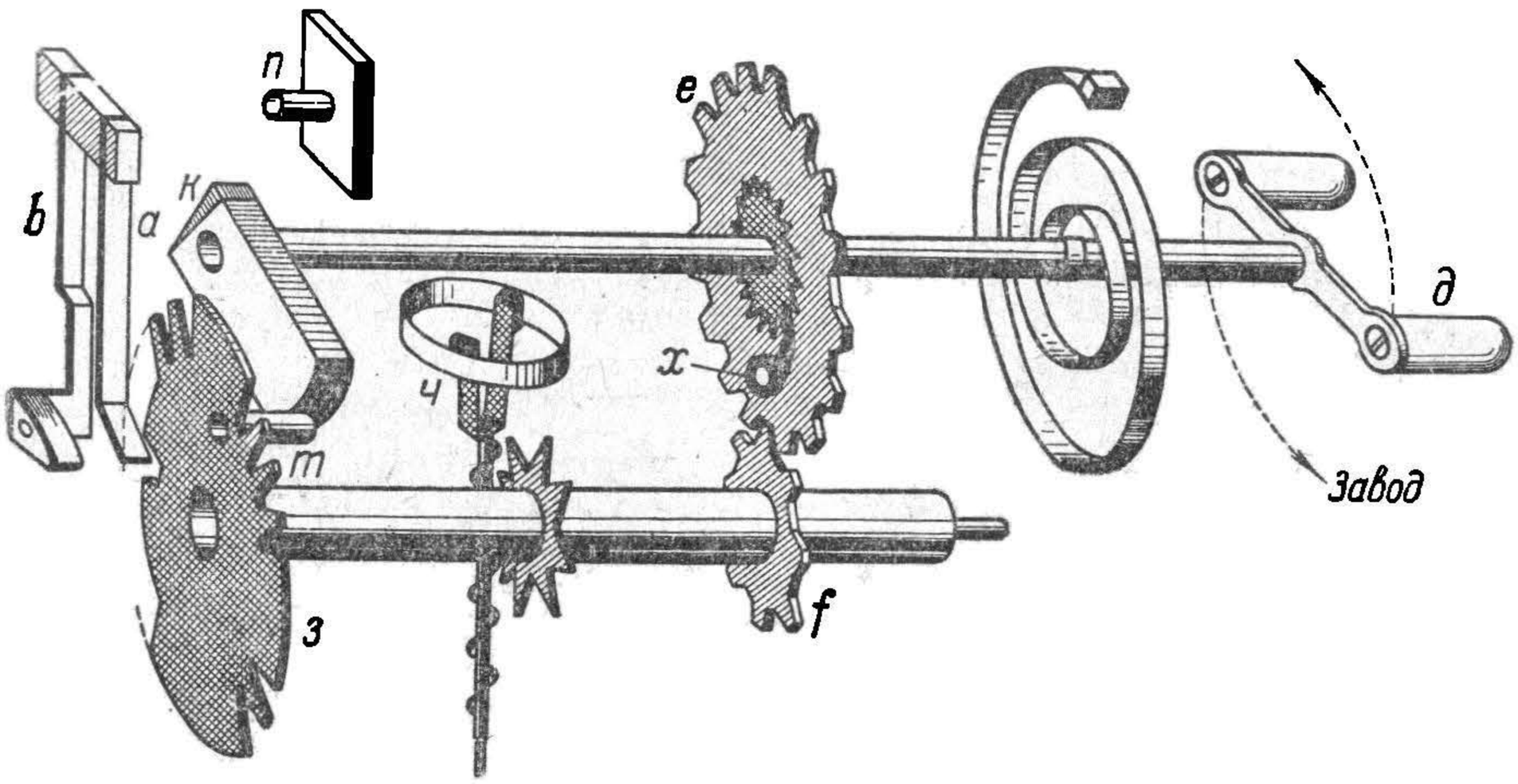
не будет происходить переключений полюсов линейной батареи, а следовательно кодовые колеса селекторов успеют возвратиться в нормальное положение, за исключением тех, у которых первое число кодовой комбинации равно 5 и которые задержатся тормозной пружиной.

Ближайшая перемена полюсов произойдет при опускании пружины *а* во впадину между широким и узким зубцами второй серии. Не трудно убедиться, что фигура кодового диска имеет следующую н а с т р о й к у к л ю ч а: 5—8—4, не считая 18-го импульса, возвращающего селектор в нормальное положение, для чего предвиден достаточный промежуток времени, соответствующий широкой последней впадине. Вызывной ключ регулируется так, чтобы время полного оборота кодового диска совершалось в 7—8 сек.

Схема конструкции ключа «Вестерн», принятого у нас на поездных диспетчерских цепях, показана на фиг. 44. Завод ключа совершается по часовой стрелке на четверть оборота рукояткой *d*; стопорное приспособление в виде кулачка *k*, насаженного на оси рукоятки, ограничивает размах завода в точности на четверть оборота; кулачок в нормальном положении упирается в штифт *m*, укрепленный на кодовом диске; в заведенном же положении упирается в штифт *n* на раме ключа. При заводе

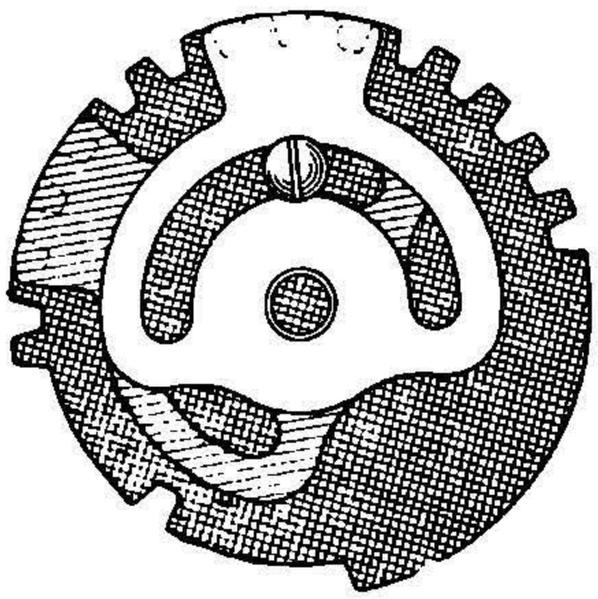
НБ УДУНТ (ДІІТ)

рукоятки ось ее вращается в холостую, а при обратном движении храповик *x* сцепляется с храповым колесом *e* и передает движение через зубчатое колесо *f* нижнему валу, несущему кодовый диск. Остановка обратного хода совершается кулачком *k*. Равномерность хода механизма ре-

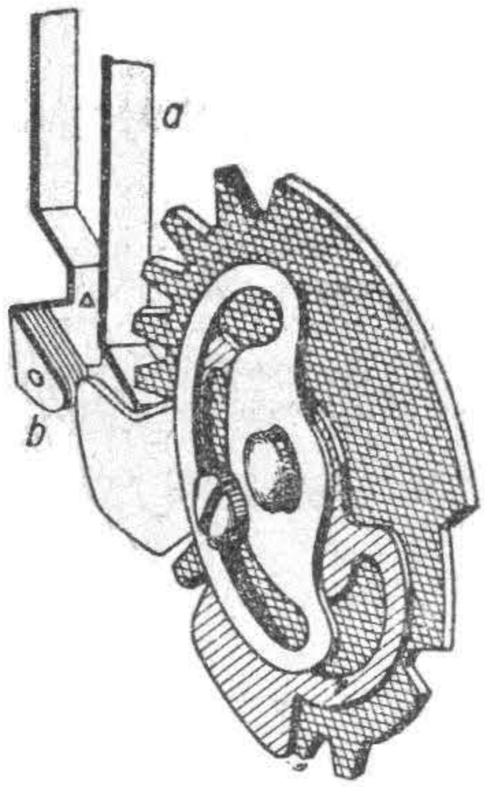


Фиг. 44. Схема конструкции вызывного диспетчерского ключа

гулируется автоматически центробежным регулятором хода *ч*, грузики которого при чрезмерной скорости расходятся в стороны под действием центробежной силы и трением о внутреннюю поверхность круглой открытой коробки затормаживают ход до определенной скорости.



Фиг. 45. Настройка на комбинацию 3—4—10

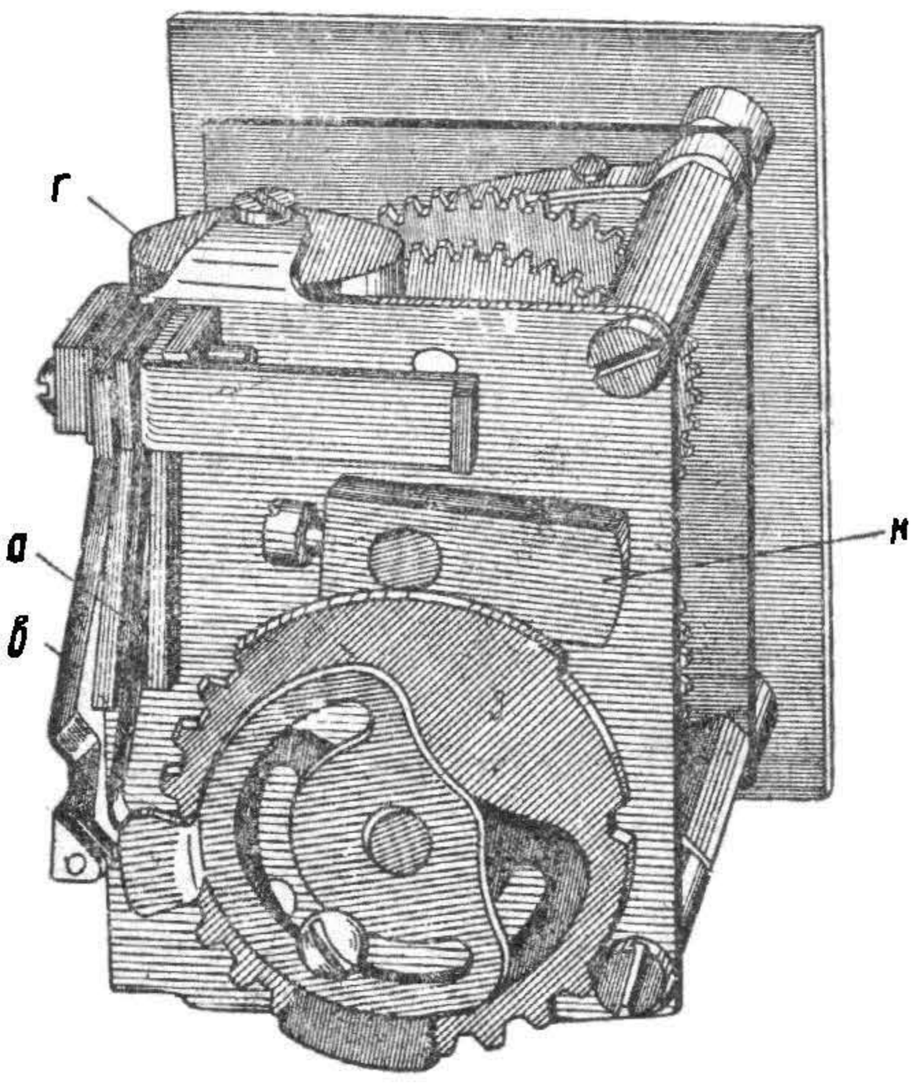


Фиг. 46. Кодовый диск с изогнутой сегментной накладкой

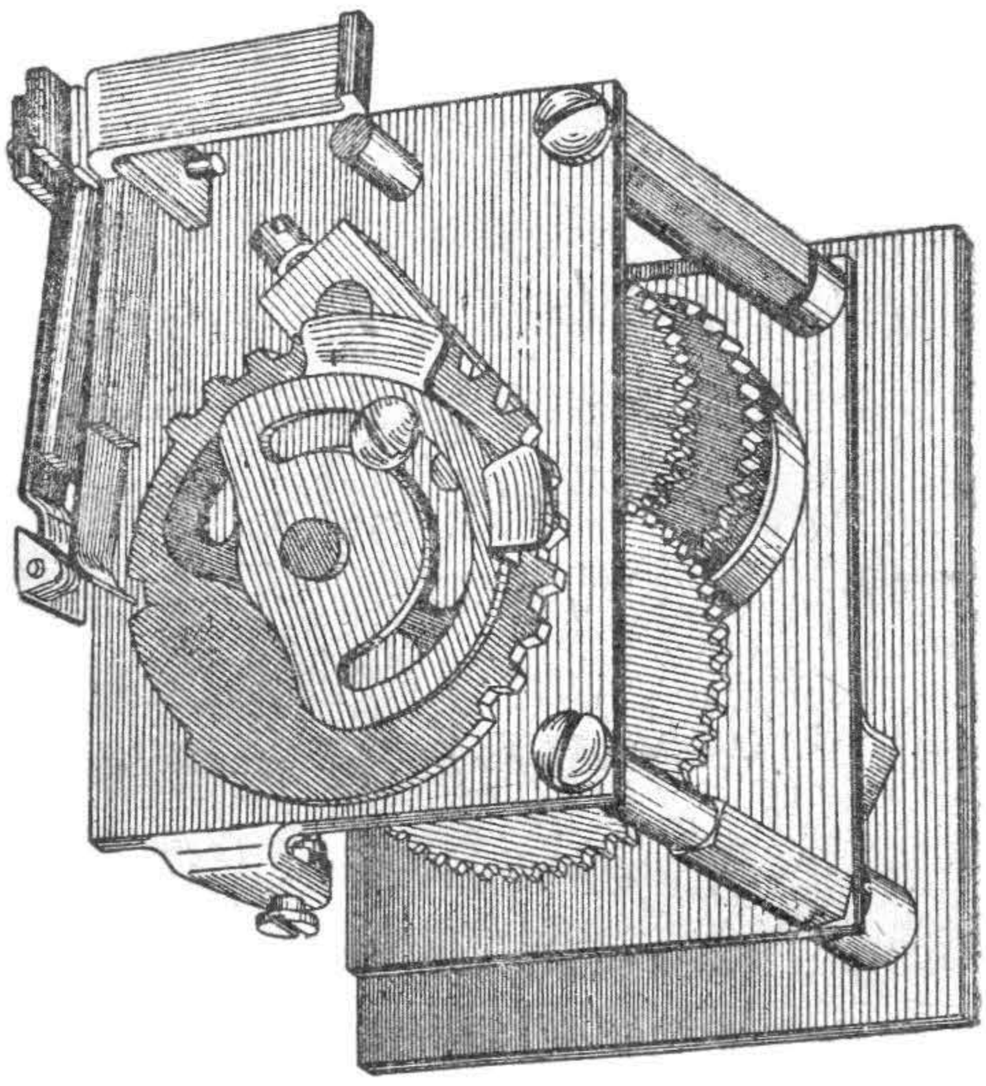
Различная кодовая настройка получается при различном чередовании числа узких зубцов с широкими. Этого можно достигнуть двумя путями: либо изготовлением специальных для каждой настройки зубчатых дисков, либо же посредством передвижных сегментных накладок; пример настройки 3—4—10 показан на фиг. 45. В американ-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

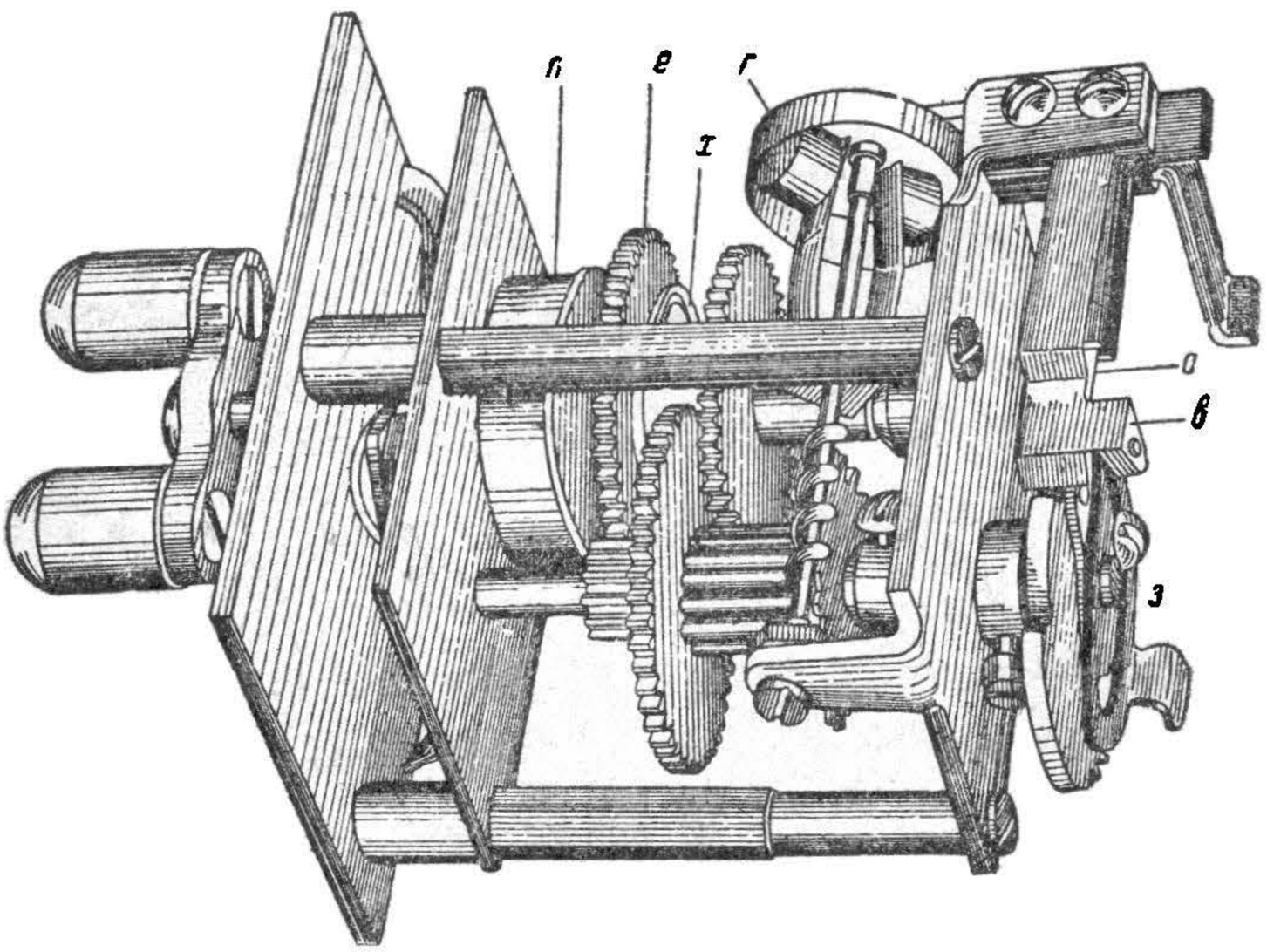
ских ключах «Вестерн» настройка делается посредством передвижных накладок, чем избегается трудность фрезерования отдельных индиви-



Фиг. 47-а. Вызывной ключ. Вид со стороны зубчатого кодового диска. Рабочее положение



Фиг. 47-б. Вызывной ключ. Нормальное положение



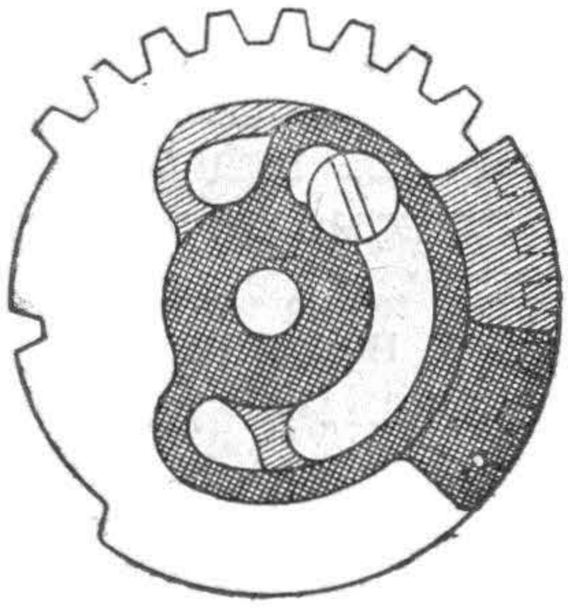
Фиг. 48. Вызывной ключ. Вид сбоку

дуальных дисков и достигается однотипность, взаимозаменяемость деталей с уменьшением числа разнообразия запасных частей.

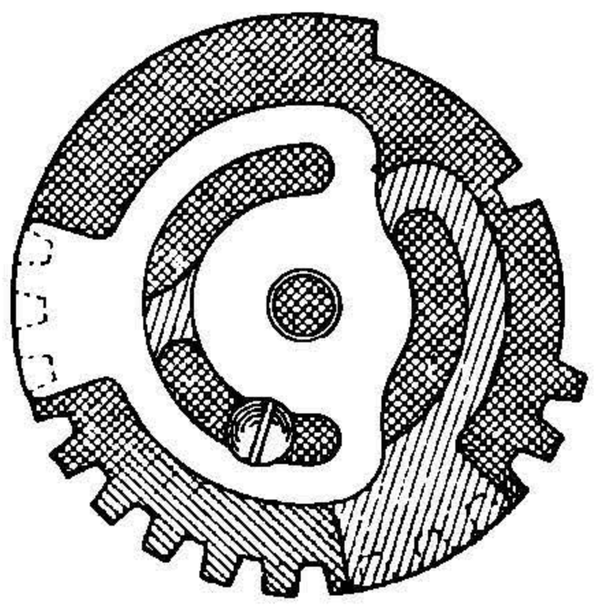
Однако, одними плоскими сегментными накладками не представляется возможным подобрать любую комбинацию, например: 3—3—11.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для этого необходимо после посылки 6-го вызывного импульса не допустить соединения между собою контактных пружин в течение промежутка времени между второй и третьей группами импульсов. Достигнуть этого можно применением накладок с изогнутым сегментом; такая накладка отодвинет вторую пружину *b* на такое расстояние, что не допустит соприкосновения с ней первой пружины *a* даже при нахождении ее на выступе зубца (фиг. 46).



Фиг. 49. Циркулярная настройка



Фиг. 50. Групповая настройка 5—12—0

Внешний вид вызывного ключа показан на фиг. 47-а, 47-б и 48.
Для осуществления циркулярного вызова, т. е. одновременной посылки вызова всем линейным станциям, надо создать такой вызывной ключ, который мог бы послать под ряд 17 вызывных импульсов, т. е. послать одну группу их без промежутков. Такую настройку легко получить, если двумя плоскими сегментными накладками прикрыть последние узкие зубцы. В этом случае кодовые колеса всех линейных селекторов передвинутся на 17 шагов и займут звонковое положение. На фиг. 49 показана эта настройка; легко усмотреть, что продолжительность циркулярного вызова будет значительнее, чем при индивидуальном вызове.

Пусть селекторы имеют настройку с одинаковым первым или последним числом, например:

Первая группа:	Вторая группа:
5—7—5	4—2—11
5—8—4	3—3—11
5—9—3	2—4—11

В этом случае станции первой группы можно одновременно вызвать, если устроить ключ с настройкой 5—12—0. Такую комбинацию легко получить, если одной из сегментных накладок прикрыть последние узкие зубцы, а другую поместить так, чтобы получилось первое кодовое число, равное 5. Такая настройка показана на фиг. 50.

Соответственно этому групповой вызов для второй группы станций можно осуществить ключом с настройкой 6—11—0.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

§ 16. Число кодовых комбинаций

В процессе посылки вызова последний одиночный импульс тока является освобождающим кодовые диски селекторов и возвращающим их в нормальное положение. По этой причине число е д и н и ц а не может входить в состав кодовой комбинации чисел. Предположим, что единица входит в состав первой группы вызывных импульсов, например:

1—10—6.

Такая кодовая комбинация не может быть допущена, так как при вызове любой другой станции последний освобождающий импульс передвинет кодовый диск нашей станции на одну позицию и задержит его в этом положении. Если затем потребуется вызвать нашу станцию, то вызова не получится, так как кодовый диск селектора проскочит звонковый контакт, дойдет до 18-й позиции и ничем затем не задерживаемый возвратится в нормальное положение, в котором не останется, так как освобождающий импульс установит его опять на 1-й позиции.

Предположим теперь, что единица входит в состав второй группы вызывных импульсов, например:

10—1—6.

Легко видеть, что при вызове другой станции, имеющей третье кодовое число, равное 10, например:

3—4—10,

кодовый диск селектора нашей станции задержится в промежуточном положении, а именно: при посылке последней группы 10 импульсов селекторный диск задержится на 10-й позиции, а при последующем освобождающем импульсе он передвинется еще на один шаг и не возвратится в нормальное положение. Если затем вызвать нашу станцию, то вызова не получится.

Допустим теперь, что единица входит в состав третьего кодового числа, например:

10—6—1.

Кодовый диск селектора такой настройки задержится в промежуточном положении при вызове станции, имеющей настройку с последним кодовым числом, равным 6; например:

7—4—6.

Следовательно и в этом случае будут наблюдаться перебои в вызовах.

Комбинация с числом единица не применяется также и по соображениям, чтобы селектор не срабатывал в момент заряда линии от включения медленнодействующего реле.

Определим теперь количество возможных индивидуальных вызовов. Пусть сумма кодовых чисел трех групп равна m. Напишем уравнения всех кодовых комбинаций, начинающихся с числа n:

$$\left.\begin{aligned} (n)+(2)+[m-(n+2)] &= m,\\ (n)+(3)+[m-(n+3)] &= m,\\ (n)+(4)+[m-(n+4)] &= m,\\ (n)+[(m-2)-n]+(2) &= m. \end{aligned}\right\} \text{ всего } K_n \qquad (1)$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Средний вертикальный ряд показывает, что число написанных комбинаций $K_n = [(m-2)-n]-1$, т. е.

$$K_n = m - n - 3. \tag{2}$$

По формуле (2) можно определить число кодовых комбинаций, входящих в ту или другую группу, начинающуюся и оканчивающуюся данным числом.

Число же всех кодовых комбинаций при различных значениях n равно:

$$\Sigma [K_n] = \Sigma [m-n-3]_{n=2}^{n=m-4}; \tag{3}$$

верхним пределом является число n, определяемое из уравнения:

$$[n] + [2] + [2] = m,$$

а нижний предел числа n, как рассмотрено выше, не может быть менее 2. Поэтому

$$S_m = \sum_{2}^{m-4} [K_n] = (m-5) + (m-6) + (m-7) + \ldots [m-(m-4)-3],$$

если же написать члены в обратном порядке, то

$$S_m = \sum_{2}^{m-4} [K_n] = 1 + 2 + 3 + \ldots + (m-5)$$

будет представлять собою арифметическую прогрессию ряда натуральных чисел. Поэтому:

$$S_m = \frac{(m-4)(m-5)}{2} \tag{4}$$

В нашей же конструкции селектора $n = 17$, следовательно:

$$S_{17} = 78 \text{ комбинациям.}$$

При $n = 16$ получаем:

$S_{16} = 66$ комбинаций, что является недостаточным;

при $n = 18$ получаем:

$S_{18} = 91$ комбинация—излишний запас, при замедленном вызове.

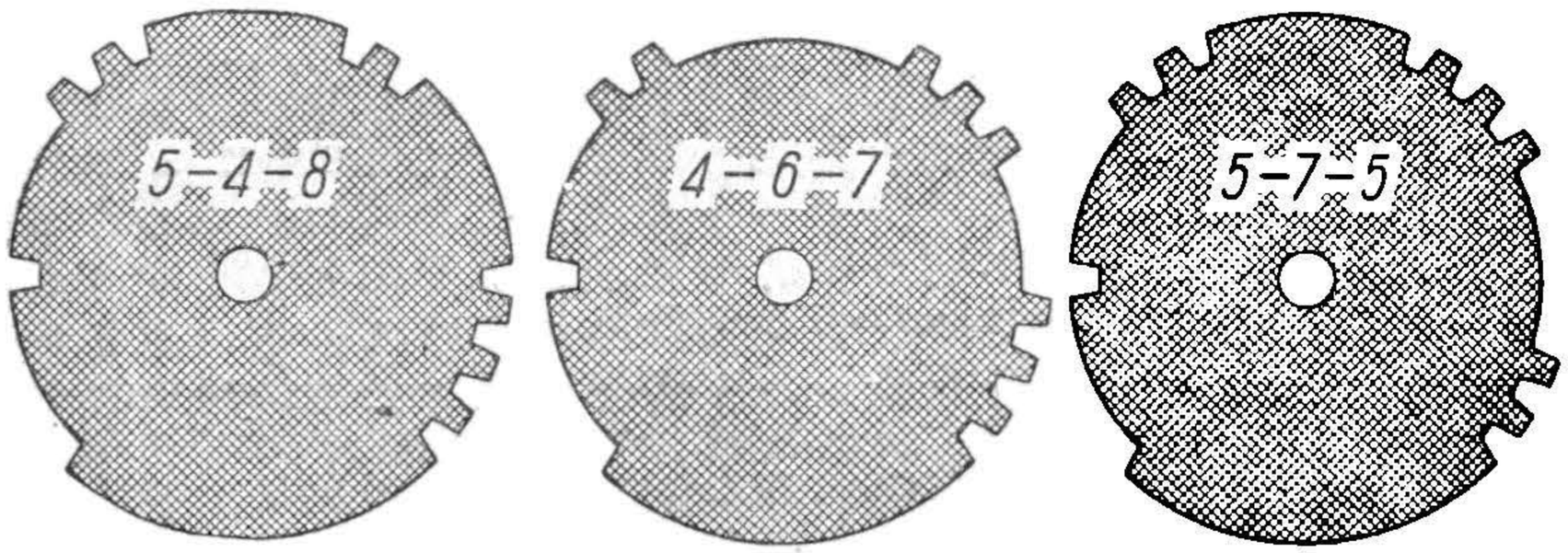
§ 17. Различные конструкции вызывного ключа

В универсальном ключе завода «Транссвязь» кодовые диски представляют собою зубчатые диски ключа «Вестерн» без сегментных накладок. Поэтому в универсальном ключе каждой настройке должен соответствовать отдельный диск. Типы дисков изображены на фиг. 51. Первый диск с настройкой 5—4—8 соответствует диску «Вестерн» с двумя плоскими накладками. Второй диск с настройкой 4—6—7 соответствует диску «Вестерн» с двумя изогнутыми накладками. Третий диск с настройкой 5—7—5 соответствует диску «Вестерн» с плоской и изогнутой сегментными накладками. Таким же способом можно получить диски для желаемой групповой и циркулярной настройки.

Все изготовленные таким образом диски насаживаются плотно на

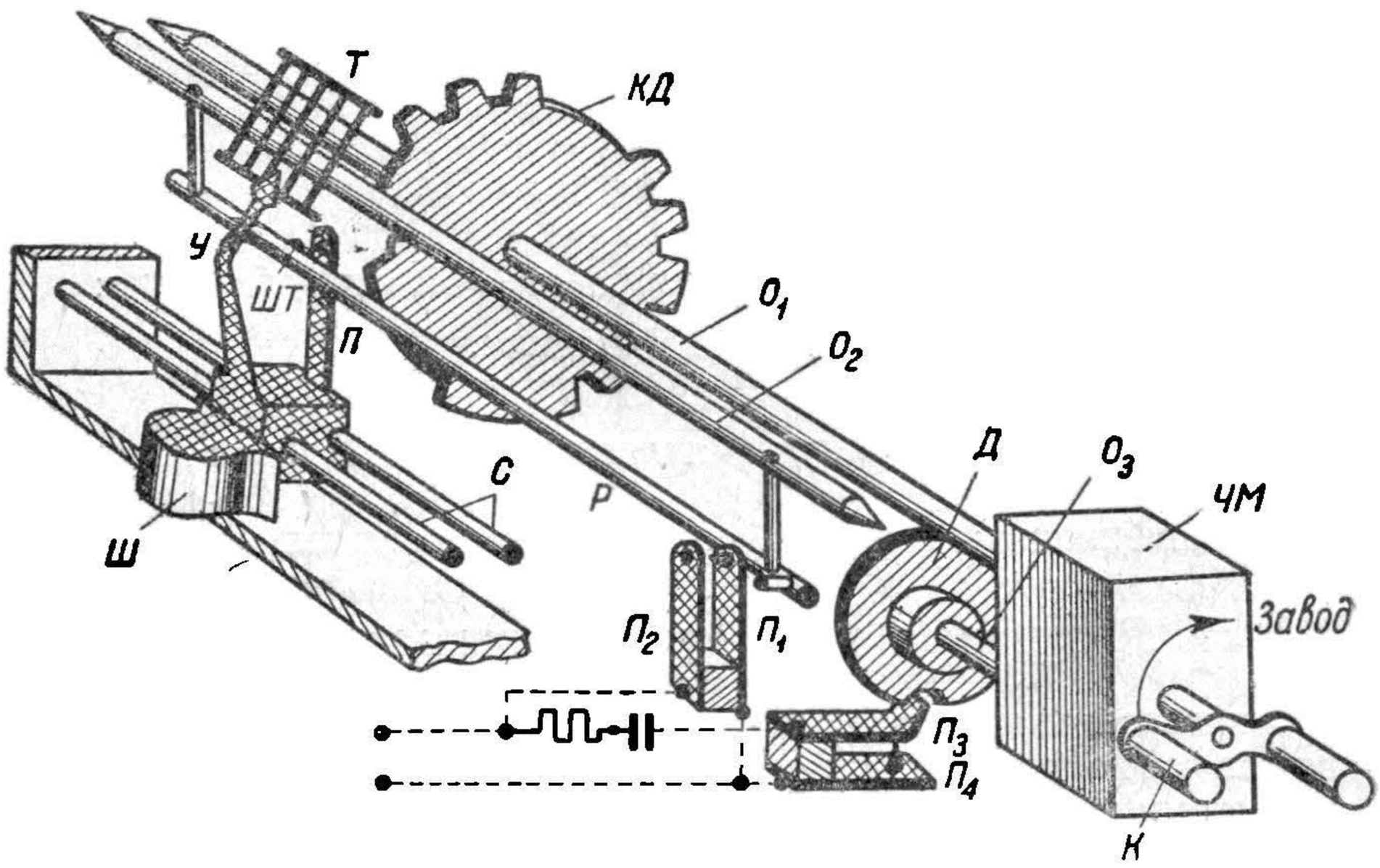
НБ УДУНТ (ДІІТ)

одну ось и вся эта система может приводиться во вращательное движение посредством такого же часового механизма, какой имеется в американских ключах. Схема механизма ключа показана на фиг. 52. O_1—ось с насаженными на нее кодовыми дисками *КД*. *Р*—рамка, качающаяся



Фиг. 51. Кодовые диски универсального ключа системы «Транссвязь»

на оси O_2. Движок *Ш* с насаженными на его колодку пружиной *П* и указателем *У* может передвигаться влево и вправо по стержням *С* и, останавливаясь перед каким-либо кодовым диском, защелкивается пружинкой, входящей в углубление колодки движка. *ЧМ*—часовой механизм. *К*—рукоятка для завода ключа на четверть оборота.



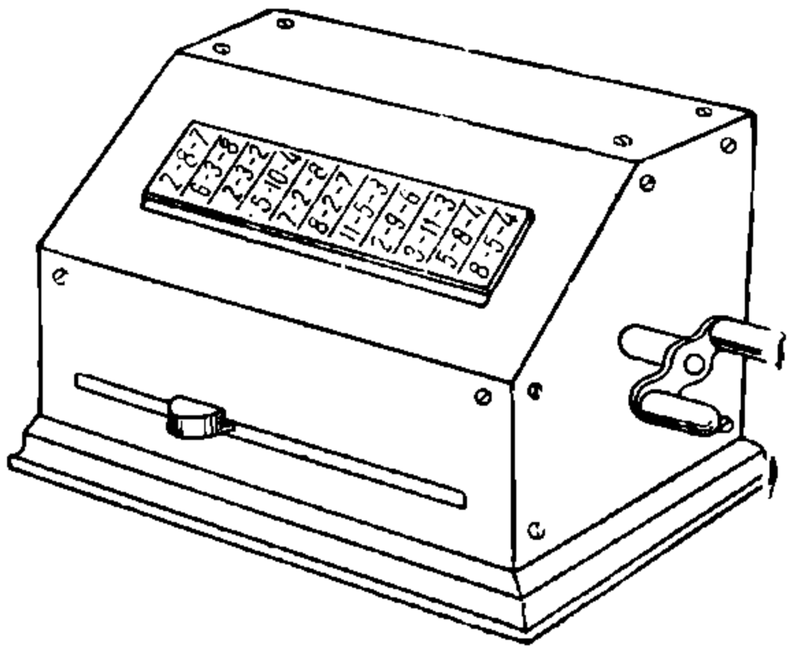
Фиг. 52. Схема конструкции универсального ключа системы «Транссвязь».

При обратном ходе контакт пружины *П* скользит по поверхности зубцов одного из кодовых дисков и совершает колебательное движение, заставляя своими отклонениями качаться рамку. Нижний ее стержень при этих качаниях нажимает на контактную пружину $П_1$, которая, соприкасаясь с другой пружиной $П_2$, управляет реле, меняющим полюса, *РМП*. Одновременно с движением кодового диска вращается также и

НБ УДУНТ (ДІІТ)

диск *Д*. замыкающий контакт между пружинами $П_3$—$П_4$ и тем самым включающий искрогаситель на все время хода ключа. Если бы искрогаситель был постоянно включен в цепь, то через него могли бы ответвляться разговорные токи. Если требуется вызвать какую-либо другую станцию, то для этого надо пружину *П* передвинуть к диску, имеющему соответствующую настройку.

Внешний вид ключа показан на фиг. 53.



Фиг. 53. Внешний вид универсального ключа

Преимуществами ключа этой системы являются: компактная его форма, достигаемая тем, что имеется только один часовой механизм, дешевизна изготовления и возможность введения ограничительного вызова. Если требуется ограничить право вызова некоторыми абонентами, то для этого надо выключить из действия кодовые диски остальных абонентов. Это достигается отгибанием штифта *ШТ* вниз, так что пружина *П* при своих колебаниях не будет уже упираться в него, а следовательно не будет и раскачивать рамки *Р* даже в том случае, если поставить указатель *У* против названия выключенной станции.

К несовершенствам ключа надо отнести: излишние манипуляции при вызове; возможность ошибочной установки указателя; возможность во время вызова передвинуть движок и спутать вызывной код; занятость при вызове иногда обеих рук, если например движок будет передвигаться с затруднением; невзаимозаменяемость дисков и усложнения в процессе фрезерования большого числа типов их; затруднительность замены отдельных дисков; неисправность отдельных деталей выводит из строя весь ключ.

Указанные обстоятельства не позволяют применять ключ в диспетчерской службе; однако, прочие его качества дают ему преимущество при применении на других цепях с избирательным вызовом.

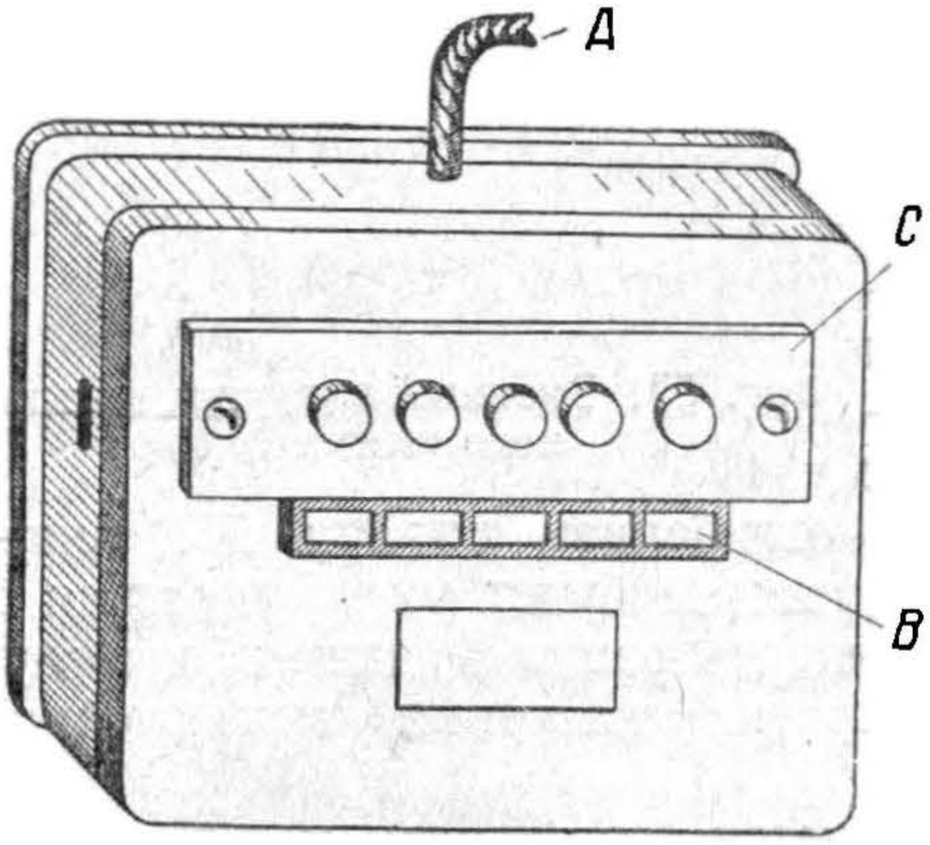
Кнопочный ключ системы «Кук». Громоздкость вызывного шкафа с ключами «Вестерн» и усилия, производимые диспетчером при заводе этих ключей, а также излишние движения диспетчера при пользовании ключами, послужили причиной появления ключей кнопочного типа.

Американский ключ системы «Кук» представляет собою небольшой ящик (фиг. 54), на крышке которого укреплена небольшая панель с вызывными ключами нажимного типа. Эта панель по размерам своим одинакова с коммутаторной рамкой гнезд и может быть смонтирована на общем коммутаторе; она легко может быть вделана в стол диспетчера в любом удобном для него месте. Схема кнопки показана на фиг. 55. При нажатии кнопка делает необходимое переключение контактных пружин и в нажатом положении запирается общей для всех ключей защелкой *З*, представляющей собою пластинку с якорем *Я* и общим электромагнитом *Э* для отпирания кнопки в конце времени вызова. Не трудно видеть из чертежа, что при нажатии какой-либо другой кнопки

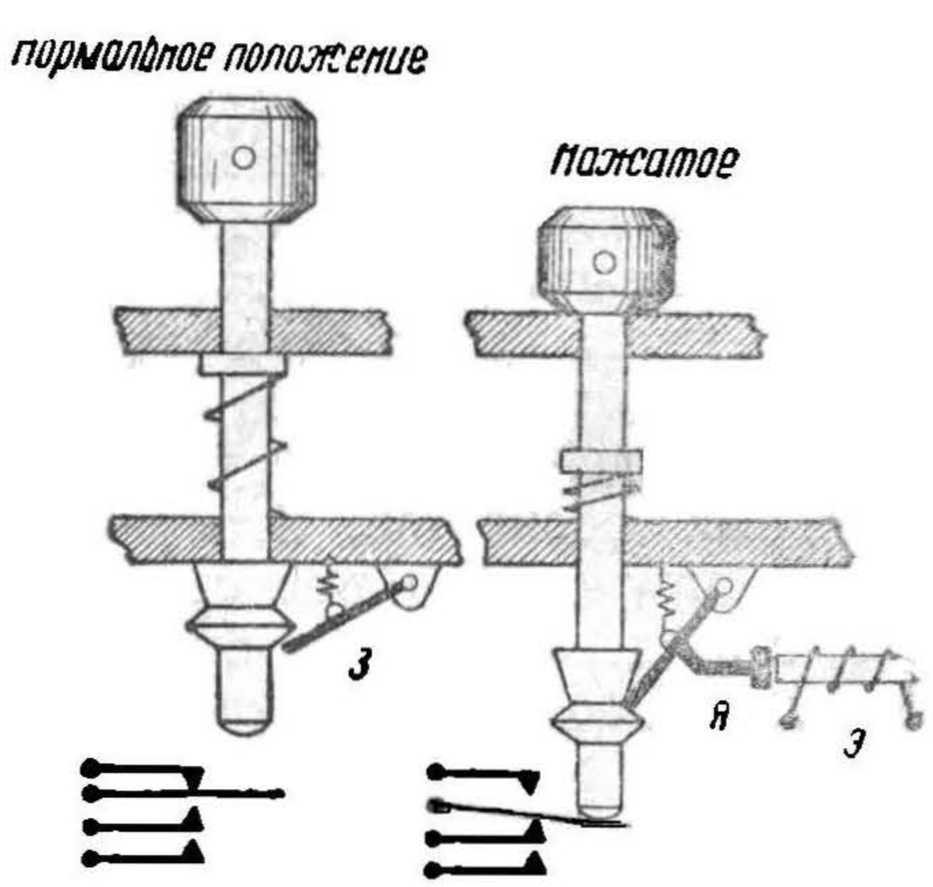
НБ УДУНТ (ДІІТ)

нажатая уже кнопка освобождается. В ключевом ящике, кроме кнопок, смонтирован также и освобождающий их электромагнит.

Ключ системы «Кук» предназначен для замены ключей «Вестерн» и может быть приспособлен к шкафу с вызывными приборами без каких-либо переделок. Для воздействия на линейное реле и реле, меняющее полюса, использован обыкновенный 25-контактный искатель типа «OL», применяемый в АТС, и четыре обыкновенных телефонных реле. Искатель и эти реле смонтированы в особом настенном шкафике.



Фиг. 54. Внешний вид вызывного ключа системы «Кук»: *A*—гибкий кабель для соединения со шкафом искателя и реле, *B*—доска с наименованиями станций, *C*—панель с вызывными кнопками



Фиг. 55. Схема действия кнопки вызывного ключа системы «Кук»

Искатель имеет 4 ряда контактных ламелей (фиг. 56), из которых 4-й ряд предназначен для управления реле, меняющее полюса, *РМП*. При скольжении щеток по четным контактам замыкается цепь включающего реле *ВР*, срабатывание последнего замыкает цепь *РМП* и тем самым переключает контакты линейной батареи *ЛБ* в линейных проводах $Л_1$—$Л_2$. Фиг. 57 представляет собою развернутую схему этого ряда контактов и поясняет способ кодовой настройки. При нажатой кнопке четные ламели и одна нечетная, 23-я, имеют плюс. Для получения требуемой кодовой настройки кнопку надо включить так, чтобы необходимая четная ламель была лишена потенциала. Схема показывает, что система «Кук» допускает возможность циркулярной и групповой настройки.

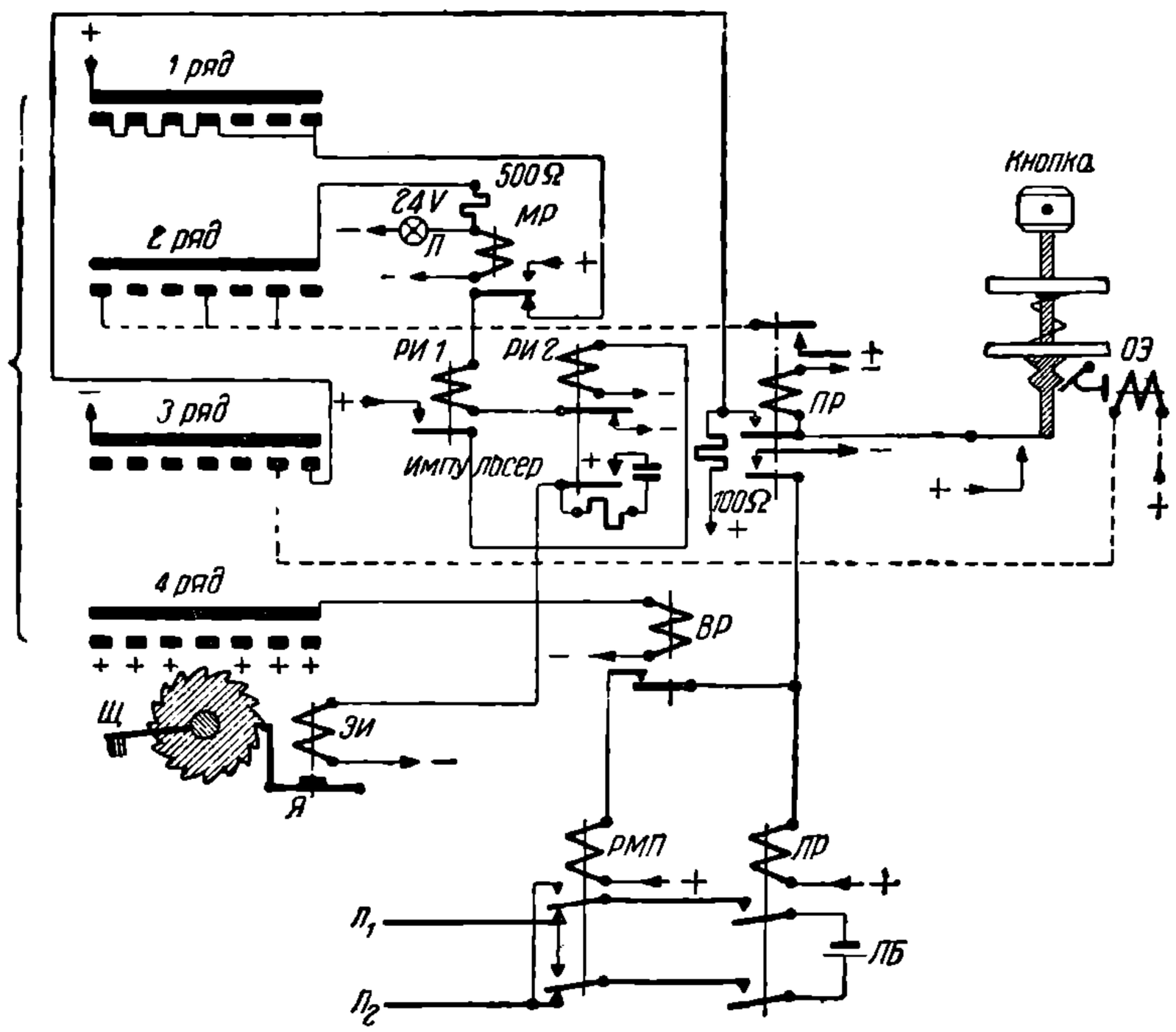
На фиг. 57 показаны два примера включения контактов вызывных кнопок для кодовых настроек: 4—9—4 и 8—7—2. На схеме не трудно сосчитать число импульсов, соответствующих этим настройкам.

Рассмотрим процесс вызова (фиг. 56). При нажатии кнопки замыкается цепь предварительного реле *ПР*. При срабатывании его: 1) замыкается цепь линейного реле *ЛР*, включающего в линию вызывную батарею *ЛБ*, 2) реле *ПР* заблокировывает себя через сопротивление 100 Ω и тем самым держит включенной линейную батарею на все время

НБ УДУНТ (ДІІТ)

вызоза и 3) подается плюс на ламели второго ряда искателя, вследствие чего обмотка медленнодействующего реле *МР* получает питание. Через сопротивление 500 Ω замедленность его действия достигается параллельно включенной лампой *Л* и необходима для обеспечения полного заряда линии от *ЛБ*.

Срабатывание *МР* приводит в действие последовательно одно за другим оба реле импульсера *РИ1—РИ2*; при этом срабатывание *РИ2* вле-

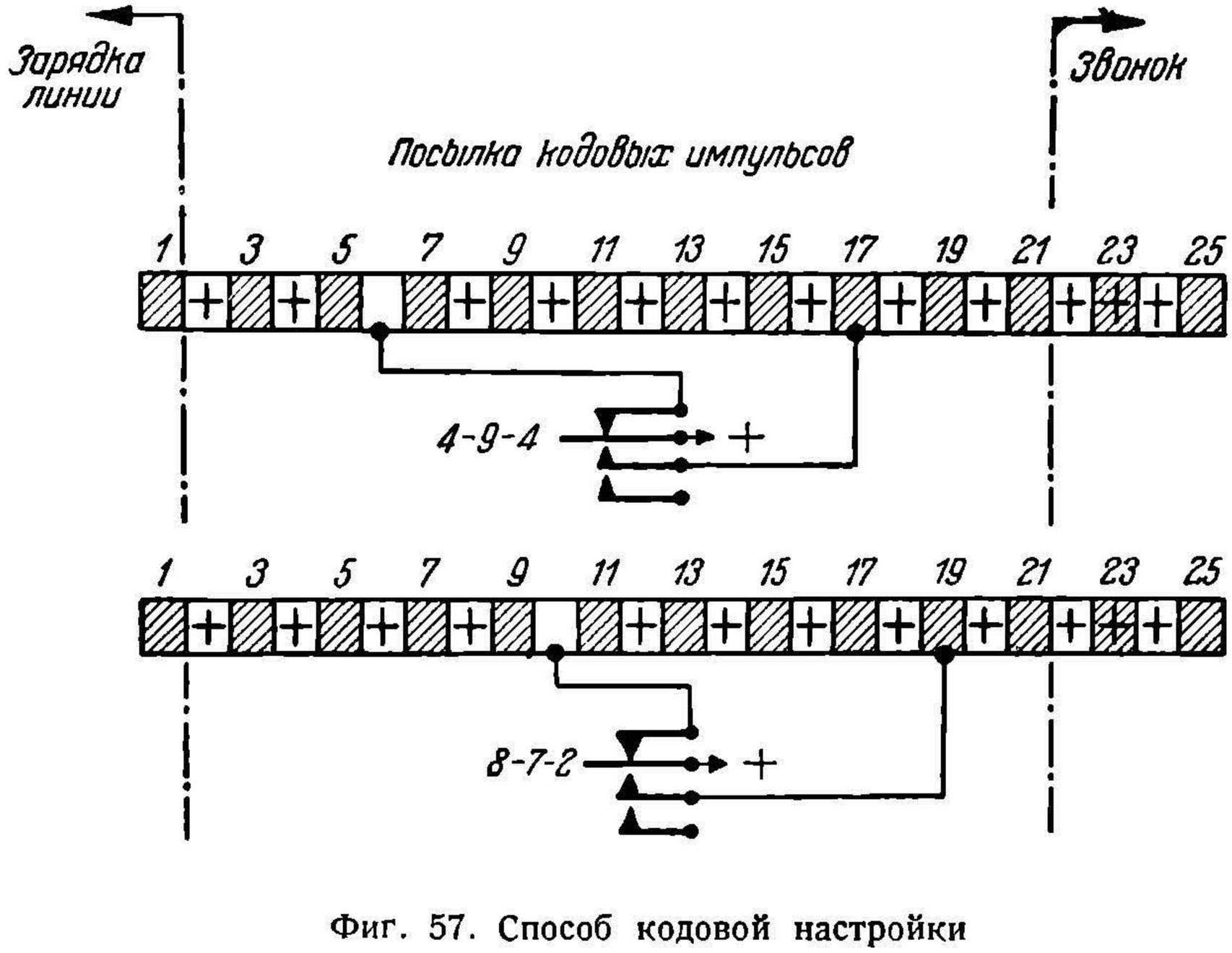


Фиг. 56. Схема вызывного ключа системы «Кук»

чет за собою разрыв цепи *РИ1* и включение электромагнита *ЭИ* движущего механизма искателя со щетками *Щ*, насаженными на ось зубчатого колеса, передвигаемого якорем *Я*. Параллельно контакту, замыкающему цепь *ЭИ*, включен искрогаситель. Импульсер создает, таким образом, ряд замыканий и размыканий, влекущих за собою шаговое движение щеток искателя, а следовательно и попеременное срабатывание и отпускание якоря включающего реле *ВР*, т. е. попеременное срабатывание *РМП*. Соответственно кодовой настройке в соответствующие моменты реле *ВР* замедлит свое действие; такое замедление произойдет так же при продвижении щеток на участке *22—25*, которому соответствует звонковое положение селектора. При скольжении щеток по *22—24* контактам первого ряда прекращается питание реле импульсера, т. е. удлиняется время действия звонка. При положении щеток на *24* контакте третьего ряда срабатывает электромагнит *ОЭ*, освобождающий нажатую кнопку, а при передвижении их на *25* контакт того же ряда деблокирует реле *ПР* вследствие встречного питания и выключает *ЛБ*, а искатель занимает исходное положение.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вслед за ключами системы «Кук» американская фирма «Automatic Electric Inc» в Чикаго выпустила для той же цепи ключ с нажимными кнопками. Внешний вид ключевого ящика напоминает ящик «Кук». Кнопки смонтированы на общей панели в несколько горизонтальных рядов по десять кнопок в каждом ряду. Расстояние между кнопками составляет один дюйм (25,4 *мм*) как по горизонтальному, так и по вертикальному направлению. В этой системе также использован принцип АТС. Импульсер здесь маятникового типа, близкого к конструкции



Фиг. 57. Способ кодовой настройки

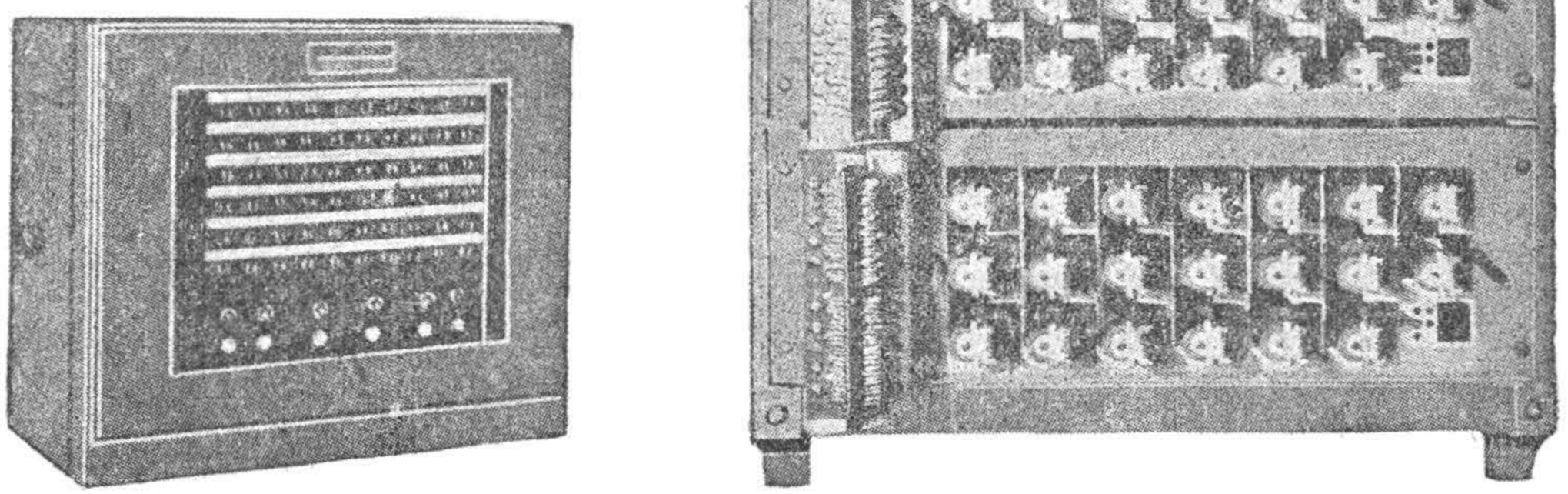
регулятора электрических часов. Такой импульсер посылает в линию импульсы тока, строго идентичные между собою, благодаря чему исключается необходимость постоянного наблюдения за тщательной работой механизмов большого количества заводных ключей. Три особых «продвигающих» кнопки могут переключать с 17-значного кода на 19-, 21- и 22-значный. Если встречается необходимость удлинить время звонкового сигнала, то надо нажать особую «задерживающую» кнопку. «Задерживающая» и «продвигающая» кнопки связаны с контрольной лампой,—для предупреждения оставления их в действующем положении.

Кодовые реле и импульсер смонтированы отдельно от ключевого шкафа на особой общей раме и прикрыты металлическими кожухами (фиг. 58). Реле применяются типа АТС. Контакты реле дублированы для большей надежности действия и соединены по многократной системе.

Диспетчерский ключ нажимного типа системы «Вестерн». Телефонная лаборатория Белля разработала компактный ключ (фиг. 59) с точным временем посылки импульсов. Синхронный мотор (вместо пружины в ключах вращающегося типа) обеспечивает определенную скорость вращения. Все 78 кодовых комбинаций

НБ УДУНТ (ДІІТ)

осуществляется нажатием соответствующих двух кнопок, по одной на каждой из рамок. Ширина шкафика только 26 *см*. Каждая рамка заключает в себе по 14 кнопок, перенумерованных от 0 до 13; кнопки верхней рамки, окрашенные в красный цвет, дают первое кодовое число, белые кнопки средней рамки дают среднее кодовое число. Семь литерных кнопок нижней рамки предназначаются: для повторного вызова, для приостановки уже начавшегося вызова и др. Кнопки с цифрами 0 и 1 служат для циркулярного и группового вызовов. Для надписей названия станций и соответствующего им кода в верхней части шкафика имеется табличка.



Фиг. 58. Внешний вид ключевого шкафика (справа) и рамы с панелями (слева) на которых смонтированы маятниковый импульсер, кодовые и др. реле

На германских железных дорогах вызывной ключ смонтирован в виде пульта с нажимными кнопками. Описание его помещено в § 25.

§ 18. Физические процессы при вызове

Рассмотрим глубже физические процессы, происходящие при посылке избирательного вызова. На фиг. 60 показана точная конструкция кодового диска вызывного ключа. На полуокружности этого диска расположено 14,5 зубцов. Определим число периодов колебаний якоря, меняющего полюса реле. Одно полное колебание якоря происходит при проходе контактной пружины ключа от впадины между двумя соседними зубцами до следующей впадины. Таким образом, число пройденных

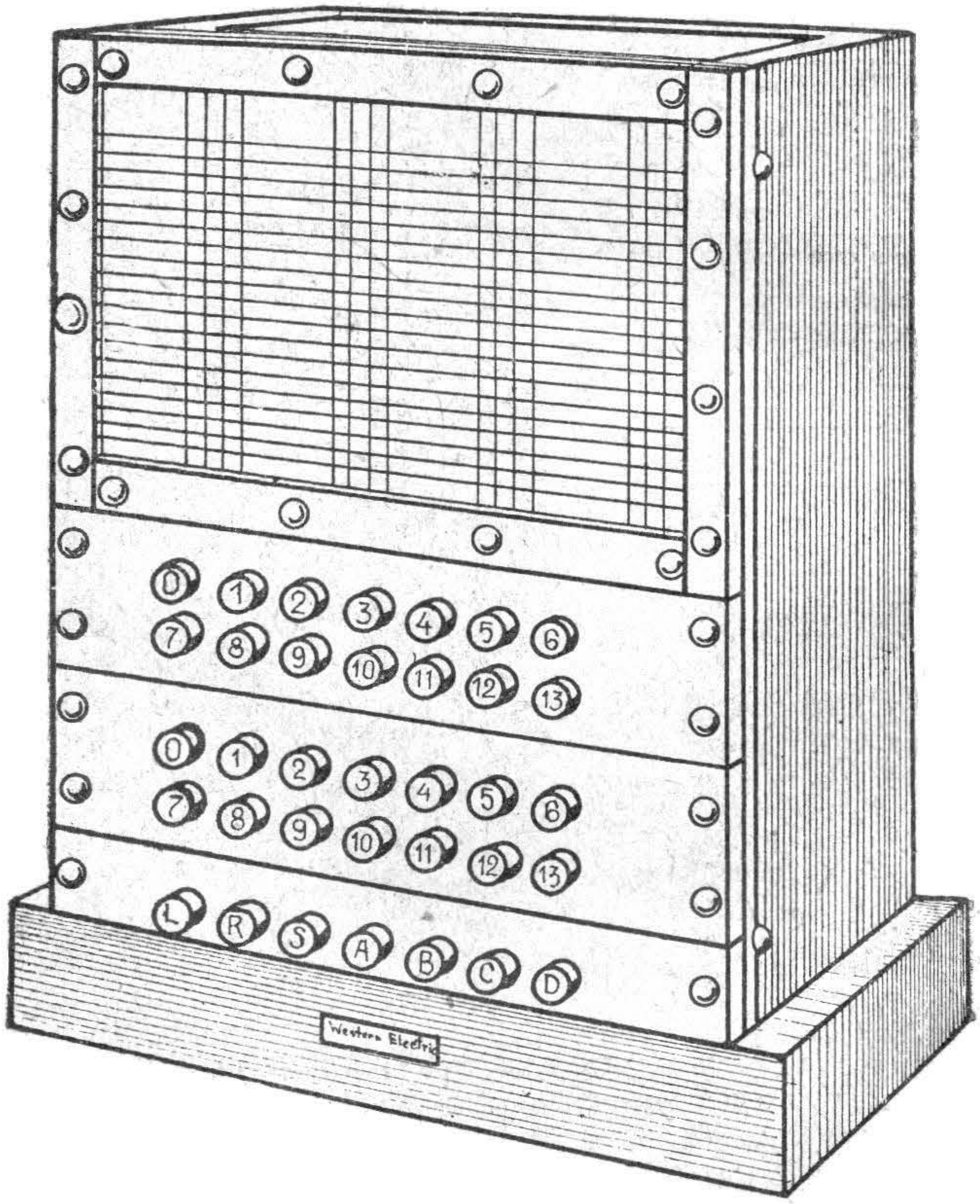
НБ УДУНТ (ДІТ)

зубцов определяет собою число полных колебаний. Полный оборот диска совершается в 7,5 сек., поэтому число периодов:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\left(\frac{7,5}{2} : 14,5\right)} = 3,9 \text{ Hz},$$

$$T = 0,26 \text{ сек.}$$

и круговая частота $\omega = 2\pi f = 22,6$.



Фиг. 59. Вызывной диспетчерский ключ нажимного типа системы Вестерн

При практических расчетах надо учитывать, что при различной регулировке скорости вращения ключа время оборота диска может колебаться от 7 до 8 сек.; поэтому частоту колебаний надо считать в пределах:

$$f = 3,6 - 4,1 \text{ Hz},$$

$$\omega \cong 23 - 26,$$

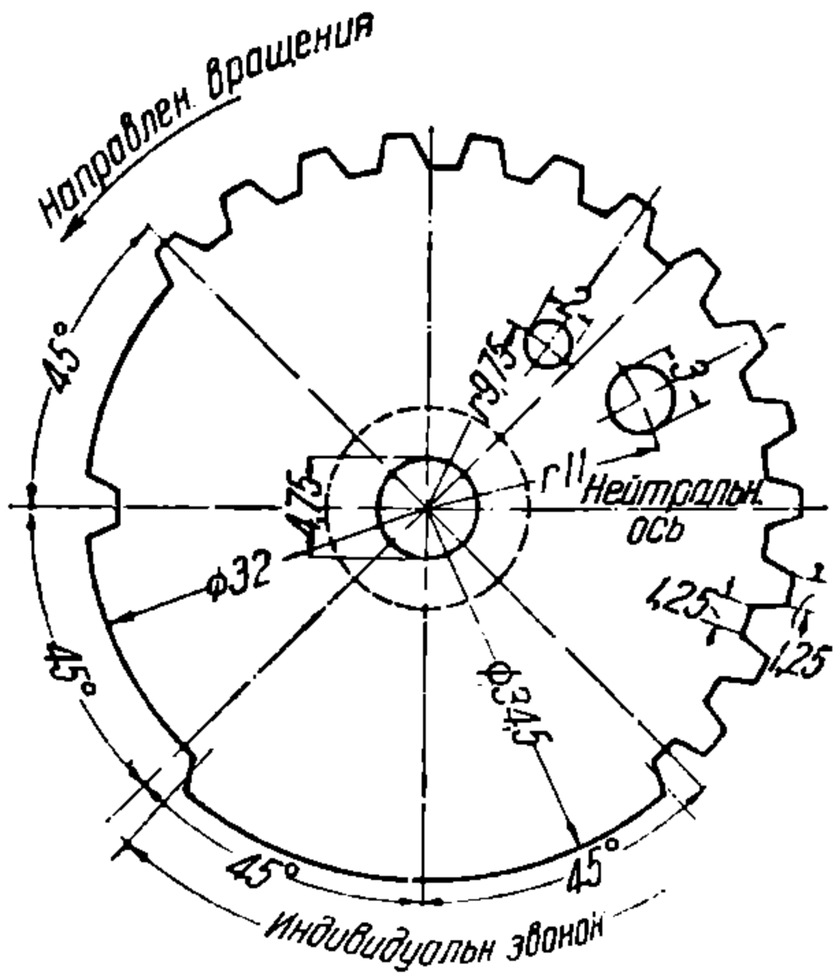
$$T = 0,24 - 0,28 \text{ сек.}$$

При индивидуальном вызове продолжительность звонкового сигнала соответствует дуге диска около 90°, т. е. в пределах от 1,75 до 2 сек.

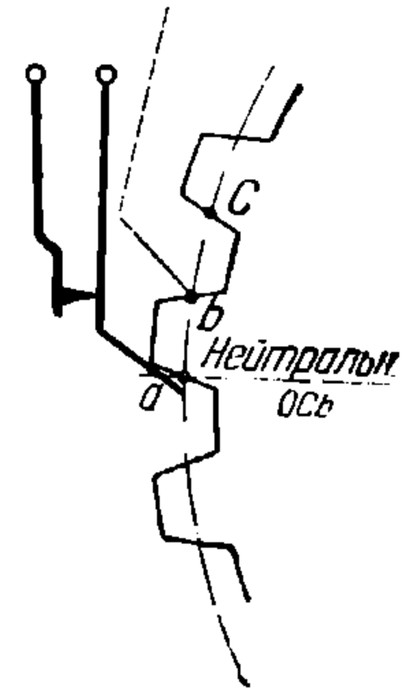
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Первый зарядный период происходит в продолжение времени скольжения пружины до первого зубца по дуге около 45°, т. е. около 0,8—1,0 сек.

Скольжение контактной пружины по очертанию зубцов кодового диска должно происходить таким образом, чтобы линейная батарея включалась на одинаковое время полупериода в линейные провода от одного

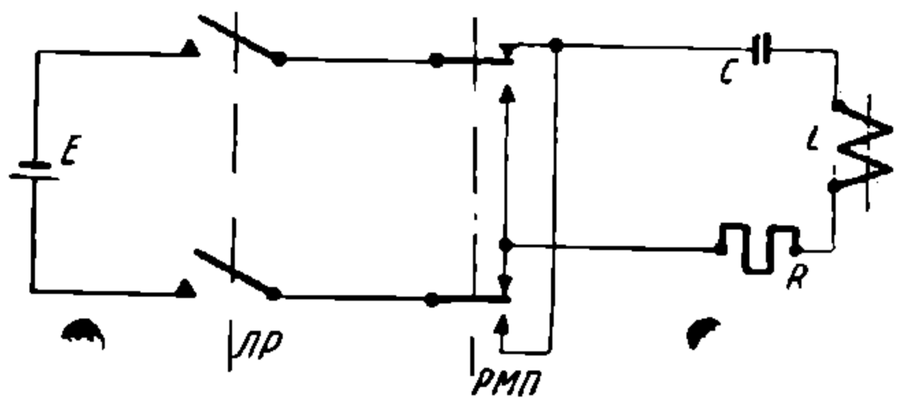


Фиг. 60. Кодовый диск вызывного ключа



Фиг. 61. Регулирование положения контактных пружин

переключения полюсов до другого. Для этого надо соблюсти условие, при котором правая контактная пружина должна приходить в соприкосновение с левой в тот момент, когда скользящий ее конец достигает высоты окружности *abc* (фиг. 61) в момент прохождения точки *a* через нейтральную ось ключа. В этом случае контакт между обеими пружинами будет сохраняться до тех пор, пока точка *b* не пройдет через нейтральную ось. Если $ab=bc$, то время размыкания пружин в точности будет совпадать с продолжительностью замыкания.



Фиг. 62. Эквивалентная схема цепи с одним селектором

Реле, меняющее полюса, должно быть отрегулировано так, чтобы линейная батарея при переключении ее полюсов, по возможности, ни на один момент не выключалась бы из линии, не создавая при этом короткого замыкания. Практически достигнуть этого невозможно и потому стремятся к сокращению времени перекидывания якорей реле, т. е. реле это должно быть б ы с т р о д е й с т в у ю щ и м. В современных конструкциях скорость срабатывания его может быть доведена до тысячных долей секунды.

При параллельном включении селекторов в линейные провода условия разветвления через их обмотки вызывного тока будут различны.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Омическое сопротивление, представляемое линейными проводами на отдельных перегонах, является причиной ответвления тока большей величины в селекторы ближайших к диспетчеру станций; по мере удаления селекторов сила ответвляемого в них тока будет уменьшаться. Это приводит к неодинаковым условиям работы селекторов. Чтобы достигнуть одинаковой силы тока во всех селекторах, надо включать дополнительные сопротивления в ответвления на станциях. Величина их будет возрастать по мере приближения станций к диспетчеру.

Способ расчета добавочных уравнительных сопротивлений изложен в § 43—47 (гл. VI).

Если в цепь был включен только один селектор, то эквивалентная схема свелась бы к схеме, изображенной на фиг. 62, с сосредоточенными емкостью C, сопротивлением R и самоиндукцией L. Утечку между линейными проводами тока пока не принимаем в расчет.

При срабатывании линейного реле $ЛР$ батарея с электродвижущей силой E (почти всегда из свинцовых аккумуляторов) замыкается на цепь. Процесс нарастания тока и количества электричества в цепи может оказаться: простым апериодическим, критическим, апериодическим и, наконец, периодическим в зависимости от значений величин емкости, сопротивления и самоиндукции.

Апериодический процесс будет происходить, если соблюдается условие:

$$\frac{R}{2} > \sqrt{\frac{L}{C}}$$

или ему равнозначное:

$$b > \omega_0,$$

где показатель затухания колебаний:

$$b = \frac{R}{2L} \text{ и } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Апериодический процесс окажется критическим, если будет соблюдено условие:

$$\frac{R}{2} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

или же

$$b = \omega_0.$$

Процесс будет периодическим, если:

$$\frac{R}{2} < \sqrt{\frac{L}{C}}$$

или же

$$b < \omega_0.$$

Рассмотрим численные примеры.

а) Оконечная станция, на вводах в ответвление которой подведена разность потенциалов, равная 80 V, состоит из конденсатора при селекторе емкостью $C = 2\mu F = 2 \cdot 10^{-6}$ F, сопротивления обмоток его электромагнита $R = 20\,000\,\Omega$ и самоиндукции обмоток $L = 800$ H.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При этих значениях:

$$b = \frac{R}{2L} = \frac{20\,000}{2 \cdot 800} = 12{,}5,$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{800 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 25,$$

но:

$$12{,}5 < 25,$$

$$b < \omega_0.$$

Следовательно, на этой станции течение процесса будет периодическим.

b) На вводах в станцию подведено напряжение 160 V, ответвление заключает в себе: конденсатор емкостью $C = 2 \cdot 10^{-6}$ F, обмотки селектора сопротивлением 20 000 Ω и добавочное уравнительное сопротивление 20 000 Ω, самоиндукция обмоток электромагнита $L = 800$ H.

$$b = \frac{20\,000 + 20\,000}{2 \cdot 800} = 25,$$

$$\omega_0 = 25,$$

$$b = \omega_0,$$

т.е. апериодический процесс будет критическим.

c) При тех же элементах селектора добавочное сопротивление равно 35 000 Ω. Напряжение на вводах 220 V:

$$b = \frac{20\,000 + 35\,000}{2 \cdot 800} = 34{,}4,$$

$$\omega_0 = 25,$$

$$25 < 34{,}4,$$

$$b > \omega_0.$$

При этом условии процесс нарастания в цепи тока i и количества электричества q будет апериодическим.

Для определения i и q в функции времени служат следующие формулы (см. проф. В. И. Коваленков, Основы теории связи, ч. I, гл. III):

$$q = EC\left[1 - \frac{\omega_0^2 e^{-bt}}{2\sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\left(\frac{e^{\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b - \sqrt{b^2 - \omega_0^2}} - \frac{e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b + \sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\right)\right], \qquad (5)$$

$$i = \frac{EC\omega_0^2 e^{-bt}}{2\sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\left(e^{\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t} - e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}\right).$$

На фиг. 63 показаны кривые нарастания заряда и тока. Эти кривые показывают, что заряд q все время растет, принимая промежуточные значения от $q = 0$ до $q = EC$. Что же касается силы тока, то величина его сначала довольно быстро растет и, пройдя через максимальное зна-

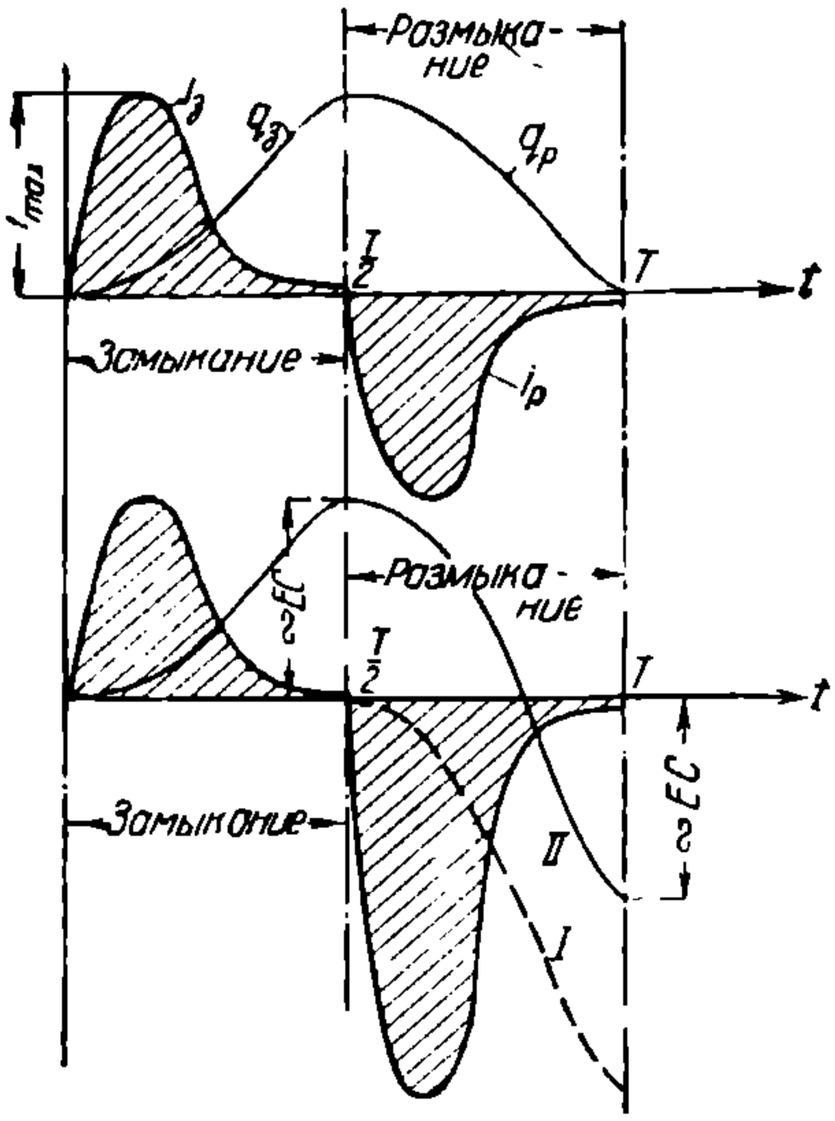
НБ УДУНТ (ДІІТ)

чение, начинает падать асимптотически, приближаясь к оси абсцисс так что, при:

1) $t = 0,\ i = 0,$

2) $t = \sim,\ i = 0,$

3) $$t = \frac{\lg\left(b + \sqrt{b^2 - \omega_0^2}\right) - \lg\left(b - \sqrt{b^2 - \omega_0^2}\right)}{2 \lg e \sqrt{b^2 - \omega_0^2}},\ i = i_{max}. \qquad (7)$$



Фиг. 63 (верхн.). Кривые изменения тока и количества электричества в цепи

Фиг. 64 (нижн.). Кривые изменения тока и количества электричества при перезаряде

По формуле (7) можно определить момент времени, когда сила тока проходит через максимум, а самое значение i_{max} получается по формуле (6) при подстановке в нее значения t, вычисленного по формуле (7). Практически заряд q принимает значение, весьма близкое к $q = EC$, через конечный, весьма ограниченный промежуток времени $\frac{T}{2}$ от момента замыкания цепи.

Если теперь из цепи выключить батарею, то кривая тока размыкания (фиг. 63) будет зеркальным изображением кривой тока замыкания относительно оси абсцисс, а кривая разряда будет иметь таким же способом построенное изображение, но сдвинутое выше оси абсцисс, как то вытекает из рассмотрения формул размыкания, а именно:

$$q = \frac{EC\omega_0^2 e^{-bt}}{2\sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\left[\frac{e^{+\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b - \sqrt{b^2 - \omega_0^2}} - \frac{e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b + \sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\right] \qquad (8)$$

$$i = \frac{EC\omega_0^2 e^{-bt}}{2\sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\left(e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t} - e^{\sqrt{b^2-\omega_0^2}\ t}\right) \qquad (9)$$

Если же вместо размыкания заставить сработать реле, меняющее полюса, *РМП*, т. е. переключить полюсы линейной батареи, допуская при этом, что перебрасывание якорей совершается моментально, то будет происходить перезаряд цепи. Это явление можно рассматривать как новый заряд конденсатора при изменении потенциала от $(+E)$ до $(-E)$, т. е. на разность потенциалов, равную

$$(+E)-(-E) = 2\ E.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

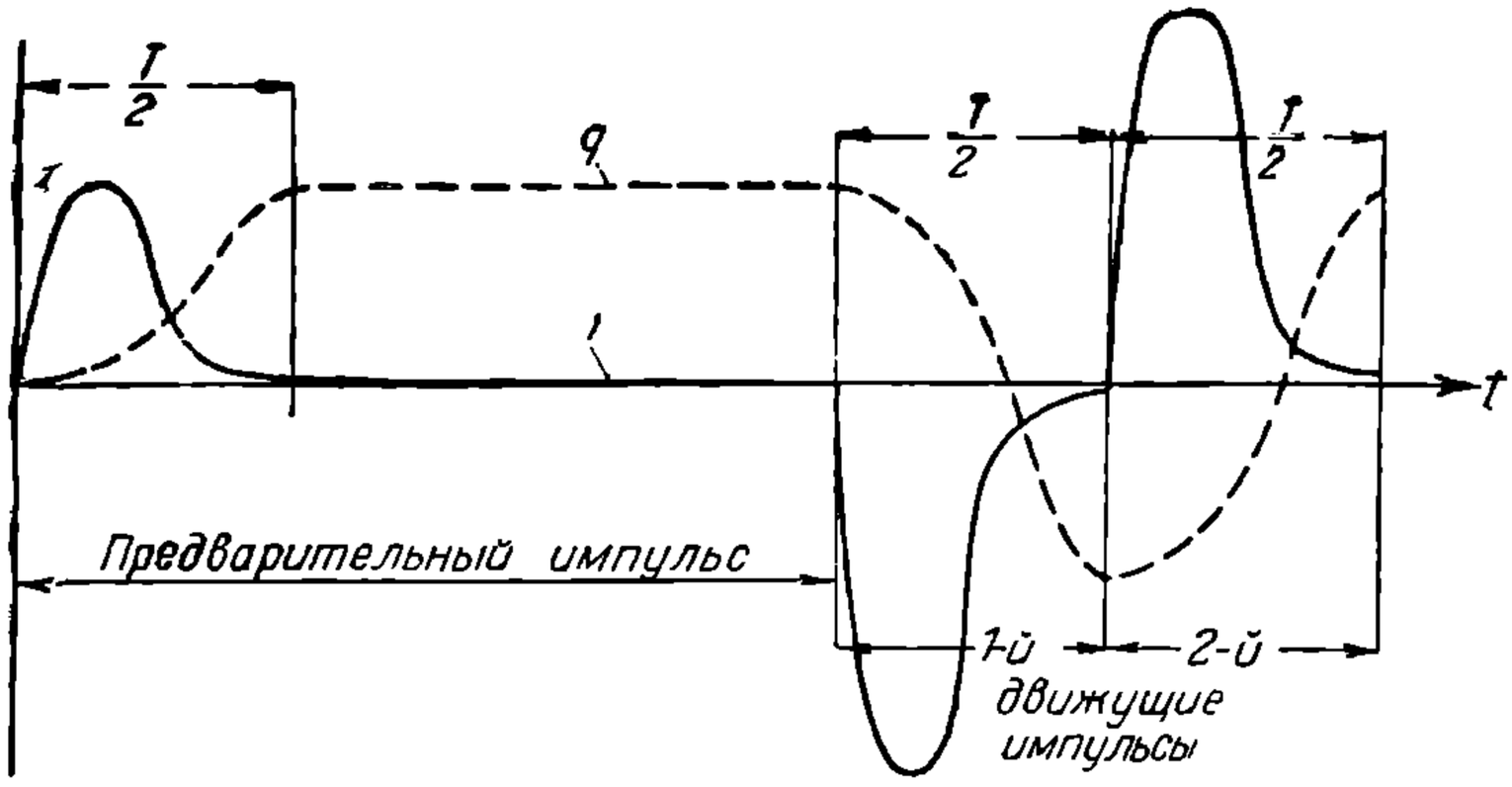
Уравнения кривых изменения тока и количества электричества будут следующие:

$$q = EC\left[-1 + \frac{\omega_0^2 e^{-bt}}{\sqrt{b^2-\omega_0^2}}\left(\frac{e^{+\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b-\sqrt{b^2-\omega_0^2}} - \frac{e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}}{b+\sqrt{b^2-\omega_0^2}}\right)\right], \quad (10)$$

$$i = \frac{EC\omega_0^2 e^{-bt}}{\sqrt{b^2-\omega_0^2}}\left(e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\ t} - e^{+\sqrt{b^2-\omega_0^2}\cdot t}\right) \quad (11)$$

Эти уравнения показывают, что процесс перезаряда протекает по времени в том же порядке, как и процесс заряда, а именно: момент максимума тока наступает через такой же промежуток времени, как и при заряде; процентное возрастание и убывание ординат соответствует явлению при замыкании и т. д. Только все ординаты кривой тока (фиг. 64) соответственно вдвое более ординат кривой тока замыкания. То же заключение можно было бы сделать и относительно кривой перезаряда, если бы начинать ее от оси абсцисс (1); однако, она начинается с ординаты, равной EC, и представляет собою ту же кривую, но сдвинутую в положительном направлении на величину EC.

Через момент времени $\frac{T}{2}$ заряд практически достигнет величины, близкой EC, с потенциалом $(-E)$. Если теперь снова перебросить якоря $PMП$, то аналогичными рассуждениями не трудно убедиться в том, что процесс будет протекать так, как это изображено на фиг. 65.



Фиг. 65. Кривые в селекторе при заряде и перезаряде

Картина явления при дальнейшем перебрасывании якорей реле каждый раз через промежуток времени, равный $\frac{T}{2}$, показана на фиг. 66.

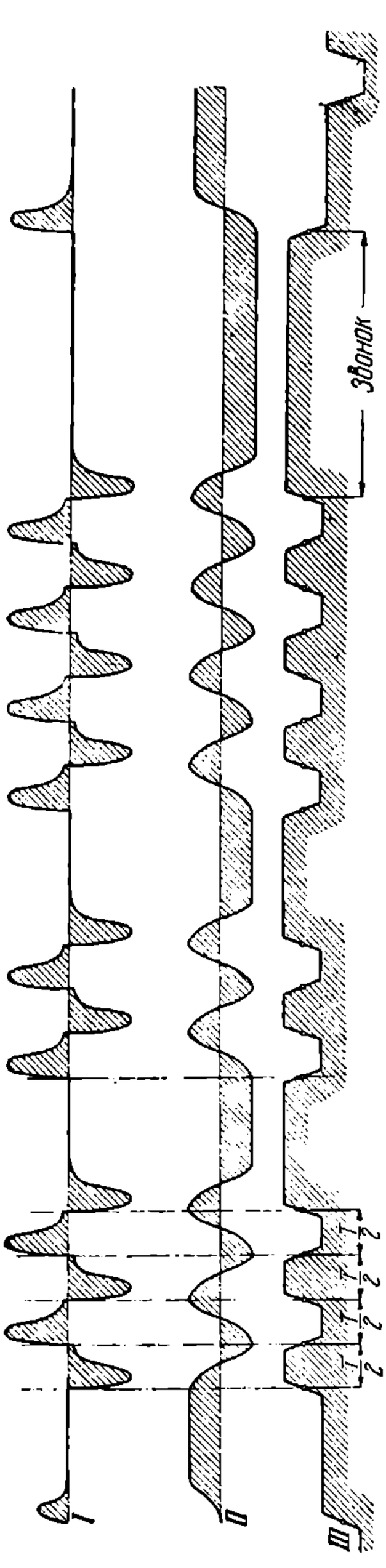
Критический апериодический процесс характеризуется следующими уравнениями кривых нарастания тока и количества электричества:

$$i = \frac{E}{L} te^{-bt}, \quad (12)$$

$$q = EC\left[1 - (1+bt)e^{-bt}\right] \quad (13)$$

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Для определения амплитуды i_{max} надо найти значение t из уравнения:



Фиг. 66. Физические процессы при селекторном вызове (апериодический процесс): *I*—кривая тока, *II*—зарядная кривая, *III*—развертка кодового диска с настройкой 5–4–8

$$\left[\frac{E}{L} te^{-bt}\right]' = 0, \qquad (14)$$

при условии, что $i'' < 0$ при этом значении t.

Из уравнения (14)

$$1 - bt = 0,$$

откуда

$$t = \frac{1}{b}.$$

Значение

$$i'' = \frac{Eb}{L} e^{-1} < 0.$$

Амплитуда тока

$$i_{max} = \frac{Ee^{-1}}{bL}. \qquad (15)$$

Графическое изображение критического процесса представляет собою по виду кривые, аналогичные рассмотренным нами кривым простого апериодического процесса.

Периодический процесс характеризуется следующими уравнениями кривых нарастания тока и заряда:

$$q = EC\left[1 - \frac{\omega_0}{\omega_c} e^{-bt} \sin(\omega_c t + \sigma)\right]; \qquad (16)$$

$$i = \frac{EC\omega_0^2}{\omega_c} e^{-bt} \sin \omega_c t; \qquad (17)$$

здесь: угловая частота собственных колебаний цепи:

$$\omega_c = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}},$$

фазный угол:

$$\sigma = \operatorname{arc\,tg} \frac{\omega_c}{b}$$

Кривая тока представляет собою кривую затухающих синусоидальных колебаний (фиг. 67).

Определим значение i_{max} и i_{min} и величину полного периода колебаний T. Условие $i' = 0$ приводит к уравнению:

$$-b \sin \omega_c t + \omega_c \cos \omega_c t = 0,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

из которого:

$$t = \frac{\text{arc tg}\,\frac{\omega_c}{b}}{\omega_c} + K\pi = \frac{\sigma}{\omega_c} + K\pi,$$

где K — целое число, i_{max} получается, если K — четное число, i_{min} при K нечетном.

Наибольшая положительная амплитуда тока (maximum maximorum) для первой полуволны ($K = 0$) в нашем численном примере будет наблюдаться при:

$$t = \frac{\text{arctg}\,\frac{21,66}{25}}{21,66} = \sim 0,03 \text{ сек.}$$

Значение амплитуды получается из формулы:

$$i_{max\ max} = \frac{EC\omega_0^2}{\omega_c}\, e^{\frac{-b\sigma}{\omega_c}} \sin\sigma.$$

Заменяя значение:

$$\sin\sigma = \frac{\omega_c}{\omega_0},$$

получаем:

$$i_{max\ max} = EC\,\omega_0 e^{\frac{-b\sigma}{\omega_c}}. \qquad (18)$$

Период T определяется из условия:

$$\omega_c T = 2\pi,$$

откуда:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_c} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}. \qquad (19)$$

В условиях железнодорожных диспетчерских цепей период T весьма близок к периоду частоты колебаний якоря реле, меняющее полюса. Для нашего численного примера

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{800 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} - \frac{20\,000^2}{4 \cdot 800^2}}} = 0,29 \text{ сек.}$$

Это показывает, что за полупериод колебаний якоря реле значение тока успевает пройти через амплитуду и за это время почти в точности укладывается одна полуволна периодического процесса изменения силы тока.

Формула (16) показывает, что график функции q может быть построен суммированием двух слагаемых:

$$EC \text{ и } -EC\,\frac{\omega_0}{\omega_c}\, e^{-bt} \sin(\omega_c t + \sigma).$$

Это и сделано на фиг. 68, которая показывает характер устанавливающегося процесса.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

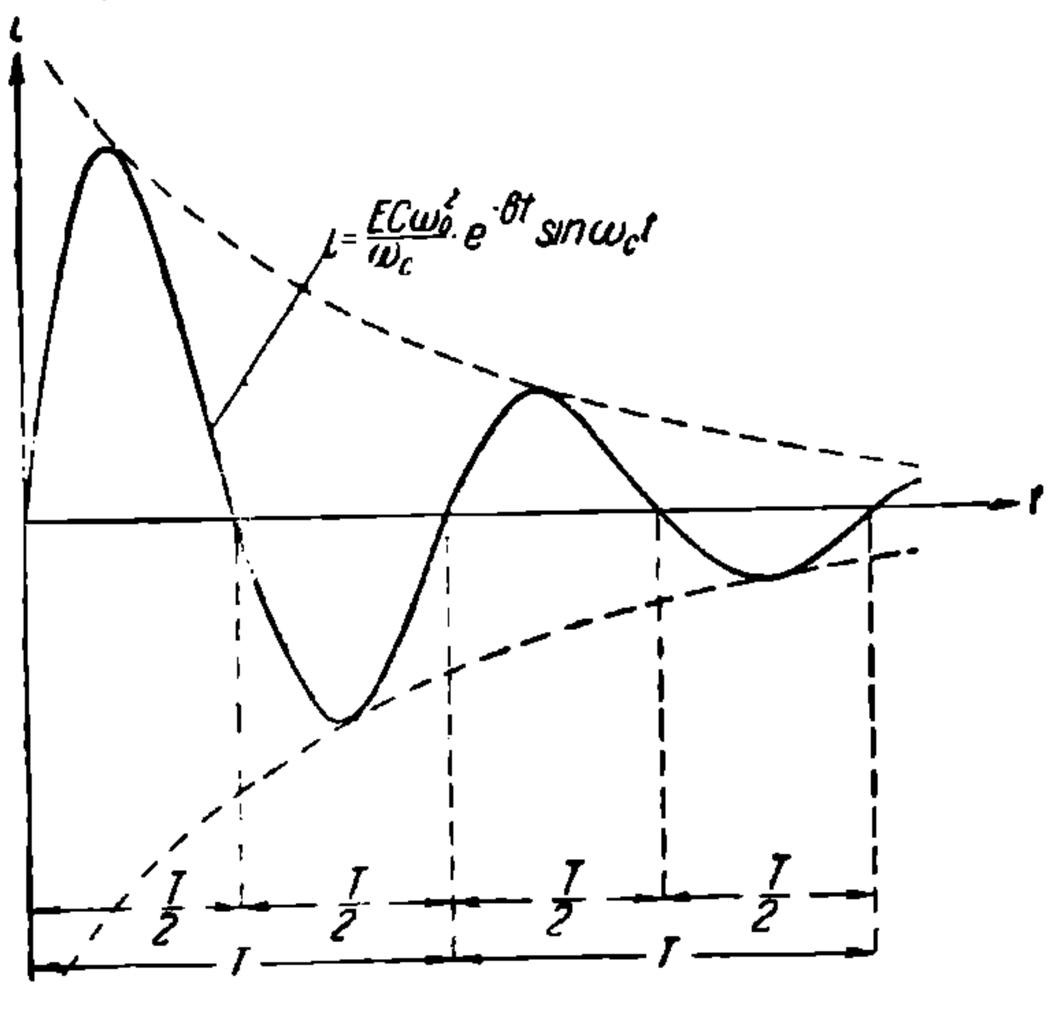
Анализ формулы (16) приводит к заключению, что относительные maxima и minima q чередуются последовательно через периоды времени $\frac{T}{2}$ так как величина t, определяемая из условия $q' = 0$, приводит к условию:

$$-b \sin(\omega_c t + \sigma) + \omega_c \cos(\omega_c t + \sigma) = 0,$$

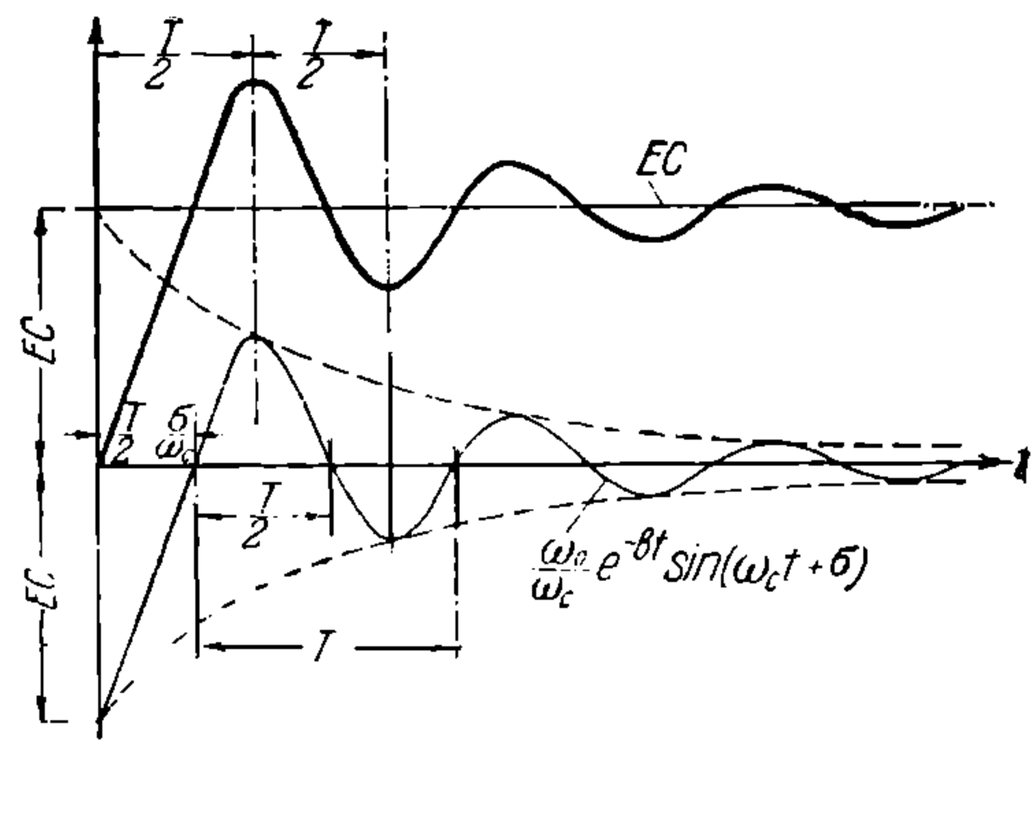
откуда для t получаются значения:

$$t = \frac{K\pi}{\omega_c} = K\frac{T}{2},$$

где K—целое число.



Фиг. 67. Кривые тока периодического процесса



Фиг. 68. Кривые заряда при периодическом процессе

Определим, какое будет число колебаний зарядного тока при пуске в ход вызывного ключа. Время скольжения контактной пружины до первого зубца равно 1 сек. Следовательно:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega_c}{2\pi}.$$

Для рассматриваемого нами случая:

$$f = \frac{21,66}{2\pi} = \sim 3,5 \text{ периодов},$$

т. е. отсечка наступит в момент, когда $i = 0$, что произойдет после 7-го зарядного положительного импульса. Амплитуды этих импульсов не должны быть настолько значительны, чтобы заставить сработать селектор; иначе может произойти ошибочный вызов.

В выбранном нами численном примере:

$$i_{max\ max} = 80 \cdot 2 \quad 10^{-6} \quad 25 \cdot e^{\frac{-12 \cdot 5 \quad 1,045}{21,66}} = 2,3 \text{ mA},$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

через $\frac{T}{2}$ будет, т. е. в момент времени:

$$t = \frac{\sigma + \pi}{\omega_c}$$

$$i_{min\ min} = \frac{EC\omega_0^2}{\omega_c}\ e^{\frac{-b\ (\sigma+\pi)}{\omega_c}}\ \sin\left(\omega_c \cdot \frac{\sigma+\pi}{\omega_c}\right);$$

так как:

$$\sin\left(\omega_c \frac{\sigma+\pi}{\omega_c}\right) = -\frac{\omega_c}{\omega_0}$$

то:

$$i_{min\ min} = -EC\omega_0 e^{\frac{-b(\sigma+\pi)}{\omega_c}} = -80 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot e^{\frac{-12{,}5 \quad 4{,}185}{21{,}66}} = 0{,}4\ \text{mA}.$$

Этот подсчет показывает, что уже второй импульс настолько затухает, что не может заставить сработать селектор, так как нормальная работа его происходит при 4 mA.

Величина заряда q в конце полупериода $\frac{T}{2}$, т. е. при:

$$t = \frac{\pi}{\omega_c},$$

окажется равной:

$$q_{\frac{T}{2}} = EC\left[1 - \frac{\omega_0}{\omega_c}\ e^{-b\frac{\pi}{\omega c}}\ \sin(\pi + \sigma)\right];$$

заменяя величину:

$$\sin(\pi + \sigma) = -\frac{\omega_c}{\omega_0},$$

имеем:

$$q_{\frac{T}{2}} = EC\left[1 + e^{\frac{-b\pi}{\omega_c}}\right] > EC \text{ кулонов}.$$

В выбранном нами численном примере:

$$q_{\frac{T}{2}} = 1{,}86\ EC.$$

В момент первой отсечки, т. е. когда:

$$t = 7 \cdot \frac{T}{2} = \frac{7\pi}{\omega_c},$$

заряд:

$$q_{\frac{7T}{2}} = EC\left[1 - \frac{\omega_0}{\omega_c}\ e^{\frac{-7b\pi}{\omega_c}}\ \sin\left(\omega_c \frac{7\pi}{\omega_c} + \sigma\right)\right];$$

после преобразований:

$$q_{\frac{7T}{2}} = EC\left[1 + e^{\frac{-7b\pi}{\omega_c}}\right],$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

в нашем случае

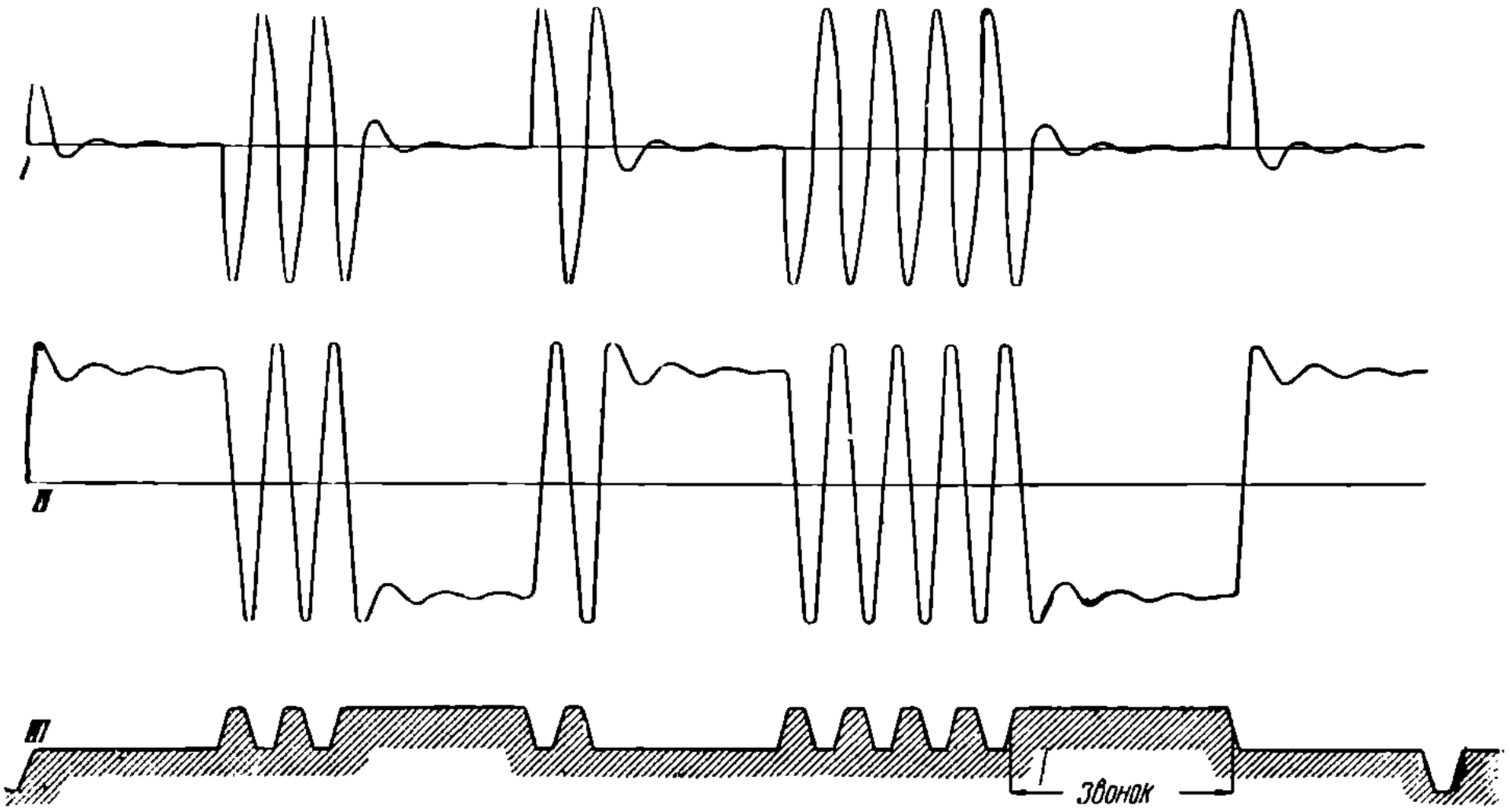
$$q_{\frac{7T}{2}} = 1{,}00001\ EC,$$

т. е. заряд, весьма близкий к установившемуся EC.

Рассуждаем аналогично тому, как это мы делали при рассмотрении апериодического процесса, а именно: переключение полюсов линейной батареи равносильно приложению двойной разности потенциалов. В рассмотренных формулах надо вместо E сделать подстановку $2E$ и переменить знаки на обратные.

Фиг. 69 поясняет протекание процесса.

Рассмотрение физических процессов, происходящих в диспетчерских цепях, мы ограничивали пока случаями одного включенного в цепь



Фиг. 69. Физические процессы при вызове (периодический процесс): *I*—кривая тока, *II*—зарядная кривая, *III*—развернутый диск вызывного ключа с настройкой 5—3—9

селектора. Покажем теперь, что все наши рассуждения окажутся справедливыми и для цепи с несколькими аппаратами. Рассмотрим пример с тремя параллельно включенными селекторами, который можно распространить на любое число их. На фиг. 70 изображена схема, эквивалентная цепи с тремя селекторами, на которой показано:

$C_3 - L_3 - R_3$ — емкость, самоиндукция и сопротивление ответвления на первой станции A,

$L - R$ — те же элементы, характеризующие линейные провода первого перегона,

$C_1 - L_1 - R_1$ — элементы ответвления на второй станции B, емкость линии первого перегона принята сосредоточенной,

$C_2 - L_2 - R_2$ — эквивалентные емкость, самоиндукция и сопротивление линейных проводов второго перегона и ответвления на третьей станции,

E — постоянная электродвижущая сила, приложенная к точкам первого разветвления,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

i — i_1 — i_2 — i_3 — силы тока в различных частях цепи.

Составим уравнения падения напряжения:

$$E = \frac{1}{C_3}\int i_2 dt + R_3 i_3 + L_3 \frac{di_3}{dt}, \tag{20}$$

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C_1}\int i_1 dt + R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}, \tag{21}$$

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C_2}\int i_2 dt + R_2 L_2 + L_2 \frac{di_2}{dt}, \tag{22}$$

$$i = i_1 + i_2. \tag{23}$$

Диференцирование первого уравнения приводит его к следующему виду:

$$\frac{i_3}{C_3} + R_3 \frac{di_3}{di} + L_3 \frac{d^2 i_3}{dt^2} = 0.$$

Решение полученного уравнения относительно i_3 приводит нас к рассмотренным выше формулам периодического или апериодического процесса в ответвлении первой станции A (фиг. 70).

Преобразование уравнений (21) и (22) дают:

$$\left.\begin{aligned} E &= R(i_1 + i_2) + L\frac{d(i_1 + i_2)}{dt} + \frac{1}{C_1}\int i_1 dt + R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}, \\ E &= R(i_1 + i_2) + L\frac{d(i_1 + i_2)}{dt} + \frac{1}{C_2}\int i_2 dt + R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} \end{aligned}\right\} \tag{24}$$

Диференцируем оба эти уравнения:

$$\left.\begin{aligned} (L + L_1) i_1'' + L i_2'' + (R + R_1) i_1' + R i_2' + \frac{1}{C_1} i_1 = 0, \\ L i_1'' + (L + L_2) i_2'' + R i_1' + (R + R_2) i_2' + \frac{1}{C_2} i_2 = 0. \end{aligned}\right\} \tag{25}$$

Диференцируя еще два раза, получим систему:

$$\left.\begin{aligned} (L + L_1) i_1'' + (R + R_1) i_1' + \frac{1}{C_1} i_1 &= -L i_2'' - R i_2', \\ L i_1'' + R i_1' &= -(L + L_2) i_2'' - (R + R_2) i_2' - \frac{1}{C_2} i_2, \\ (L + L_1) i_1''' + (R + R_1) i_1'' + \frac{1}{C_1} i_1' &= -L i_2''' - R i_2'', \\ L i_1''' + R i_1'' &= -(L + L_2) i_2''' - (R + R_2) i_2'' - \frac{1}{C_2} i_2', \\ (L + L_1) i_1^{IV} + (R + R_1) i_1''' + \frac{1}{C_1} i_1'' &= -L i_2^{IV} - R i_2''', \\ L i_1^{IV} + R i_1''' &= -(L + L_2) i_2^{IV} - (R + R_2) i_2''' - \frac{1}{C} i_2''. \end{aligned}\right\} \tag{26}$$

Из 1, 3, 4, 5 и 6 уравнений системы (26) определяем i_1'' и i_1' и подставляем в уравнение 2.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вычисляем сначала определитель системы для знаменателя:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} \\ 0 & L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & 0 \\ 0 & L & R & 0 & 0 \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & 0 & 0 \\ L & R & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= \frac{1}{C_1} \begin{vmatrix} 0 & L+I_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} \\ 0 & L & R & \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & 0 \\ L & R & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_1 = -\frac{1}{C_1^2} \begin{vmatrix} 0 & L & R \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} \\ L & R & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= -\frac{1}{C_1^2}\left[(L+L_1)R^2 + \frac{L^2}{C_1} - (R+R_1)LR\right],$$

$$\Delta_1 = -\frac{1}{C_1^2}\left[L_1R^2 + \frac{L^2}{C_1} - LRR_1\right]$$

Находим значение определителя для числителя:

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -Li_2'' - Ri_2'' & R+R_1 & \frac{1}{C_1} \\ 0 & L+L_1 & -Li_2'' - Ri_2'' & \frac{1}{C_1} & 0 \\ 0 & L & -(L+L_2)i_2''' - (R+R_2)i_2'' - \frac{i_2'}{C_2} & 0 & 0 \\ L+L_1 & R+R_1 & -Li_2^{IV} - Ri_2''' & 0 & 0 \\ L & R & -(L+L_2)i_2^{IV} - (R+R_2)i_2''' - \frac{i_2''}{C_2} & 0 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= -\frac{1}{C_2} \begin{vmatrix} 0 & L & -(L+L_2)i_2''' - (R+R_2)i_2'' - \frac{i_2'}{C_2} \\ L+L_1 & R+R_1 & -Li_2^{IV} - Ri_2''' \\ L & R & -(L+L_2)i_2^{IV} - (R+R_2)i_2''' - \frac{i_2''}{C_2} \end{vmatrix} =$$

$$= -\frac{i_2^{IV}}{C_1^2} \begin{vmatrix} 0 & L & 0 \\ L+L_1 & R+R_1 & -L \\ L_1 & R & -(L+L_2) \end{vmatrix} -$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

$$-\frac{i_2''}{C_1^2}\begin{vmatrix} 0 & L & -(L+L_2) \\ L+L_1 & R+R_1 & -R \\ L & R & -(R+R_2) \end{vmatrix} -$$

$$-\frac{i_2''}{C_1^2}\begin{vmatrix} 0 & L & -(R+R_2) \\ L+L_1 & R+R_1 & 0 \\ L & R & -\frac{1}{C_2} \end{vmatrix} -$$

$$-\frac{i_2'}{C_1^2}\begin{vmatrix} 0 & L & -\frac{1}{C_2} \\ L+L_1 & R+R_1 & 0 \\ L & R & 0 \end{vmatrix}.$$

Обозначая отдельные определители в этом выражении через

$$\delta_4,\ \delta_3,\ \delta_2,\ \delta_1,$$

имеем:

$$\Delta_2 = -\frac{1}{C_1^2}\left[\delta_4 i_2^{IV} + \delta_3 i_2''' + \delta_2 i_2'' + \delta_1 i_2'\right].$$

Решение системы дает значение:

$$i_1'' = \frac{\Delta_2}{\Delta_1}$$

т. е.

$$i_1'' = -\frac{1}{C_1^2\Delta_1}\left[\delta_4 i_2^{IV} + \delta_3 i_2''' + \delta_2 i_2'' + \delta_1 i_2'\right].$$

Вычисляем определитель для другого числителя:

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & L+L_1 & -Li_2'' - Ri_2' & \frac{1}{C_1} \\ 0 & L+L_1 & R+R_1 & -Li_2''' - Ri_2'' & 0 \\ 0 & L & R & -(L+L_2)i_2''' - (R+R_2)i_2'' - \frac{i_2'}{C_2} & 0 \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & -Li_2^{VI} - Ri_2''' & 0 \\ L & R & 0 & -(L+L_2)i_2^{IV} - (R+R_2)i_2''' - \frac{i_2''}{C_2} & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= \frac{1}{C_1}\begin{vmatrix} 0 & L+L_1 & R+R_1 & -Li_2 - Ri_2'' \\ 0 & L & R & -(L+L_2)i_2''' - (R+R_2)i_2'' - \frac{i_2'}{C_2} \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & -Li_2^{IV} - Ri_2''' \\ L & R & 0 & -(L+L_2)i_2^{IV} - (R+R_2)i_2''' - \frac{i_2''}{C_2} \end{vmatrix}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Аналогичным способом разлагаем этот определитель на следующие:

$$\Delta_3 = \frac{i_2^{IV}}{C_1}\begin{vmatrix} 0 & L+L_1 & R+R_1 & 0 \\ 0 & L & R & 0 \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C} & -L \\ L & R & 0 & -(L+L_2) \end{vmatrix} +$$

$$+\frac{i_2'''}{C_1}\begin{vmatrix} 0 & L+L_1 & R+R_1 & -L \\ 0 & L & R & -(L+L_2) \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & -R \\ L & R & 0 & -(R+R_2) \end{vmatrix} +$$

$$+\frac{i_2''}{C_1}\begin{vmatrix} 0 & L+L_1 & R+R_1 & -R \\ 0 & L & R & -(R+R_2) \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & 0 \\ L & R & 0 & -\frac{1}{C_2} \end{vmatrix} +$$

$$+\frac{i_2'}{C_1}\begin{vmatrix} 0 & L+L_1 & R+R_1 & 0 \\ 0 & L & R & -\frac{1}{C_2} \\ L+L_1 & R+R_1 & \frac{1}{C_1} & 0 \\ L & R & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Обозначая отдельные определители этого выражения через

$$D_4,\ D_3,\ D_2,\ D_1,$$

имеем:

$$\Delta_3 = \frac{D_4 i_2^{IV}}{C_1} + \frac{D_3 i_2'''}{C_1} + \frac{D_2 i_2''}{C_1} + \frac{D_1 i_2'}{C_1}.$$

Так как

$$i_1' = \frac{\Delta_3}{\Delta_1},$$

то

$$i_1'' = \frac{D_4}{C_1\Delta_1} i_2^{VI} + \frac{D_3}{C_1\Delta_1} i_2''' + \frac{D_2}{C_1\Delta_1} i_2'' + \frac{D_1}{C\Delta_1} i_2'.$$

Подставив значения i_1'' и i_1' в уравнение 2 системы (26), получим:

$$\left[R\frac{D_4}{C_1\Delta_1} - L\frac{\delta_4}{C_1^2\Delta_1}\right] i_2^{IV} + \left[R\ \frac{D_3}{C_1\Delta_1} - L\frac{\delta_3}{C_1^2\Delta_1}\right] i_2''' +$$

$$+\left[L+L_2+R\frac{D_2}{C_1\Delta_1} - L\frac{\delta_2}{C_1^2\Delta_1}\right] i_2'' + \left[R_1+R_2+R\frac{D_1}{C_1\Delta_1} - L\frac{\delta_1}{C_1^2\Delta_1}\right] i_2' +$$

$$+\frac{i_2}{C_2} = 0.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Решение этого уравнения дает возможность определить i_2. Результат интегрирования его дает функцию, вид которой представляет собою алгебраическую сумму членов, каждый из которых представляет собою один из видов рассмотренных уже нами функций, а именно:

1) если в характеристическом уравнении

$$\left[R\frac{D_4}{C_1\Delta_1}-L\frac{\delta_4}{C_1^2\Delta_1}\right]x^4+\left[R\frac{D_3}{C_1\Delta_1}-L\frac{\delta_3}{C_1^2\Delta_1}\right]x^3+\left[L+L_2+\right.$$

$$\left.+R\frac{D_2}{C_1\Delta_1}-L\frac{\delta_2}{C_1^2\Delta_1}\right]x^2+\left[R_1+R_2+\frac{RD_1}{C_1^2D_1}-L\frac{\delta_1}{C^2{}_1\Delta_1}\right]x+\frac{1}{C_2}=0$$

корни—действительны и не равны, то значение для i_2 имеет вид:

$$i_2=Ae^{k_1t}+Be^{k_2t}+Ce^{k_3t}+De^{k_4t};$$

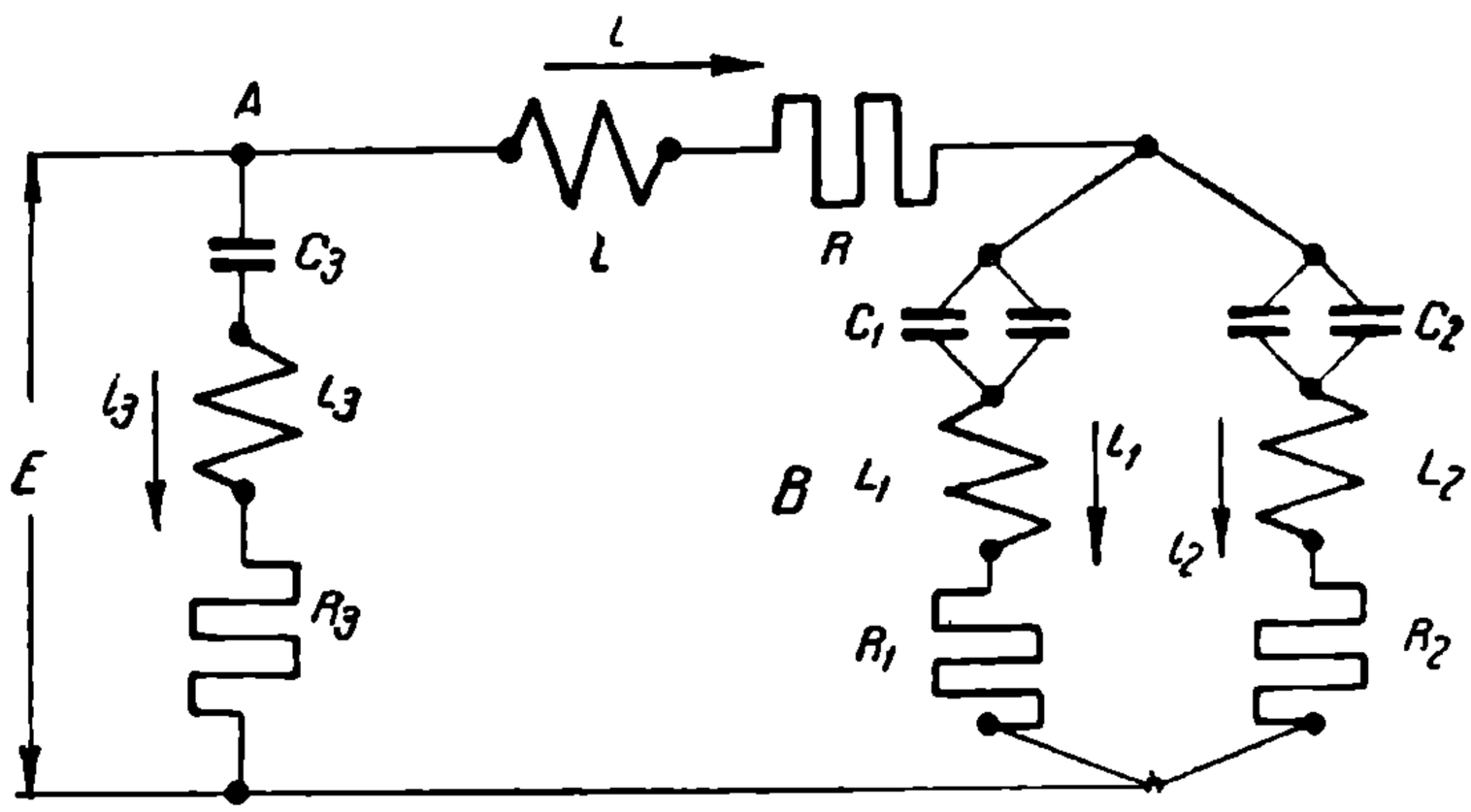
2) если корни характеристического уравнения мнимы и не равны, то

$$i_2=e^{k_1t}(A_1\cos\beta_1t+B_1\sin\beta_1t)+e^{a_2t}(A_2\cos\beta_2t+B_2\sin\beta_2t);$$

3) если корни попарно действительны и мнимы, то общее решение имеет вид:

$$i_2=A_1e^{k_1t}+B_1e^{k_2t}+e^{at}(A_2\cos\beta t+B_2\sin\beta t);$$

суммирование функций (слагаемых членов) приводит нас к виду кривой, аналогичной той, которая показана на фиг. 64 и 67, но с меньшей



Фиг. 70. Схема, эквивалентная цепи с 3 селекторами

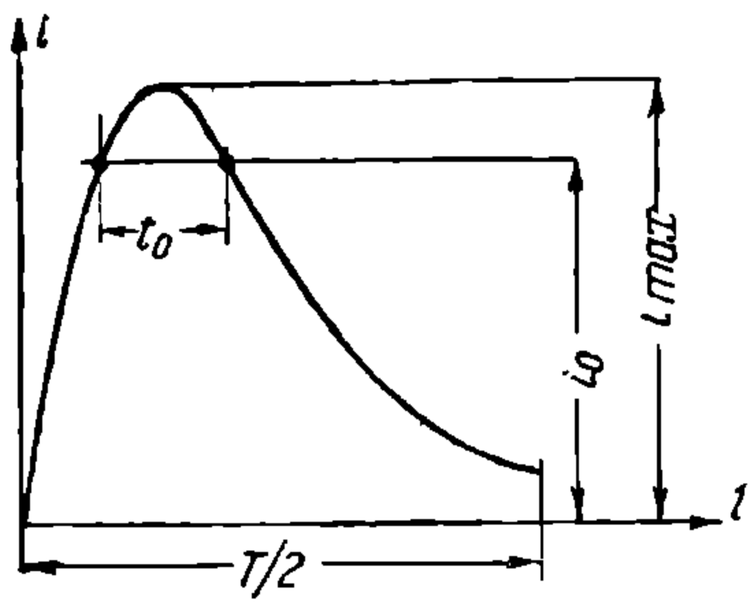
амплитудой. Поэтому можно считать, что процесс во всех включенных в линию селекторах протекает во время вызова в аналогичной форме.

При этом может одновременно наблюдаться на разных станциях периодический или же апериодический процесс. Если рассмотреть для какой-либо станции кривую импульса тока за полупериод времени $\frac{T}{2}$ колебания якоря реле, меняющее полюса (фиг. 71), то для срабатывания селектора необходимо, чтобы амплитуда тока была более величины рабочей силы тока, т. е. $i_{max}>i_o$, где $i_o=4$ mA. Кроме того, необходимо, чтобы период времени t_o, в продолжение которого сила сохраняется не

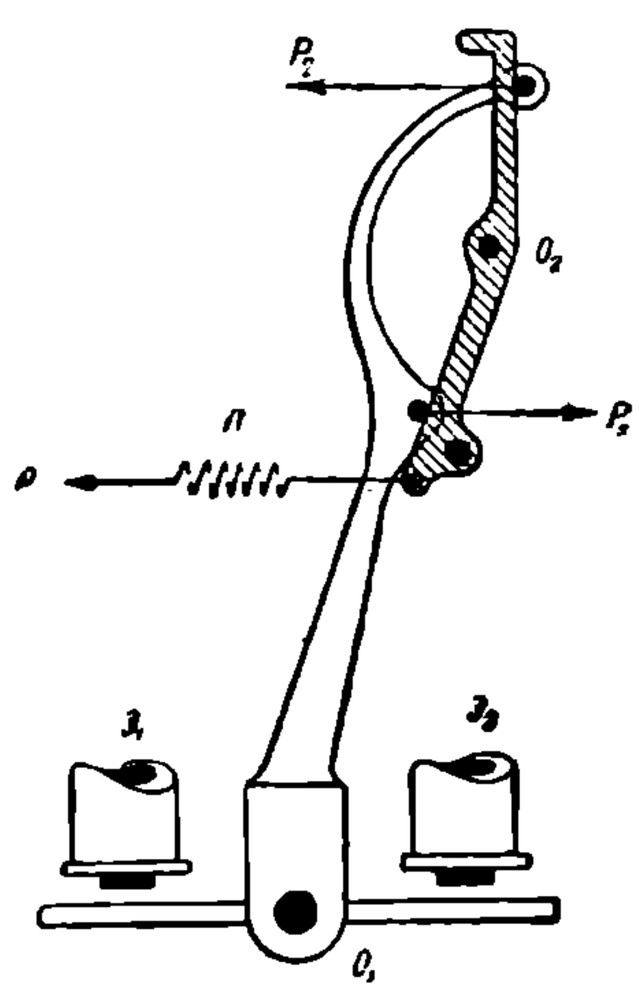
НЕ УДУНТ (ДІІТ)

меньшей, чем i_o, был бы достаточен для преодоления инерции якоря селектора, т. е. обеспечено надежное его срабатывание. На фиг. 72 показана часть механизма селектора, удерживающая якорь в нейтральном положении. При притяжении якоря, вращающегося вокруг оси O_1, к одному из электромагнитов, кроме инерции массы, приходится преодолевать также и сопротивление пружины $П$, силою P_1 или P_2, приложенной к якорю.

Таким образом, мы пришли к заключению, что во всех случаях кривая тока будет представлять собою периодическую кривую с общим периодом, соответствующим частоте колебаний якоря реле, меняющего полюса. Такая кривая по закону Фурье может быть разложена на ряд простых гармонических кривых; при этом основная гармоника будет иметь период, равный периоду колебаний якоря реле. Если теперь между линейной батареей и первым селектором поместить фильтр низкой



Фиг. 71. Условия срабатывания селектора



Фиг. 72. Механизм селектора, удерживающий якорь в нейтральном положении

частоты, пропускающий нашу основную гармонику, и непрозрачный для гармоник высшего порядка, то во все селекторы будет поступать синусоидальный ток. Это имеет большое значение как для работы механической части селектора, так и для лица, желающего вступить в разговор с диспетчером и приложившего слуховую трубку к уху во время вызова с целью осведомиться о свободности линии от разговора. В телефонной трубке колебания мембраны будут плавными и не будут давать резких щелчков в ухо. Кроме того, фильтр низкой частоты не позволяет ответвляться через него звуковой частоте и ослаблять силу разговора.

Схема диспетчерской цепи с симметричным фильтром изображена на фиг. 73.

Однако, приведенная конструкция американского фильтра низкой частоты не вполне удовлетворяет этим условиям.

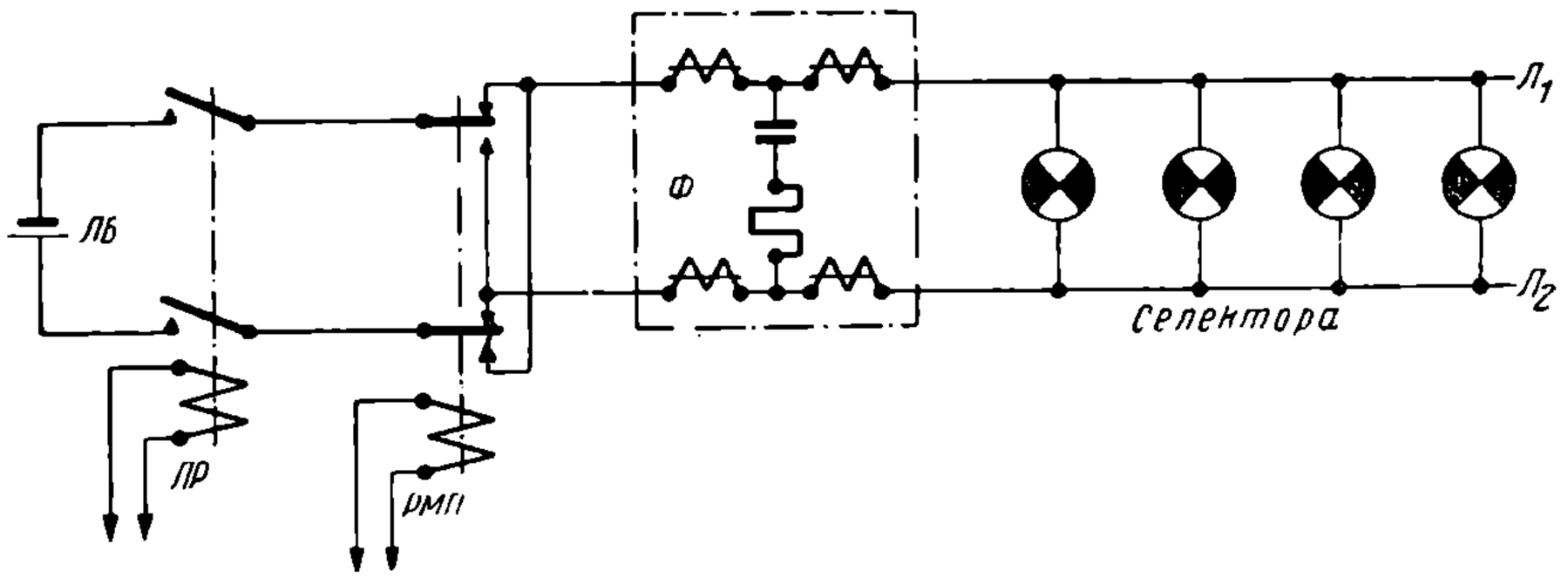
Предельная частота фильтра, определенная по формуле:

$$f_\circ = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{\pi\sqrt{12 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}} = 31{,}4 \text{ Hz}.$$

Следовательно, сглаживание коснется только гармоник 4-го и высших порядков в отношении вызывного тока.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

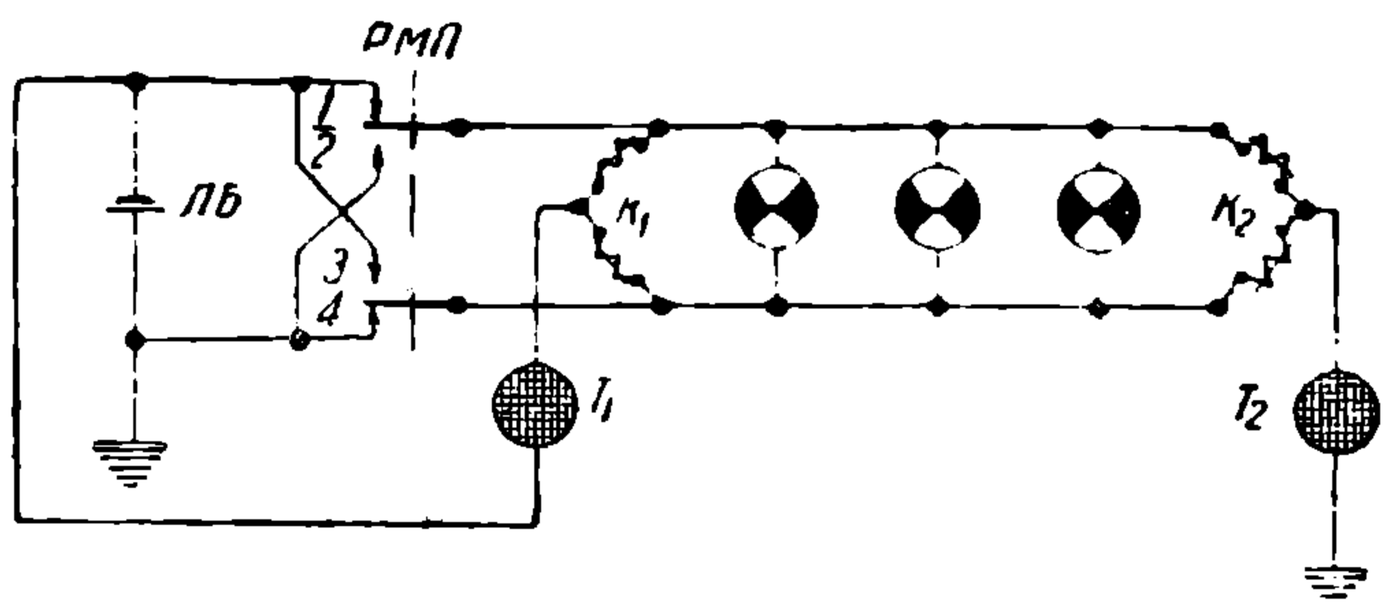
Кроме того, фильтр подобран неудовлетворительно в отношении характеристики, а именно: его характеристика $Z = 1435\ \Omega$ для частоты 800 Hz, а характеристика нагрузок: для линии $Z = 2500\ \Omega$, а для батареи $R \cong 20\ \Omega$; это отзывается на значительном увеличении его эффективного затухания.



Фиг. 73. Селекторная цепь с фильтром низкой частоты

§ 19. Вызов через трансформатор

Вопрос об объединении источников питания играет большое экономическое и эксплуатационное значение. На распорядительных диспет. черских станциях обычно начинаются несколько диспетчерских кругов. С целью уплотнения линейных проводов и увеличения мощности средств

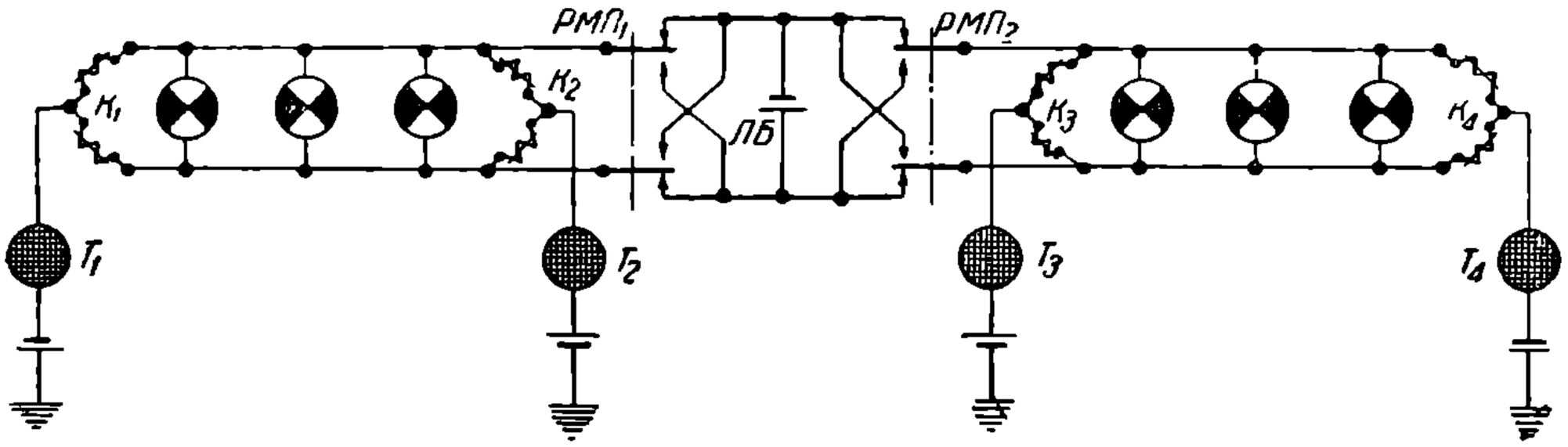


Фиг. 74. Помехи в телеграфной работе

связи на диспетчерские цепи накладываются посредством катушек Кайло телеграфные цепи. При использовании наложенных цепей обычная схема «Вестерн» селекторного вызова требует отдельных источников тока для телеграфных и селекторных цепей. В этом легко убедиться из рассмотрения схем фиг. 74 и 75. На фиг. 74 показан случай объединенной батареи *ЛБ* для селекторной цепи и телеграфной цепи, наложенной на линейные провода посредством катушек Кайло $К_1$—$К_2$ для работы между собою телеграфных аппаратов $Т_1$—$Т_2$. При работе реле, меняющего полюса, *РМП* переключение одного из его якорей между контактами *3—4* не отзывается на работе телеграфа, однако, переключение другого якоря между контактами *1—2* накладывается на телеграфную работу и создает помехи.

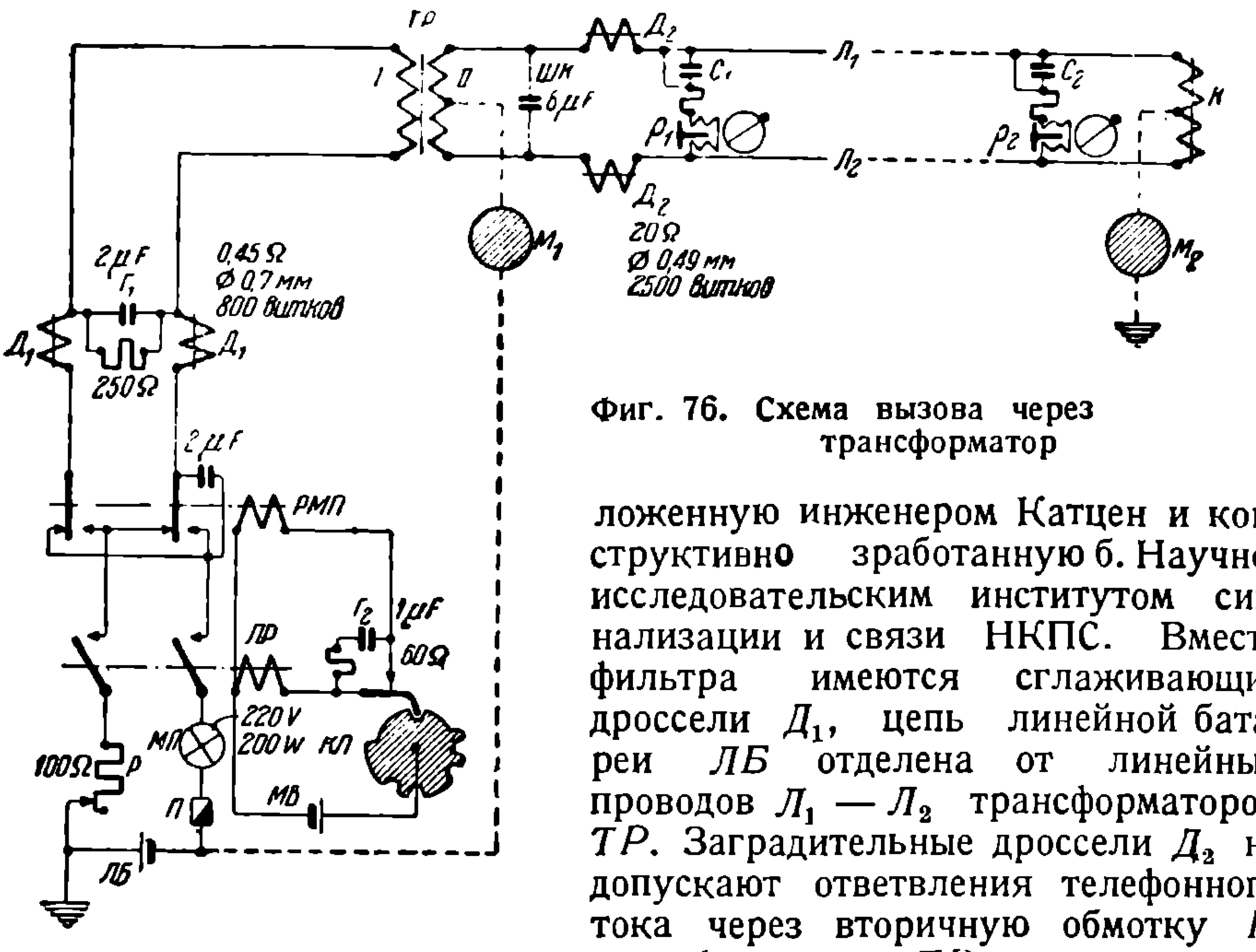
НВ УДУНТ (ДІІТ)

На фиг. 75 изображена схема раздельного питания телеграфных и селекторных цепей при общей линейной селекторной батарее *ЛБ*. Не трудно убедиться, что оба телеграфных круга через якоря реле $РМП_1$—$РМП_2$ получают соединение, вызывая помехи вследствие образовавшегося циркулярного включения всех телеграфных аппаратов $Т_1$—$Т_2$—$Т_3$—$Т_4$.



Фиг. 75. Сообщение телеграфных цепей

Задача объединения источников питания может быть разрешена различно. Опишем рекомендованную НКПС схему связи (фиг. 76), предложенную инженером Катцен и конструктивно зработанную б. Научно-исследовательским институтом сигнализации и связи НКПС. Вместо фильтра имеются сглаживающие дроссели $Д_1$, цепь линейной батареи *ЛБ* отделена от линейных проводов $Л_1$ — $Л_2$ трансформатором *ТР*. Заградительные дроссели $Д_2$ не допускают ответвления телефонного тока через вторичную обмотку *II* трансформатора *ТР* и шунтирующие конденсаторы *ШК*, сглаживающие импульсы тока вторичной обмотки трансформатора. $Г_1$—$Г_2$—искрогасители, *КЛ*—ключ, *ЛР*—линейное медленнодействующее реле, *РМП*—быстродействующее реле, меняющее полюса, *МБ*—местная батарея, питающая эти реле, *Р*—реостат, регулирующий мощность тока в первичной обмотке *I* трансформатора,

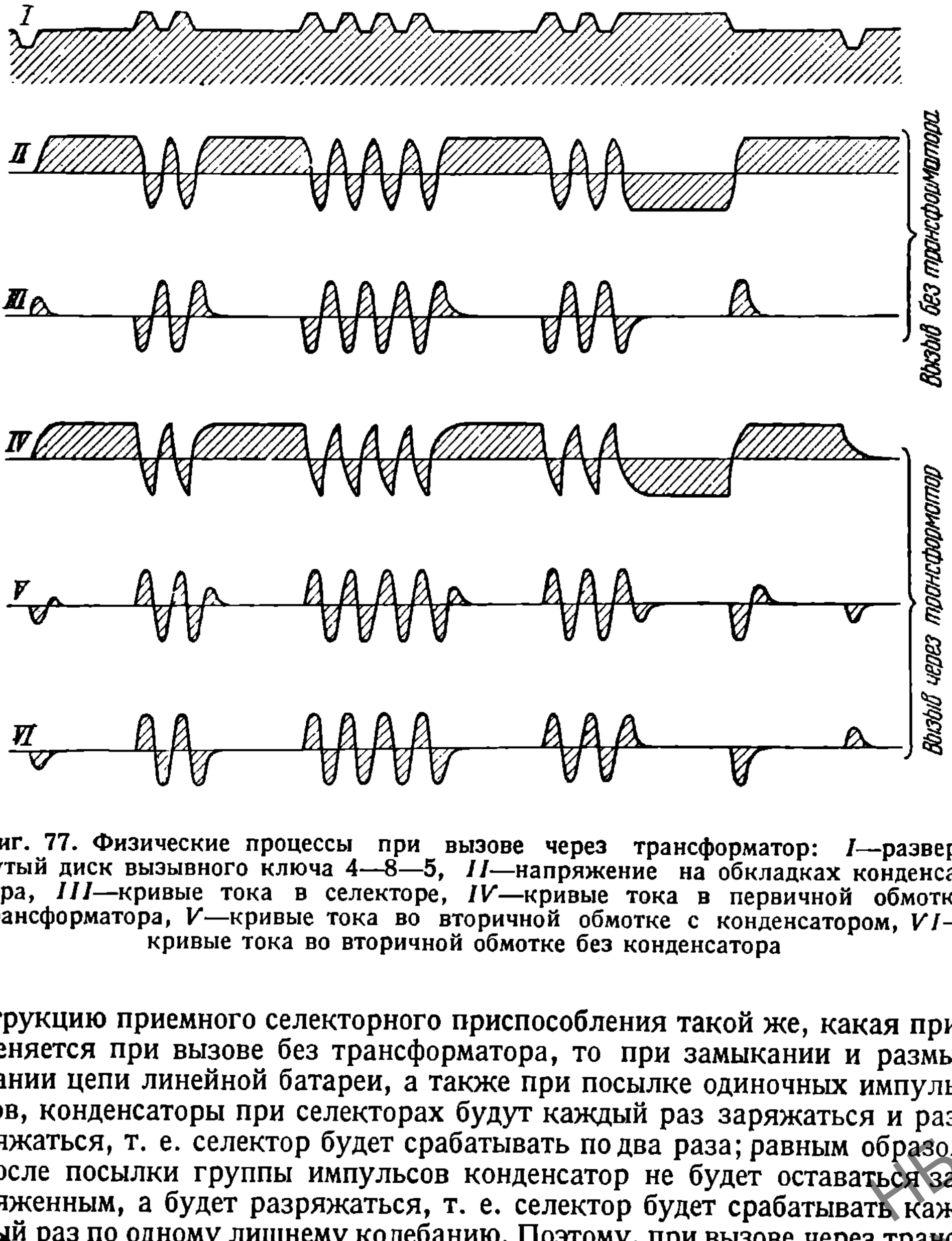


Фиг. 76. Схема вызова через трансформатор

НВ УДУНТ (ДІІТ)

МЛ—лампа накаливания с металлической нитью, или барретер, для обеспечивания цепи линейной батареи от случайных коротких замыканий и регулирования силы тока при продолжительных посылках тока во время прохождения пружины по выступам кодовых сегментов, предохраняют от сгораний контакты и от опасных перенапряжений. Надобность в максимальном автомате отпадает.

Вызывные импульсы тока трансформируются во вторичной обмотке трансформатора *ТР* и воздействуют на селектор. Если сохранить кон-

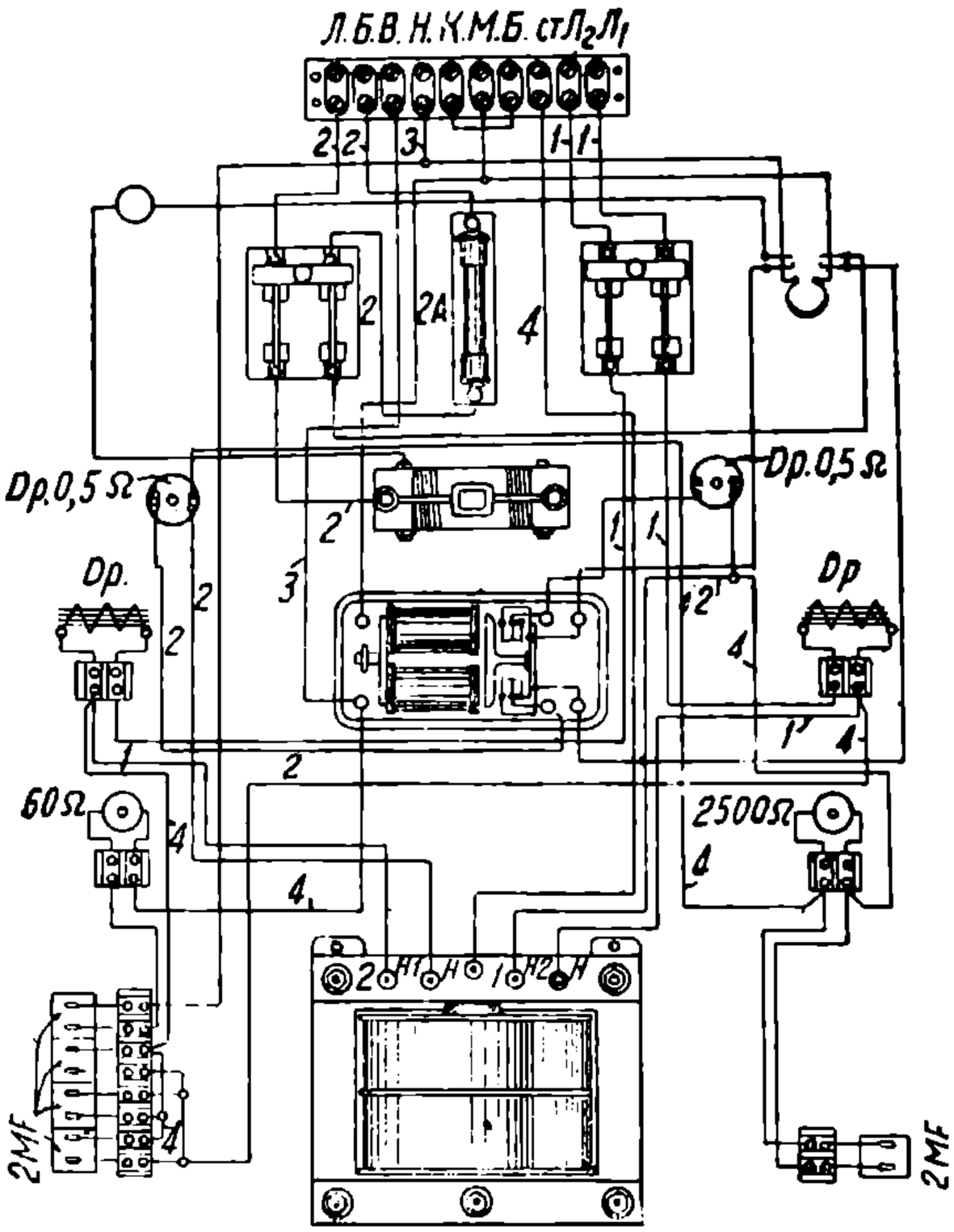


Фиг. 77. Физические процессы при вызове через трансформатор: *I*—развернутый диск вызывного ключа 4—8—5, *II*—напряжение на обкладках конденсатора, *III*—кривые тока в селекторе, *IV*—кривые тока в первичной обмотке трансформатора, *V*—кривые тока во вторичной обмотке с конденсатором, *VI*—кривые тока во вторичной обмотке без конденсатора

струкцию приемного селекторного приспособления такой же, какая применяется при вызове без трансформатора, то при замыкании и размыкании цепи линейной батареи, а также при посылке одиночных импульсов, конденсаторы при селекторах будут каждый раз заряжаться и разряжаться, т. е. селектор будет срабатывать по два раза; равным образом после посылки группы импульсов конденсатор не будет оставаться заряженным, а будет разряжаться, т. е. селектор будет срабатывать каждый раз по одному лишнему колебанию. Поэтому, при вызове через транс-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

форматор, надо выключать все конденсаторы при селекторах или же шунтировать их, тем более, что при рассматриваемой схеме надобность в них отпадает, так как в линейных проводах не будет тока в промежутках времени между импульсами.



Фиг. 78. Монтажная схема аппаратов вызова через трансформатор

Подробное сопоставление физических процессов в различных условиях показано на фиг. 77 (приближенно).

Сердечники трансформатора и заградительного дросселя изготовляются из листового железа Ш-образной формы. Прочие электрические данные приведены на монтажной схеме фиг. 78.

НКПС дает следующие приближенные расчетные формулы, исходя из напряжения 90 V и силы тока 3 mA для действия селектора без конденсатора:

$$I_2 = 3n\,10^{-3} + I_0 \text{ A}, \qquad (27)$$

$$V_2 = 90 + (3n\,10^{-3} + I_0)\,Rl \text{ V}, \qquad (28)$$

$$I_0 = \frac{V_2 l}{Rl^2 + A} \text{ A}, \qquad (29)$$

где I_2 и V_2—сила тока и напряжение во вторичной обмотке трансформатора, n—число селекторов, включая и эквивалентные трансформатору,

R—сопротивление *км* провода,

l—длина цепи в *км*,

A—сопротивление изоляции между проводами на 1 *км*,

I_0—ток утечки в амперах.

Условно принимается, что нагрузка и утечка приложены сосредоточенно в середине цепи.

$$I_1 = 85 + 6{,}8\,(n + K)\,\text{mA}, \qquad (30)$$

$$I_1' = 100 + 9\,(n + K)\,\text{mA}, \qquad (31)$$

где I_1 и I'_1—силы тока в первичной обмотке трансформатора: малого (30) и большого (31);

K—количество селекторов, эквивалентных утечке.

Общее сопротивление лампы и реостата вычисляется по формуле:

$$R_л + R_p = \frac{120\eta - I_2 R_2 - V_2}{I_1 \eta} - R_1,$$

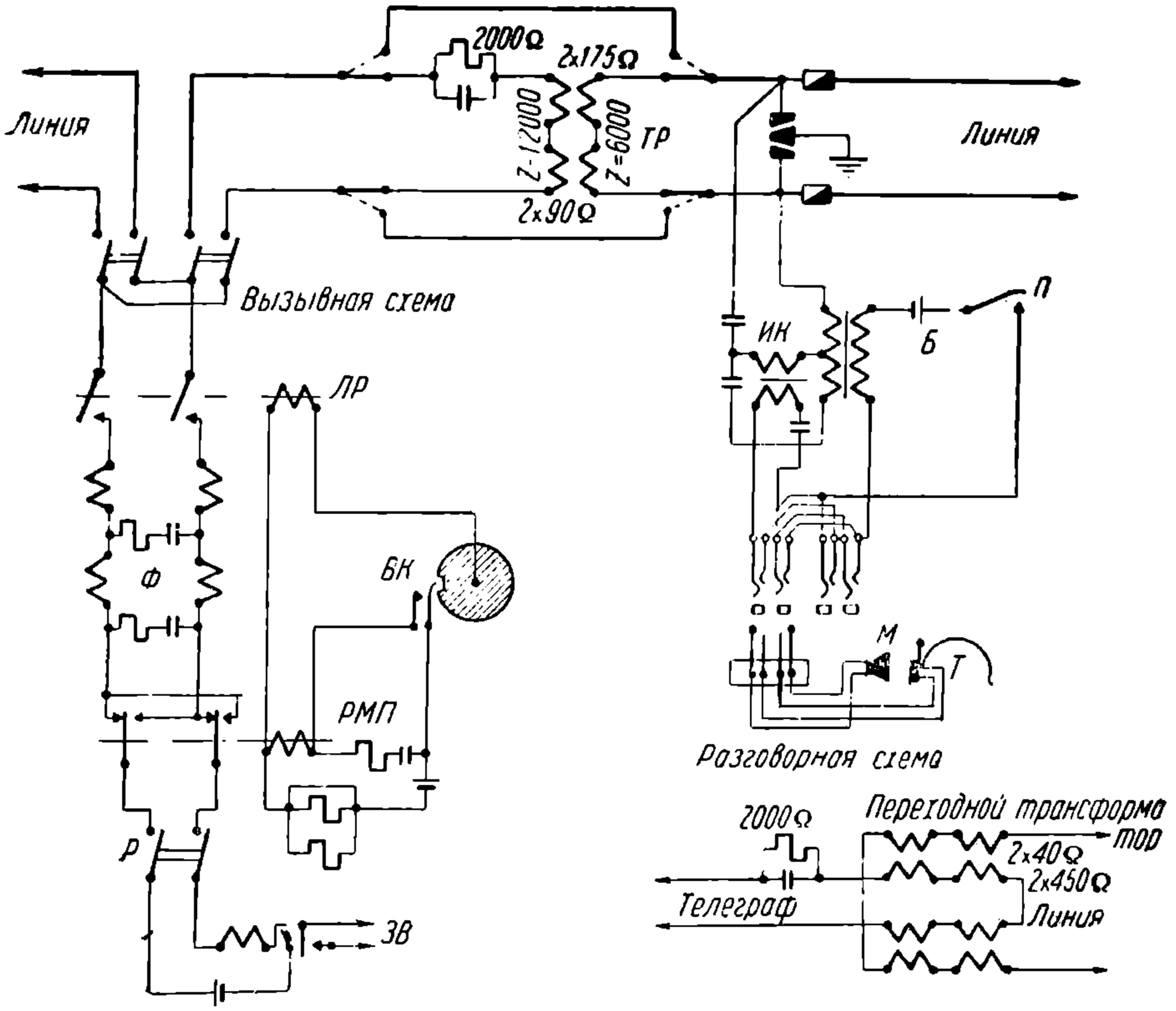
где η—коэфициент трансформации,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

R_1 и R_2—сопротивление первичной и вторичной обмоток трансформатора.

Напряжение на зажимах первичной обмотки трансформатора рассчитано на 100 V, напряжение вызывной батареи будет выше, так как надо учесть падение напряжения в остальной цепи; оно принимается равным 120 V.

К недостаткам системы вызова через трансформатор надо отнести следующие:



Фиг. 79. Американская схема вызова через трансформатор

а) чрезмерное искрение и обгорание контактов реле, меняющее полюса.

б) затруднительность линейных измерений при ответвлениях без конденсаторов на линейных станциях;

в) не разработан заводский тип и весь монтаж необходимо делать в собственных мастерских;

г) невозможность применения новой системы при участках с трансляциями, так как требуется реле с значительным промежутком времени замедления его действия и так как, кроме того, невозможно обратное управление трансляцией.

На фиг. 79 показана американская схема вызова через трансформатор, которая осуществляется без всякой переделки распорядительной станции, установкой лишь одного трансформатора с последовательно

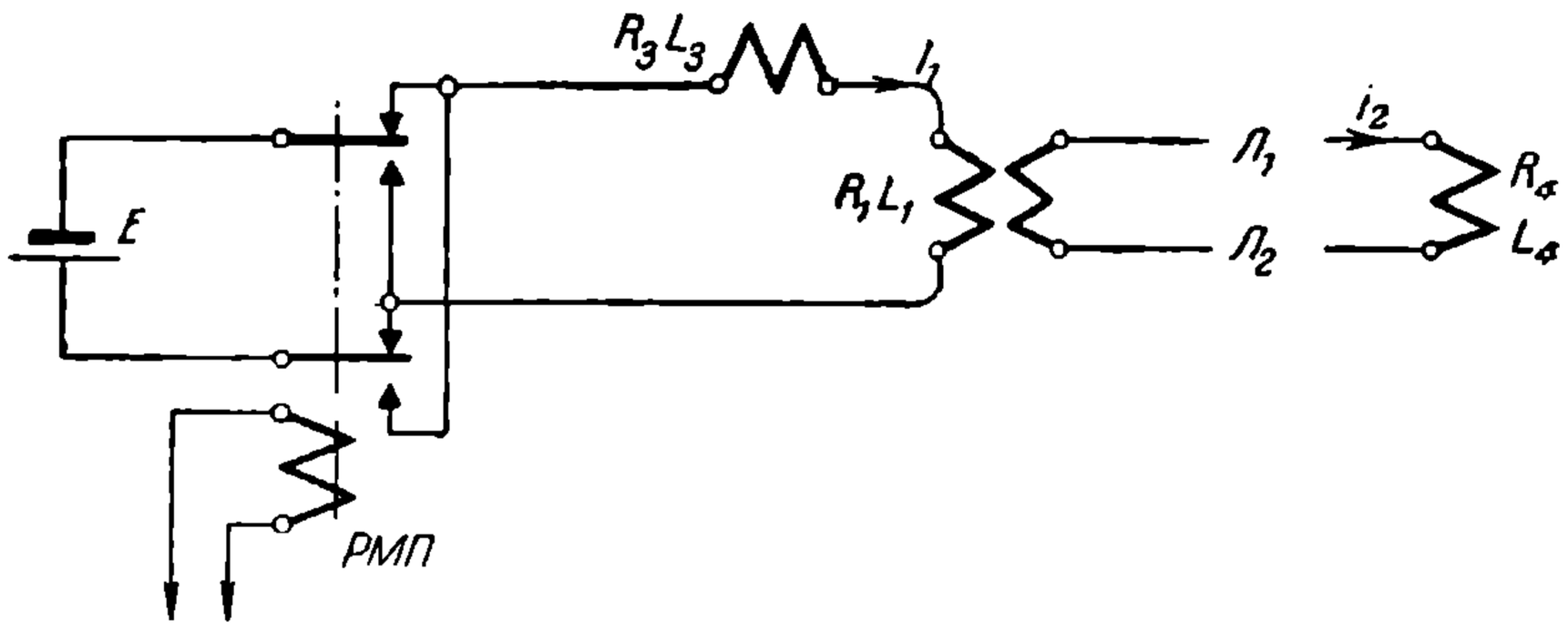
НБ УДУНТ (ДІІТ)

включенным к нему трансформатором большой емкости. Следовательно возможен также просто и обратный переход на вызов без трансформатора. Небольшая величина тока в первичной цепи трансформатора требует наличия батареи меньшей емкости и исключает искрение и обгорание контактов быстродействующего реле. Такая схема предположена к применению на железнодорожном транспорте.

§ 20. Физические процессы, происходящие при вызове через трансформатор

Эквивалентная схема цепей с трансформатором и одним селектором изображена на фиг. 80. Сила тока i_2 во вторичной цепи определяется из уравнения (см. проф. В. И. К о в а л е н к о в, Основы теории связи, часть 1, гл. IV):

$$i = \frac{E^p}{M}\left(e^{-\frac{t}{s_1}} - e^{-\frac{t}{s_2}}\right).$$



Фиг. 80. Эквивалентная схема цепи с трансформатором

M—коэфициент взаимоиндукции.

$$M = K\sqrt{L_1 L_2}\ ,$$

$$0 < K < 1,$$

$$P = \frac{\tau_3^2}{\sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + 4\tau_3^2}}\ ,$$

$$S_1 = \frac{1}{2}\left(\tau_1 + \tau_2 - \sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + 4\tau^2}\right),$$

$$S_2 = \frac{1}{2}\left(\tau_1 + \tau_2 + \sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + 4\tau^2}\right),$$

τ_1 и τ_2—постоянные времени первичной и вторичной цепей:

$$\tau_1 = \frac{L_1 + L_3}{R_1 + R_3}, \quad \tau_2 = \frac{L_2 + L_4}{R_2 + R_4}, \quad \tau_3^2 = \frac{M^2}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сравнивая S_2 и S_1, видим, что

$$S_2 > S_1.$$

Отсюда вытекает, что

$$e^{-\frac{t}{s_1}} - e^{-\frac{t}{s_2}} = \frac{1}{e^{\frac{t}{s_1}}} - \frac{1}{e^{\frac{t}{s_2}}} < 0$$

или же

$$e^{-\frac{t}{s_1}} < e^{-\frac{t}{s_2}}.$$

Уравнение тока можно представить в виде двух слагаемых, а именно:

$$i_2 = \frac{E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_1}} - \frac{E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_2}} = -\left(\frac{E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_2}} - \frac{E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_1}}\right).$$

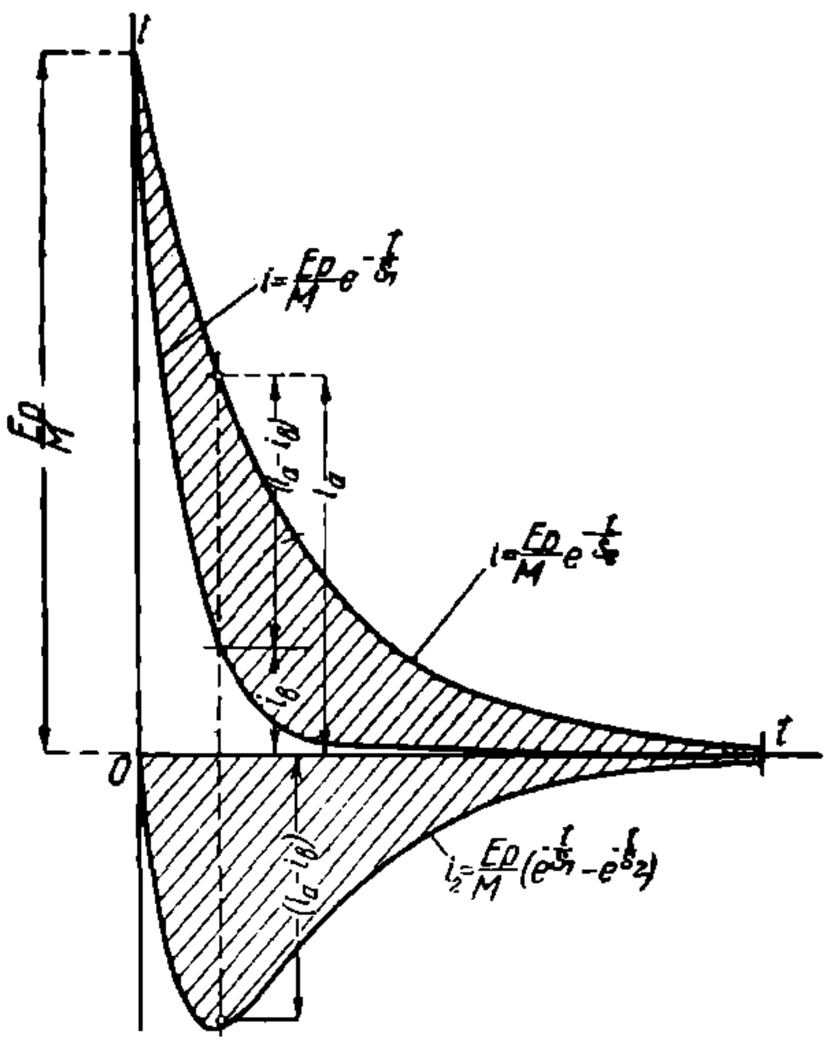
График функции

$$i_2 = f(t)$$

можно построить как алгебраическую сумму двух кривых:

$$i_a = \frac{E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_2}} \quad \text{и} \quad i_b = \frac{-E^p}{M} e^{-\frac{t}{s_1}}.$$

Эти кривые представляют собою графики двух функций тока размыкания цепи (кривые Гельмгольца). Начальные ординаты той и другой кривой одинаковы по абсолютному своему значению. Построение графика i_2 выполнено на фиг. 81 и понятно без дальнейших пояснений. Форма кривой импульса тока получалась аналогичная с апериодической кривой зарядного импульса в случае вызова без трансформатора. Этого и следовало ожидать, так как уравнение тока, как и уравнение зарядного тока, представляют собою формулы одинаковой конструкции, приводящиеся к двум простым показательным функциям с одинаковым основанием, равным e.



Фиг. 81. Кривые тока

Если спустя некоторый промежуток времени сделать переключение полюсов, то явление, происходящее в первичной цепи, можно рассматривать как следствие включения (замыкания) в цепь электродвижущей силы, равной минус $2E$, при наличии включенной уже электродвижущей силы E.

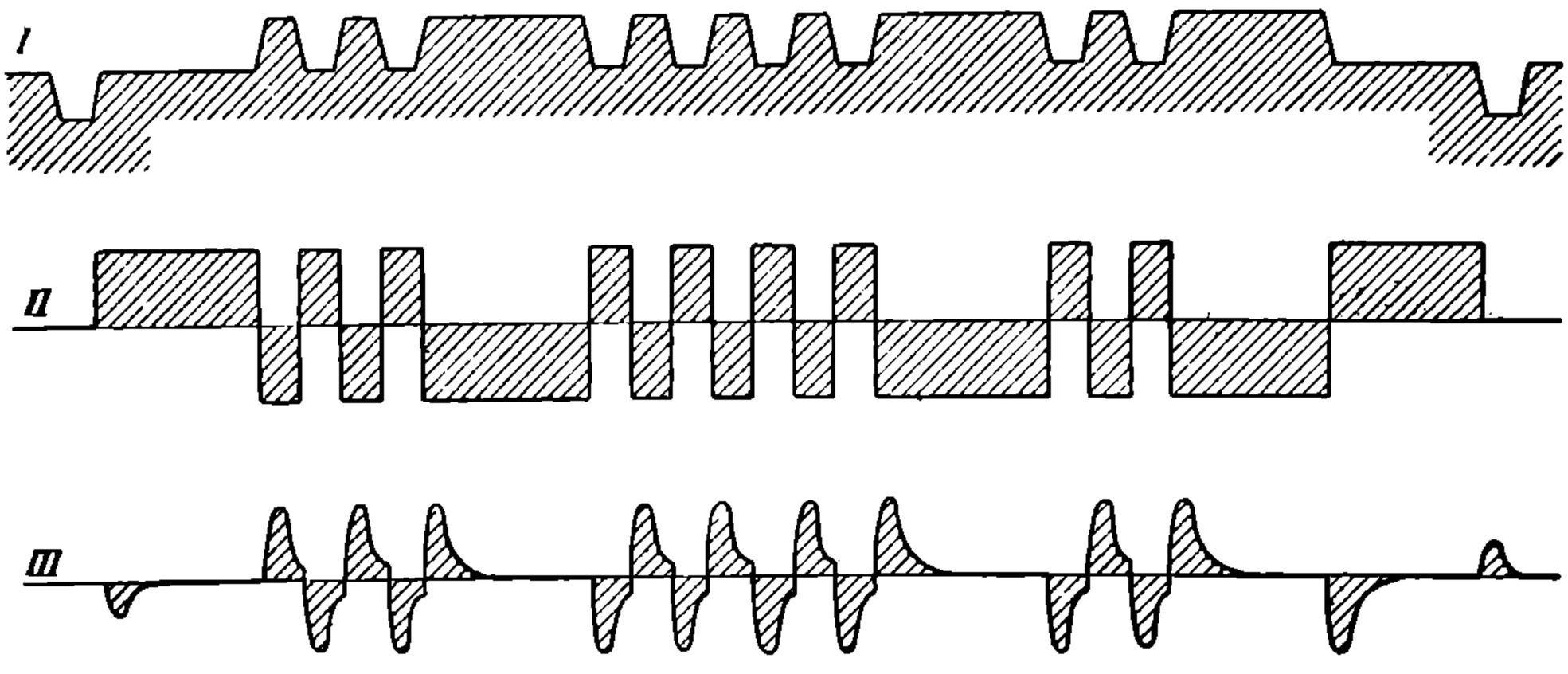
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Уравнение тока во вторичной цепи выразится формулой:

$$i_2 = \frac{-2E^p}{M}\left(e^{-\frac{t}{s_1}} - e^{-\frac{t}{s_2}}\right)$$

Новая перемена полюсов линейной батареи приводит к импульсу тока, выражаемому уравнением:

$$i_2 = \frac{+2E^p}{M}\left(e^{-s_1} - e^{-s_2}\right) \text{ и т. д.}$$



Фиг. 82. Кривые тока во вторичной цепи: *I*—развернутая схема вызывного ключа 5—8—4, *II*—напряжение в первичной цепи трансформатора, *III*—кривые тока во вторичной цепи

На фиг. 82 показана кривая тока во вторичной цепи и кривая напряжения в первичной при вызове ключом с настройкой 5—8—4. Последний разрядный импульс будет выражаться уравнением:

$$i_2 = \frac{-E^p}{M}\left(e^{-\frac{t}{s_1}} - e^{-\frac{t}{s_2}}\right).$$

Периодическая кривая импульсов тока может быть разложена по закону Фурье на гармонические синусоидальные кривые; период основной гармоники совпадает с периодом нашей сложной кривой. Фильтр низкой частоты выравнивает эту кривую, задерживая гармоники высших порядков и приближая ее к простой синусоидальной форме.

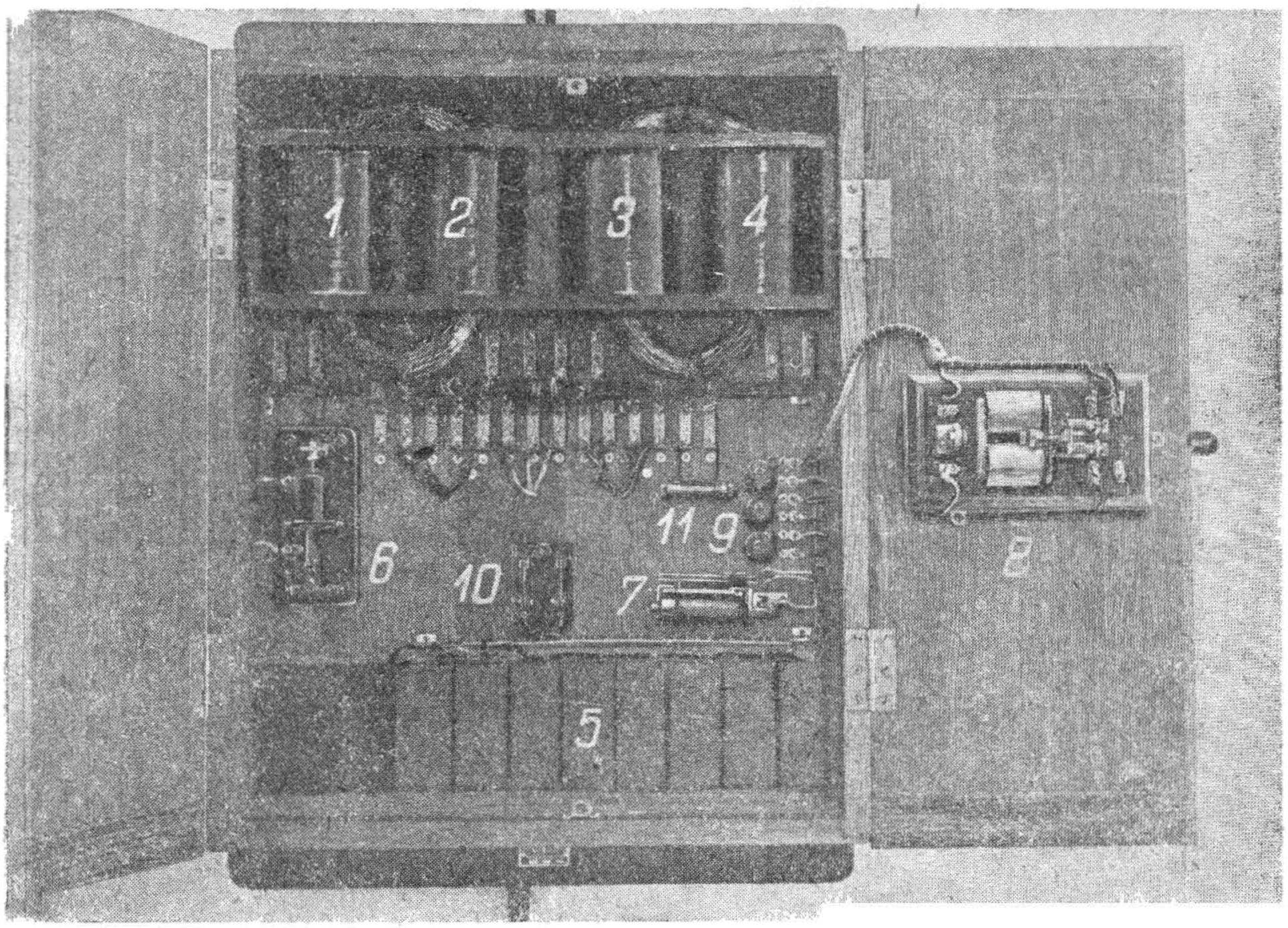
§ 21. Конструкция вызывных приборов

На фиг. 83 и 84 показаны фотографии шкафа с вызывными приборами. Рассмотрим его детали.

Линейное реле или медленнодействующее реле (фиг. 85) включает вызывную батарею в линию на все время вращения

НВ УДУНТ (ДІІТ)

ключа и выключает ее из линии по завершению кодовым диском полного оборота. В нерабочем положении в американских моделях промежуток между контактами пружин должен быть равен около 0,8 *мм*, в аппаратах нашей конструкции он регулируется в пределах 0,75—1,00 *мм*. Сопротивление обмотки—около 100 Ω; рабочий ток—0,75 mA, хотя реле срабатывает и при меньшей силе тока. Регулировка расстояния между якорем и полюсным наконечником делается винтом *B* при выключенной вызывной батарее. Замедленное срабатывание и отпускание якоря обеспечивает непрерывность включения линейной батареи при случайных мгновенных нарушениях контакта между пружиной, скользящей по кодовому диску, и самим диском.



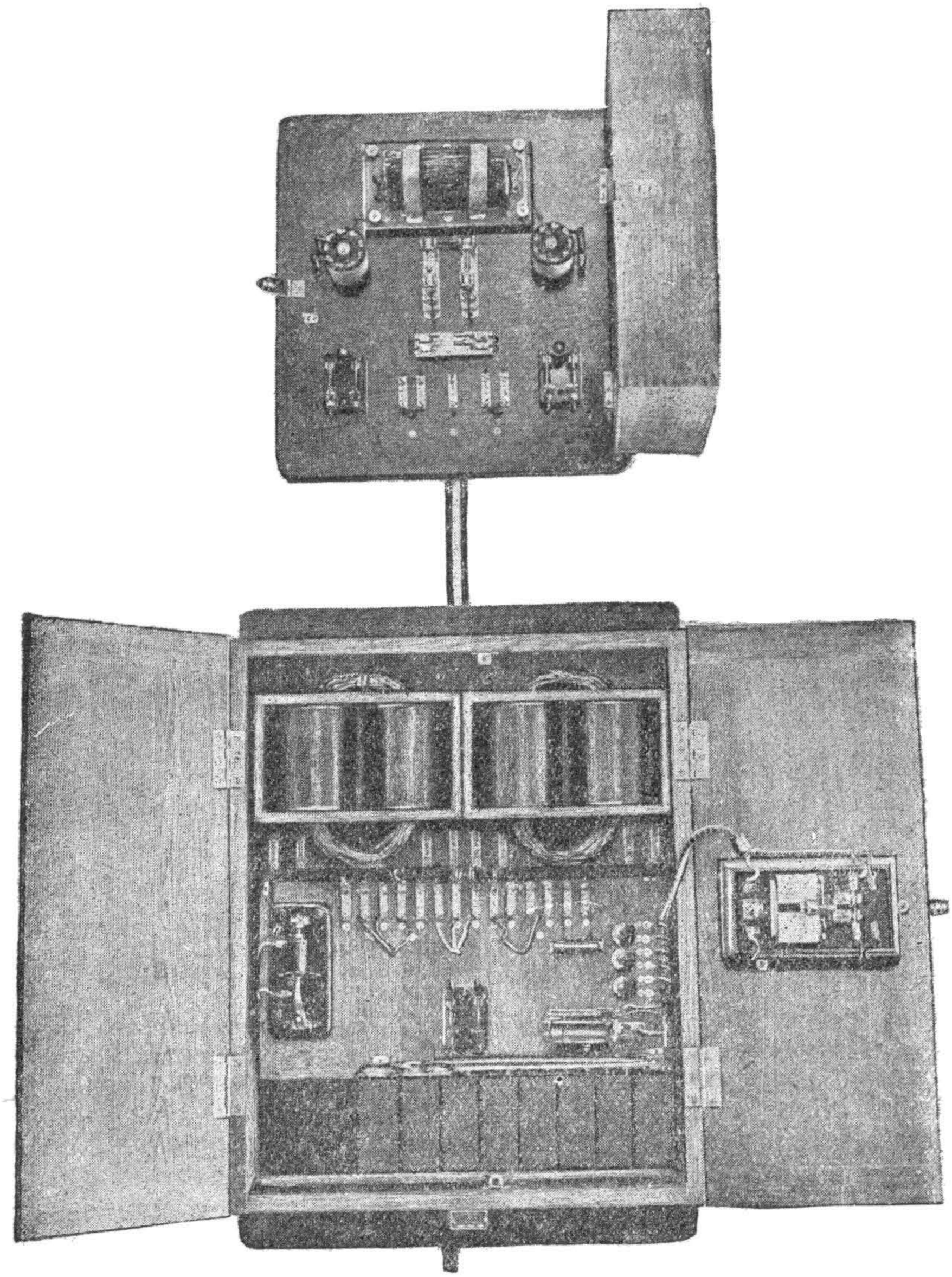
Фиг. 83. Шкаф с вызывными приборами: *1—4*—катушки фильтра, *э*—конденсаторы, *6*—максимальный выключатель, *7—ПР*, *8—РМП*, *9*—катушки сопротивления, *10*—рубильник, *11*—предохранитель

Реле, меняющее полюса, или быстродействующее реле (фиг. 86) для правильной работы должно обеспечить одинаковую продолжительность положительных и отрицательных импульсов и по возможности свести к нулю время выключения из линии вызывной батареи при перебрасывании контактных пружин из одного крайнего положения в другое. Это требование объясняет конструкцию реле и почему оно должно быть быстродействующим. Линейная батарея подводится к средним пружинам n_1—n_2, линия—к колонкам k_1—k_2. В нормальном положении пружины соприкасаются с контактами колонок. При прохождении тока через обмотки электромагнитов реле $Э_1$—$Э_2$ якорь *Я* притягивается, вращаясь вокруг оси *О*, и заставляет

НВ УДУНТ (ДІІТ)

посредством связанной с ним пластинки N из изолирующего материала перебросить контактные пружины n_1—n_2 к контактам M_1—M_2.

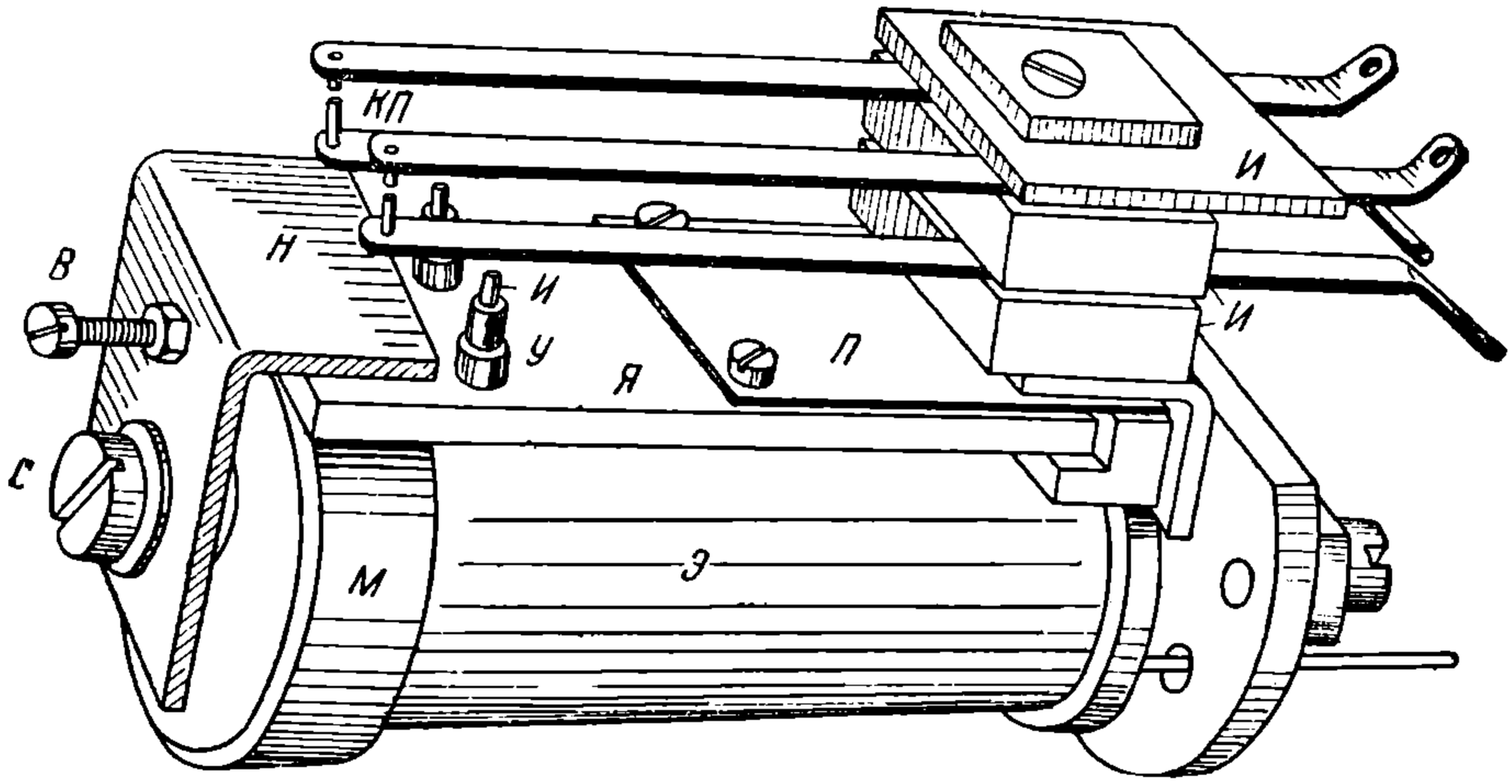
Сопротивление обмоток 12,5 × 2 Ω с числом витков 1900 × 2 из медной эмалированной проволоки диаметром 0,4 *мм*, рабочий ток 0,3—0,4 А.



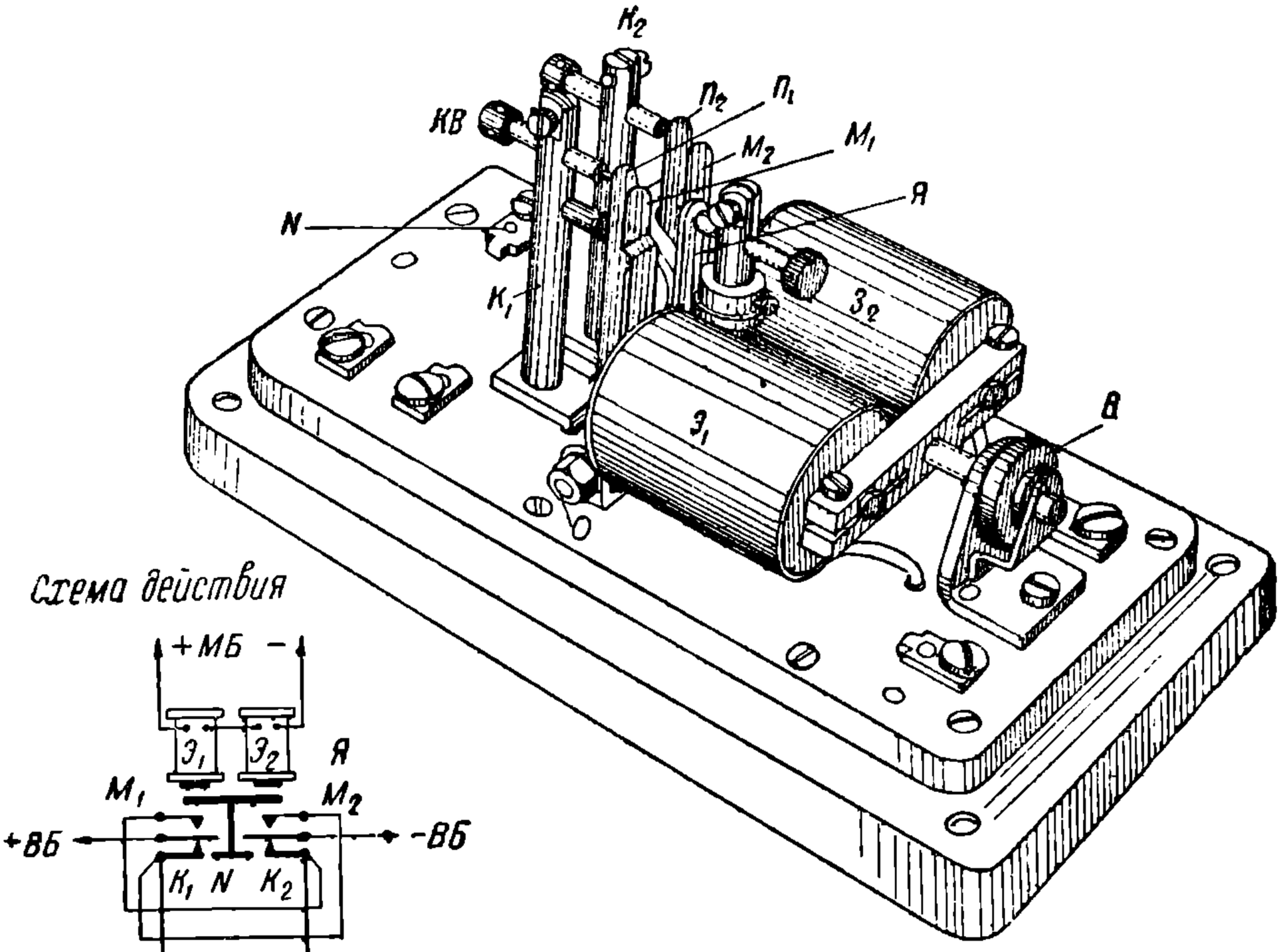
Фиг. 84. Шкаф и вводный щиток

Изложенная выше теория требует, чтобы замыкание попарно между контактами совершалось одновременно. Это сводит к минимуму искрение между контактами. Регулирование одинаковости времени посылки положительных и отрицательных вызывных импульсов надо де-

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 85. Линейное реле: *Э*—электромагнит, *С*—сердечник, *В*—винт регулировочный, *М*—полюсная надставка, *Я*—якорь, колеблющийся на пружине *П*, *И*—изоляция, *КП*—контактные пружины, *У*—ударник, сжимающий *КП*

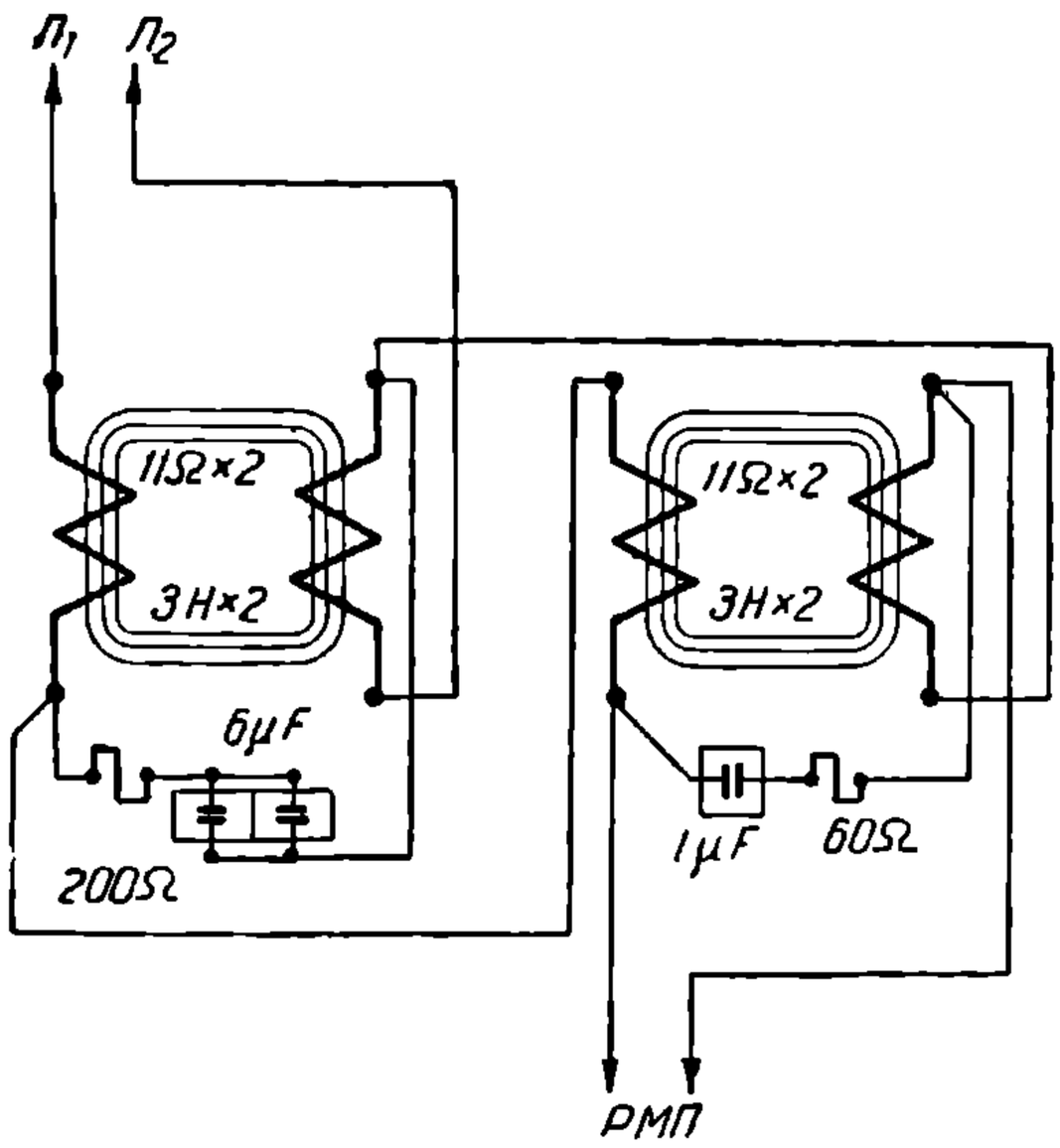


Фиг. 86. Реле, меняющее полюса (быстродействующее реле)

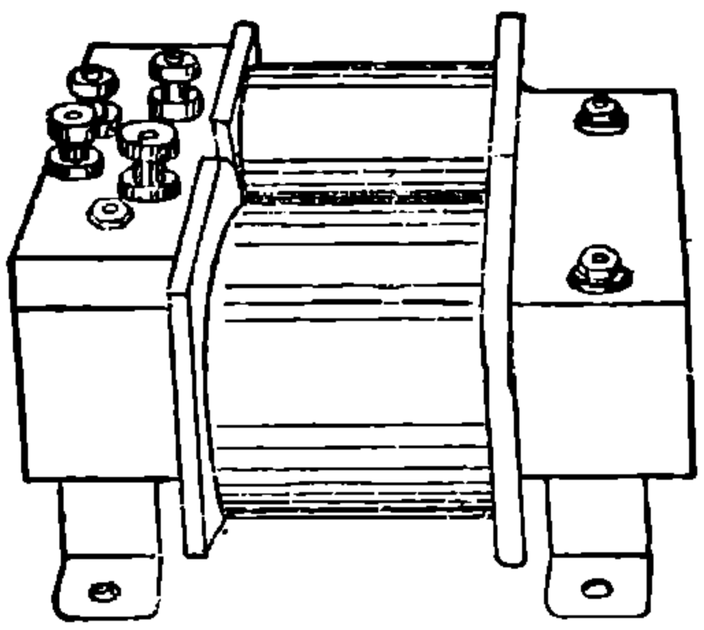
НБ УДУНТ (ДІІТ)

лать посредством вольтметра, добиваясь одинакового отклонения стрелки его от нулевого положения; либо же посредством миллиамперметра, включая его через сопротивление, эквивалентное линии.

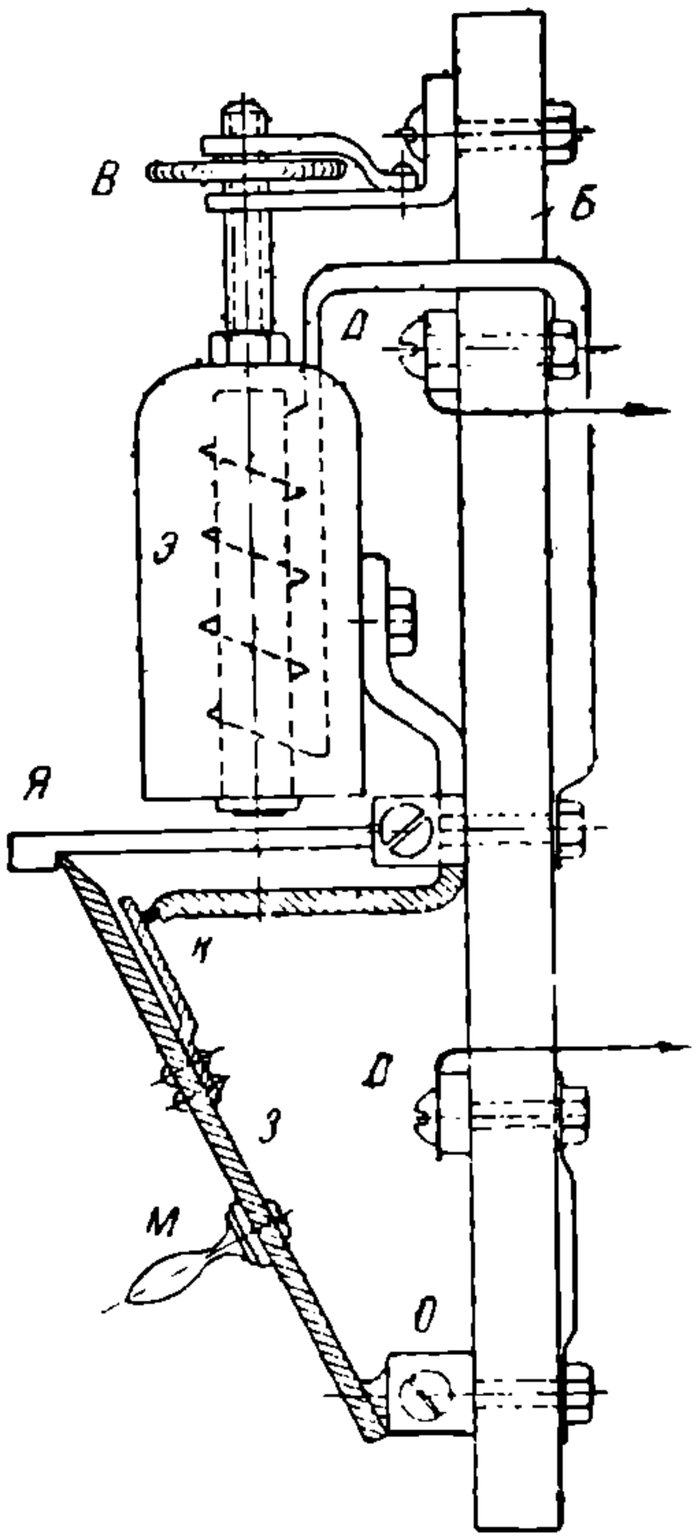
Самое регулирование после установки контактных винтов *КВ* надо делать винтом *В*, посредством которого изменяется величина воздушного зазора между якорем *Я* и полюсными наконечниками; увеличение этого зазора уменьшает время смыкания передних контактов; уменьшение—увеличивает. Промежуток между средними и передними контак-



Фиг. 87. Схема включения частей фильтра



Фиг. 88. Фильтр завода «Транссвязь»



Фиг. 89. Схема максимального выключателя: *Б*—бакелитовое основание, *О*—ось со спиральной пружиной, *Я*—пружинящий якорь, *Э*—электромагнит в бакелитовой оправе, *В* — регулировочный винт

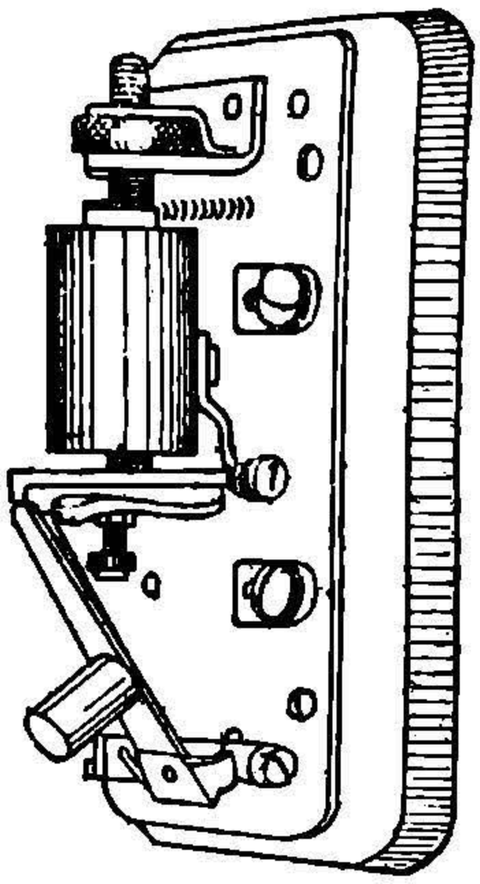
тами—0,75 *мм*, а между средними и задними—1 *мм*. При этом регулировании линейная батарея должна быть выключена.

Напряжение местной батареи, питающей оба реле,—7,5—8 V.

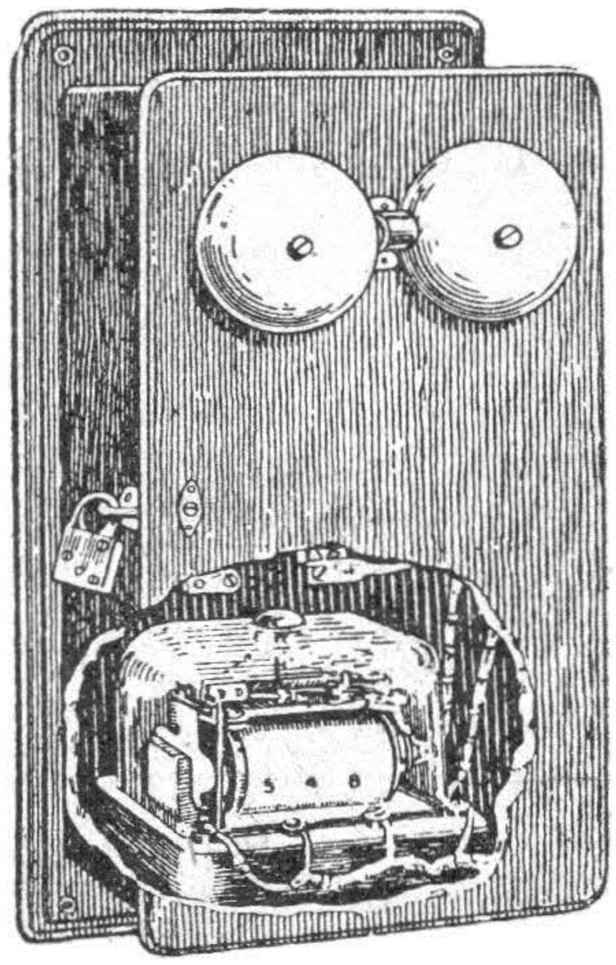
Ф и л ь т р состоит из четырех катушек самоиндукции со сдвоенными общими замкнутыми сердечниками, двух катушек сопротивлений и семи коробок емкостью по 1μ F каждая. Монтажная схема включений изображена на фиг. 87. Изготовляемый на наших заводах тип фильтров показан на фиг. 88.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Максимальный автоматический выключатель (фиг. 89 и 90) играет роль предохранителя в случаях появления в линейной цепи тока чрезмерной величины, например при коротком замыкании и пр. Действие его основано на том, что при увеличении силы тока

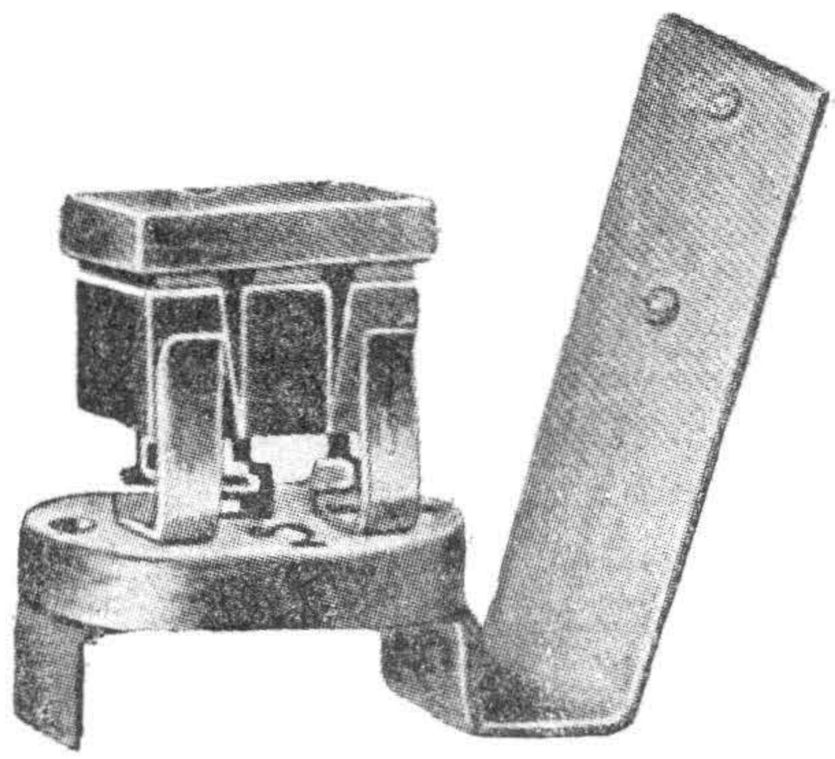


Фиг. 90. Максимальный выключатель



Фиг. 91. Американский селекторный ящик

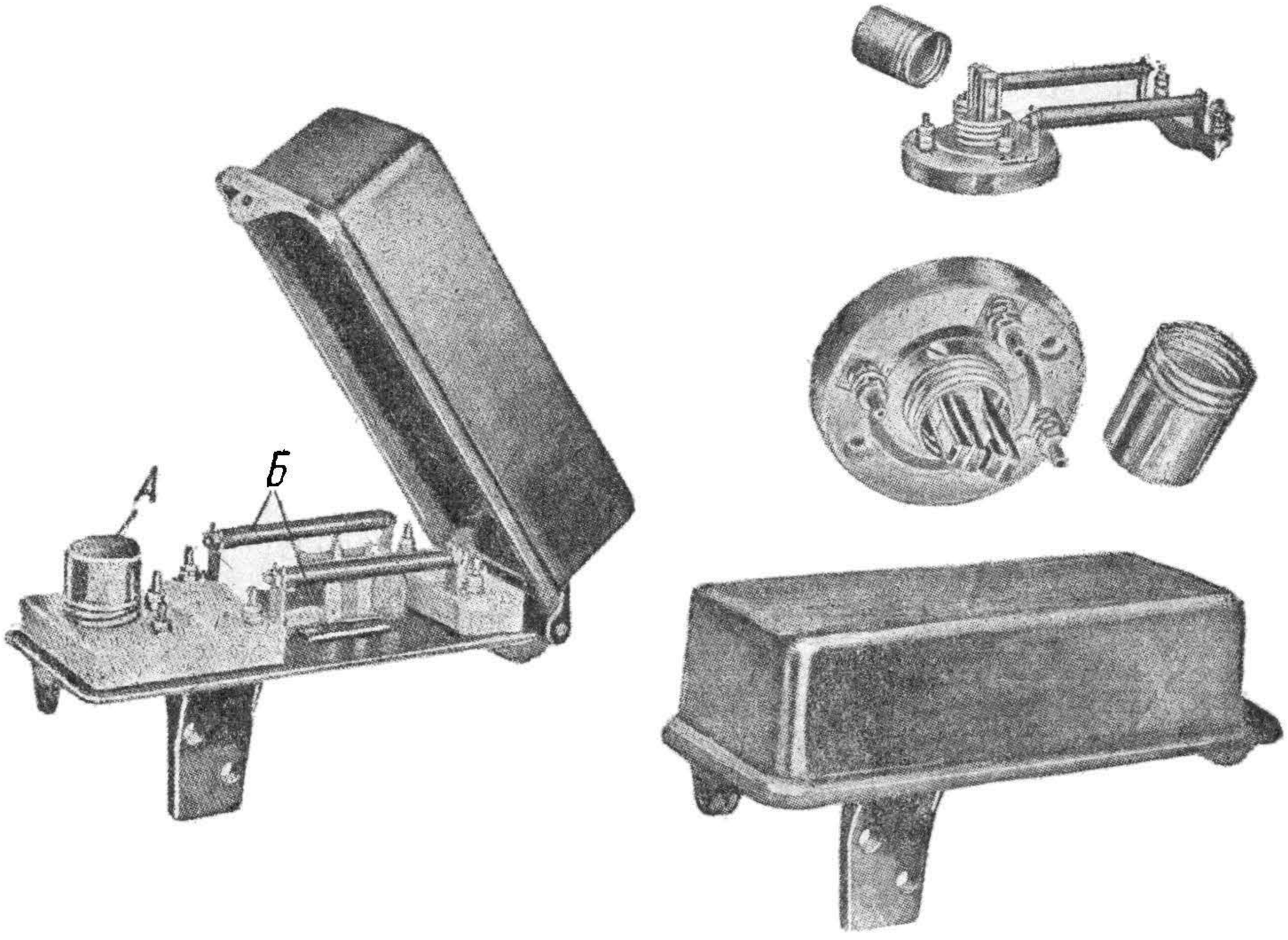
в цепи увеличивается сила притяжения пружинящего якоря *Я* электромагнитом *Э*. При достижении этой силой величины, равной сопротивлению якоря, последний притягивается и освобождает защелку *З*. Отскакиванию защелки способствует пружинистость в месте контакта *К* и, кроме того, спиральная пружинка, навитая на ось *О*, вокруг которой вращается защелка *З*. К клеммам *А* и *Д* подводятся провода цепи, в которую включается этот автомат, а именно: от одного из полюсов вызывной батареи и от одного из контактов линейного реле. Регулирование аварийного тока можно делать в пределах от 0,5 до 2 А; обычно он регулируется на срабатывание от тока силою 0,6—1 А. Самое регулирование делается винтом *В*, изменяющим расстояние полюсного наконечника от якоря; обычно это расстояние равно 2—3 *мм*. Завод «Транссвязь» изготовляет автоматы из медной эмалированной проволоки, диаметром 0,4 *мм*, с числом витков 400 и с сопротивлением обмотки 1,5 Ω. После срабатывания автомата и устранения причины короткого замыкания защелка ставится в прежнее положение рукояткой *М*.



Фиг. 92. Американский громоотвод со снятой крышкой

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вводный щиток (фиг. 100), как это видно из полной схемы (фиг. 130), состоит из трех рубильников, предназначенных для действий при испытаниях линии и позволяющих отключать правую или левую стороны линии, а также выключать всю местную аппаратуру. Здесь же расположены громоотводы и плавкие предохранители в стеклянных трубочках. Если на диспетчерскую цепь наложена фантомная цепь для телеграфной работы, то на щитке располагается также и катушка Кайло (фиг. 85). Щиток покрывается откидывающейся на петлях застекленной крышкой.



Фиг. 93. Английский громоотвод (*А*) и плавкие предохранители (*Б*)

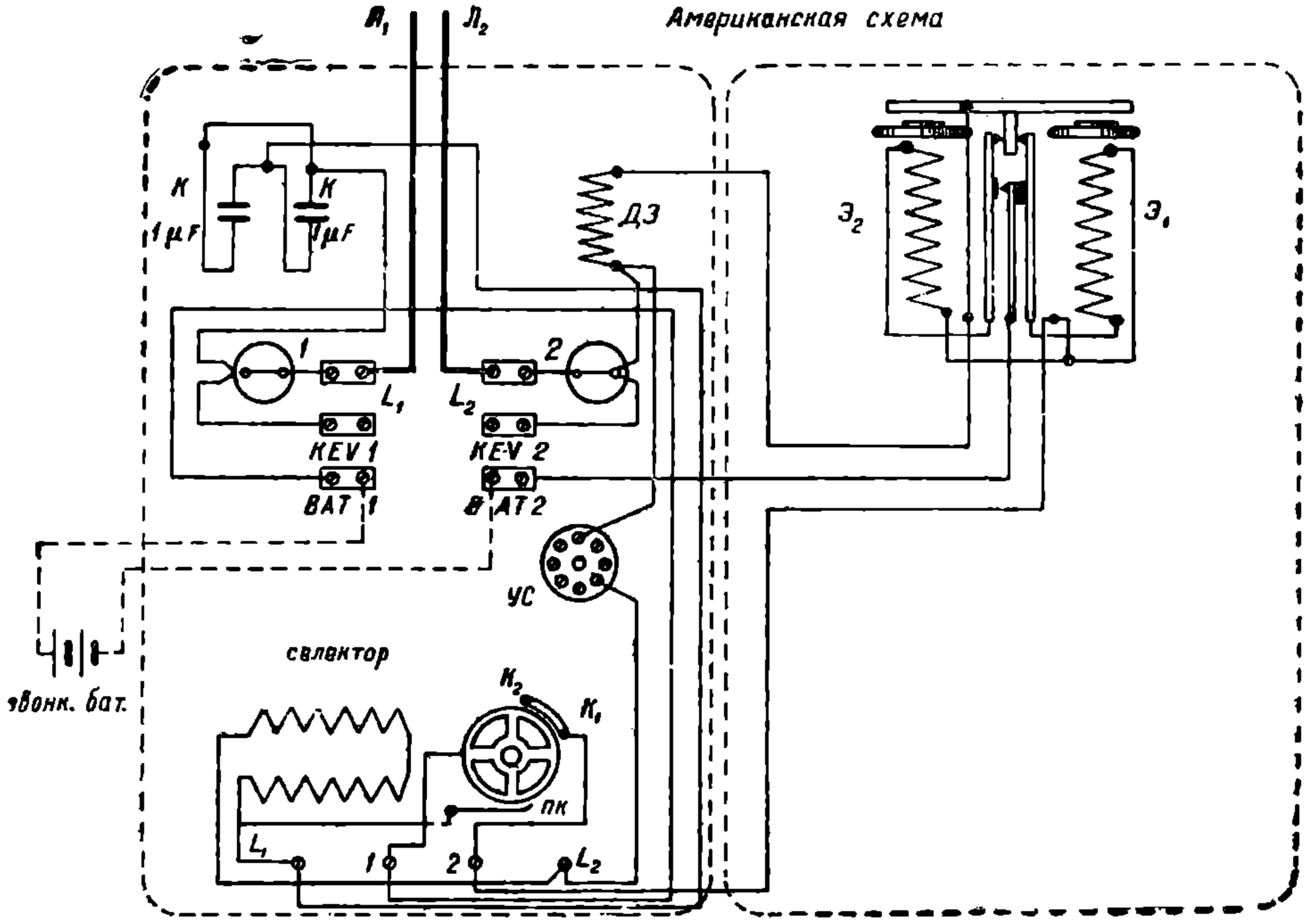
В американских аппаратах громоотводы имеют тип, показанный на фиг. 92. Английские аппараты снабжаются громоотводами, монтируемыми вместе с предохранителями (фиг. 93).

В последнее время при оборудовании крупных узлов аппаратура диспетчерских распорядительных станций монтируется на железных стативах с панелями и выносится из диспетчерского помещения в комнату механика.

На линейной станции вызывные приборы смонтированы в одном селекторном ящике. На фиг. 91 показан вид американского ящика. Монтажная схема шкафа линейного пункта с вызывными диспетчерскими аппаратами показана на фиг. 94. Принципиальная его схема приведена на фиг. 95. Американский звонок имеет особую конструкцию. При замыкании селекторным кодовым диском звонкового контакта ток поступает в правый электромагнит звонка *ПЭ*;

НВ УДУНТ (ДІІТ)

вследствие этого якорь *Я* притягивается правым плечом к сердечнику электромагнита и перебрасывает контактный свой отросток к левой контактной пружине, размыкая контакт правой пружины. Ток от местной батареи напряжением 6 V поступает теперь в левый электромагнит; в виду того, что правый электромагнит лишился теперь тока, якорь притянется левым плечом к сердечнику левого электромагнита, т. е. займет свое исходное положение, и колебательное явление возобновится. Ударник, связанный с якорем (на чертеже не показан), будет при колебании его ударять в звонковые чаши $Ч_1$—$Ч_2$. При колебаниях якоря средняя контактная пружина будет попеременно касаться

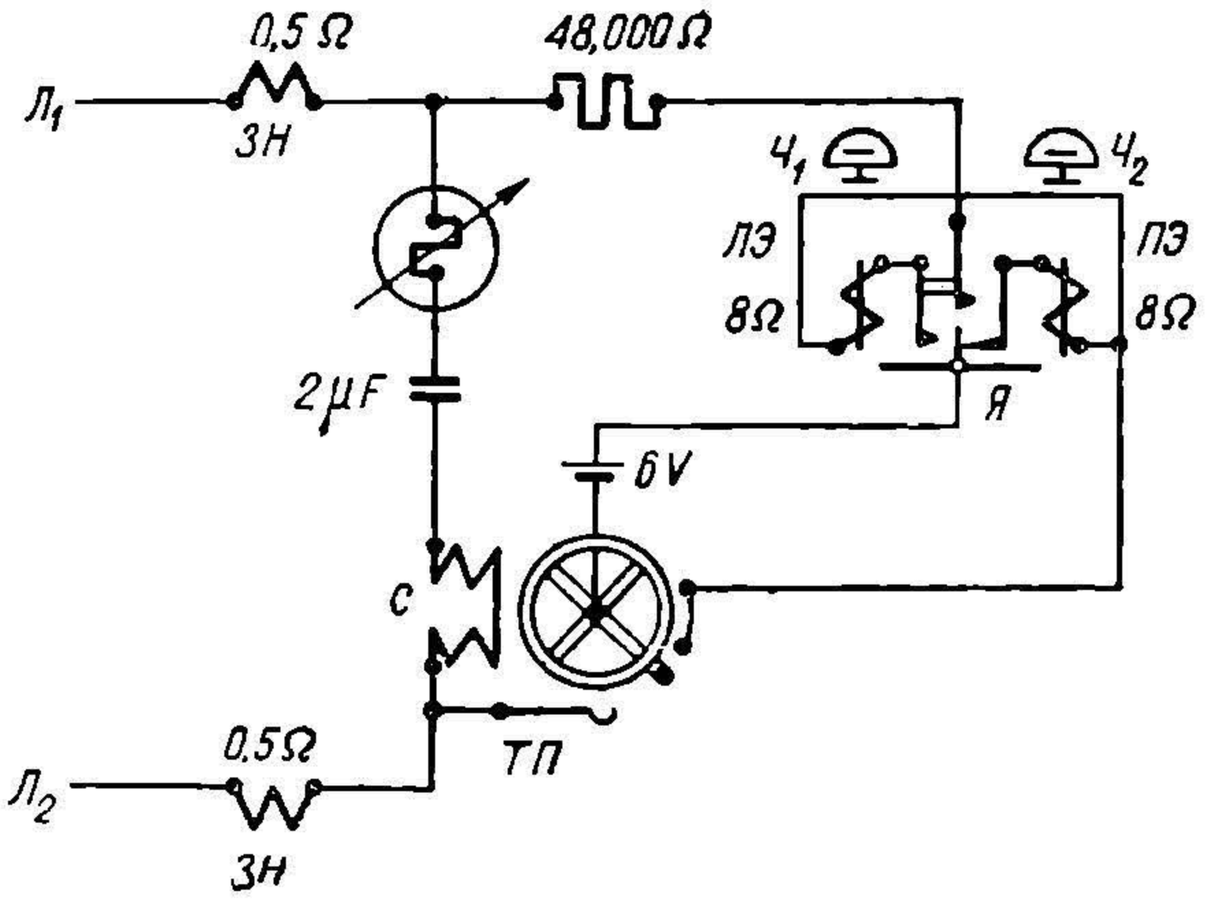


Фиг. 94. Монтажная схема американского селекторного ящика

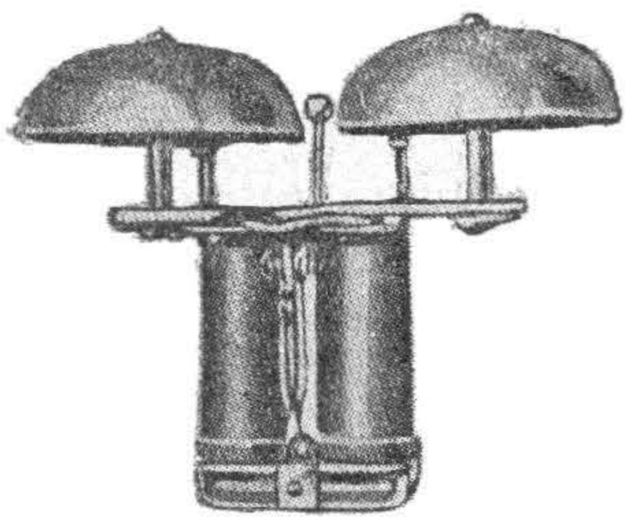
правой пружины, замыкая и размыкая контакт с ней; вследствие этого от местной батареи через сопротивление 48 000 Ω с одной стороны и через тормозную пружину селектора *ТП* с другой стороны будет по линейным проводам ответвляться ток в телефон (или громкоговоритель) диспетчера и тем самым будет осуществляться контроль вызова. Конструкция звонка показана на фиг. 96.

Принципиальная схема селекторного ящика производства завода им. Кулакова в Ленинграде помещена на полной схеме селекторной связи (фиг. 130). Схема конструкции звонка этого завода показана на фиг. 97. Этот звонок работает от местной 6-вольтовой батареи *МБ*, замыкаемой механизмом селектора *С* в моменты посылки вызова на данную станцию. В нормальном нерабочем положении якорь *Я*, подвешенный на оси $ОО_1$, удерживается натяжением спиральной пружины *Ф* в положении, замы-

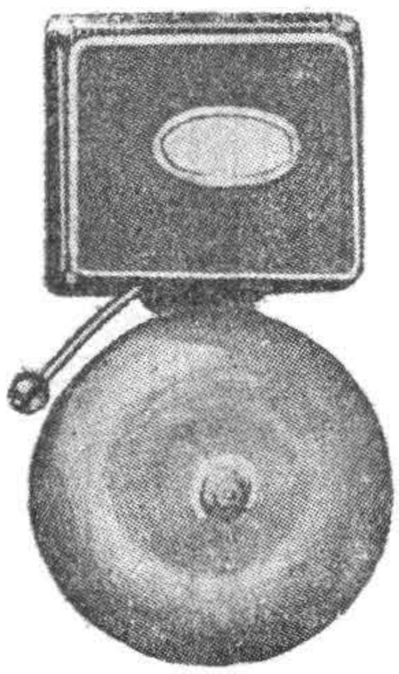
НТБ УДУНТ (ДІІТ)

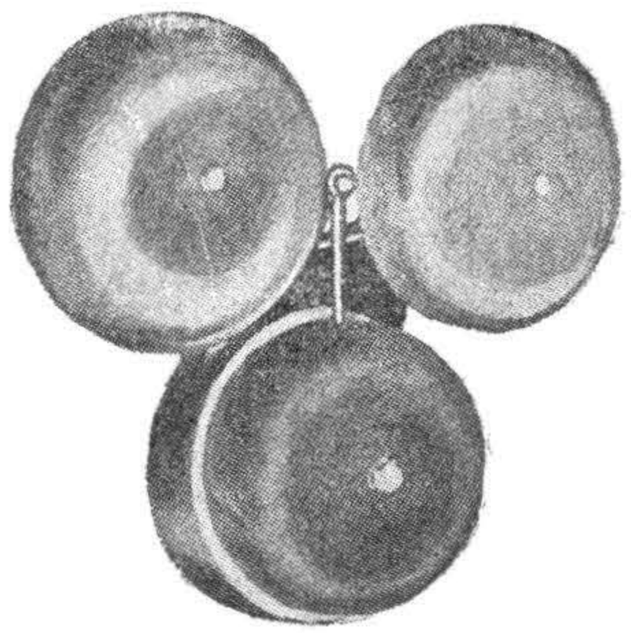


Фиг. 95. Принципиальная схема американского селекторного ящика

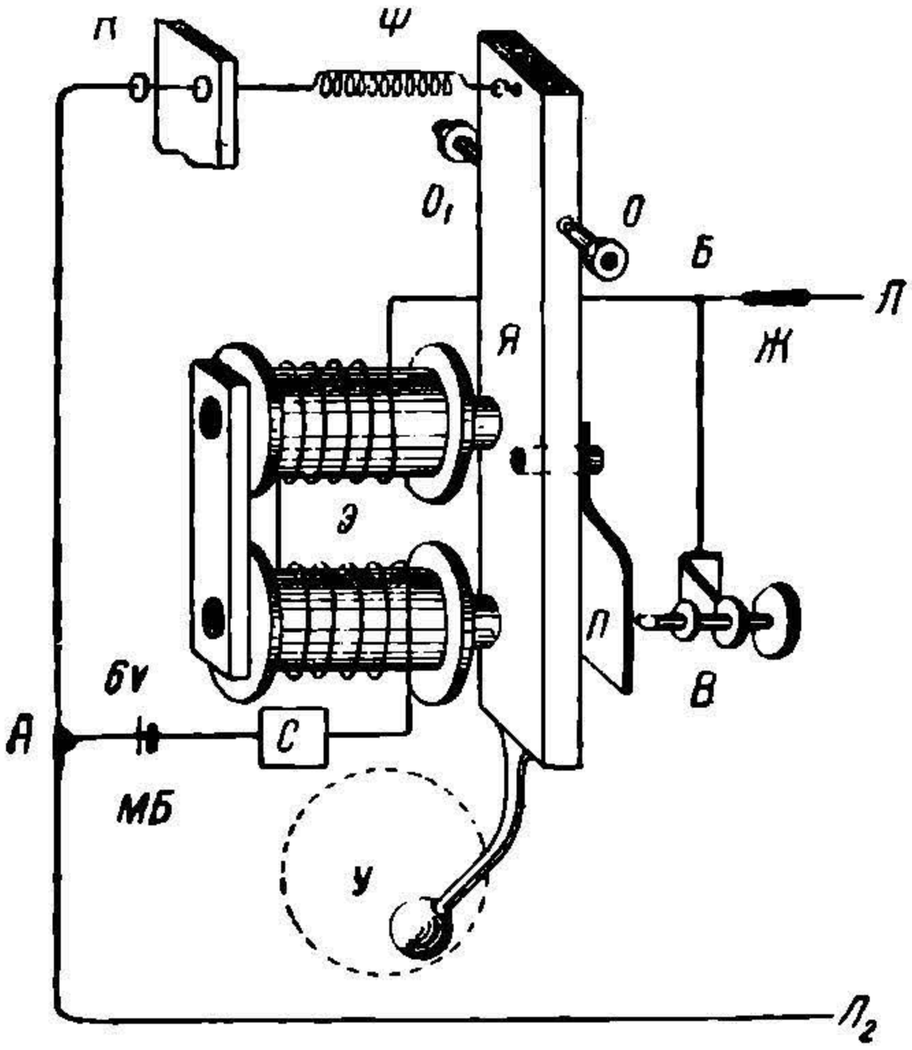


Фиг. 96. Американский селекторный звонок

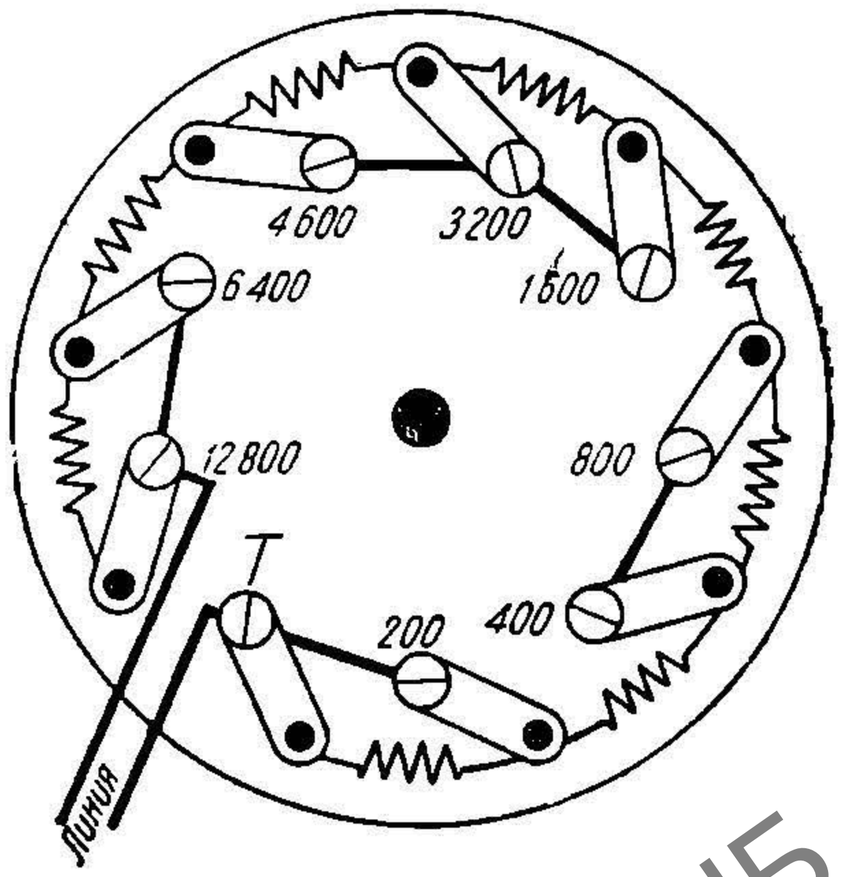




Фиг. 98. Американские звонки интенсивного звука

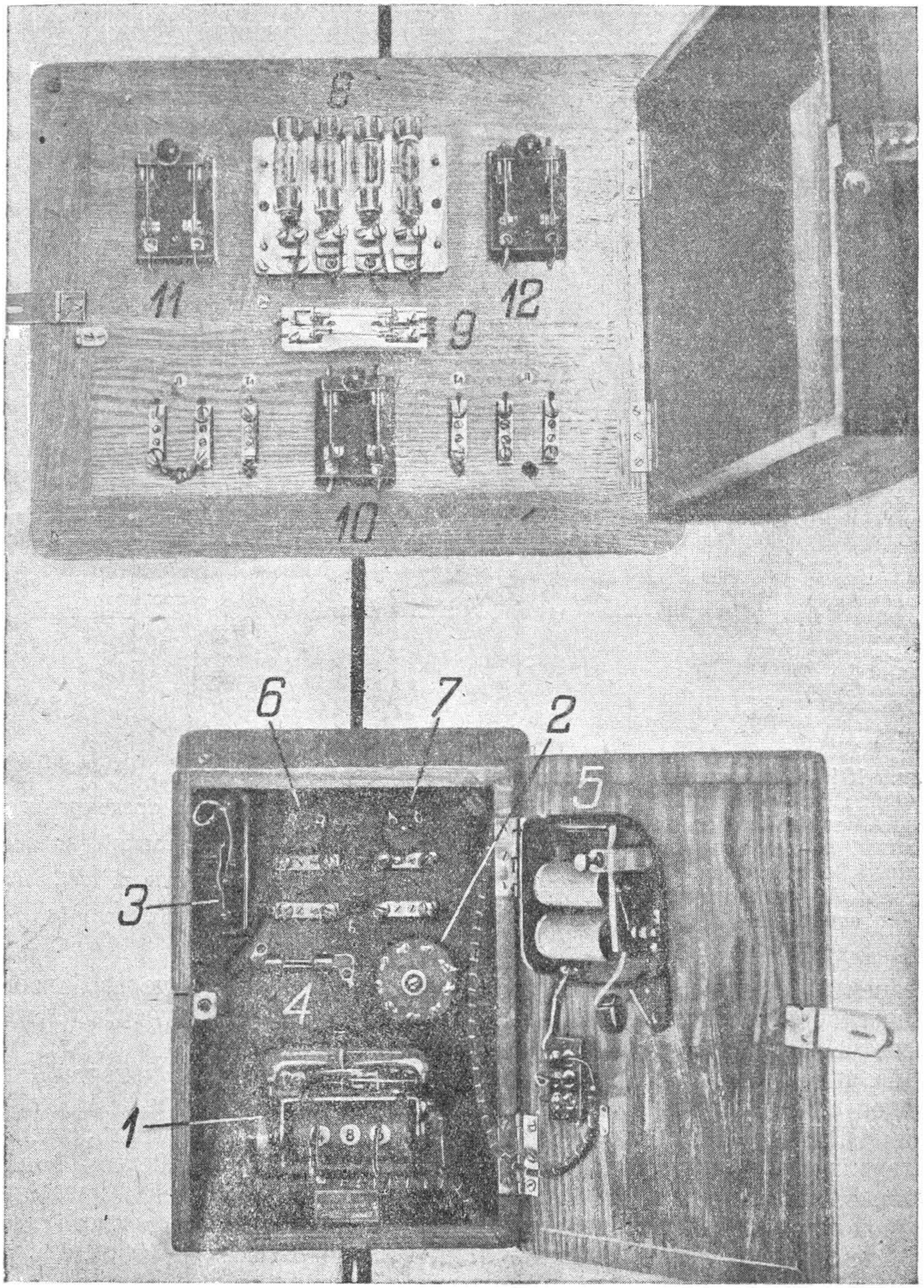


Фиг. 97. Схема звонка завода имени Кулакова



Фиг. 99. Магазин добавочных уравнительных сопротивлений селекторов

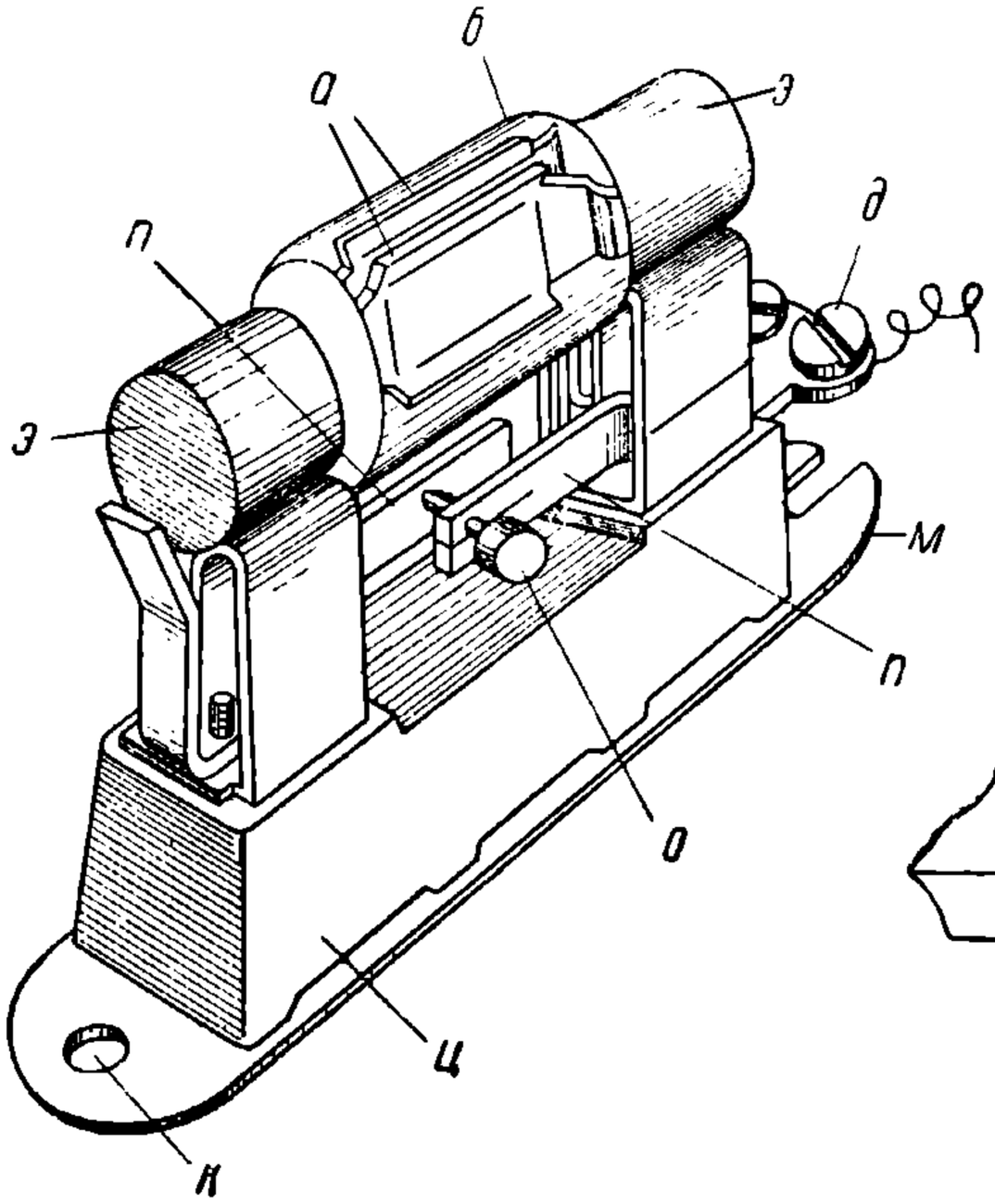
НБ УДУНТ (ДІІТ)



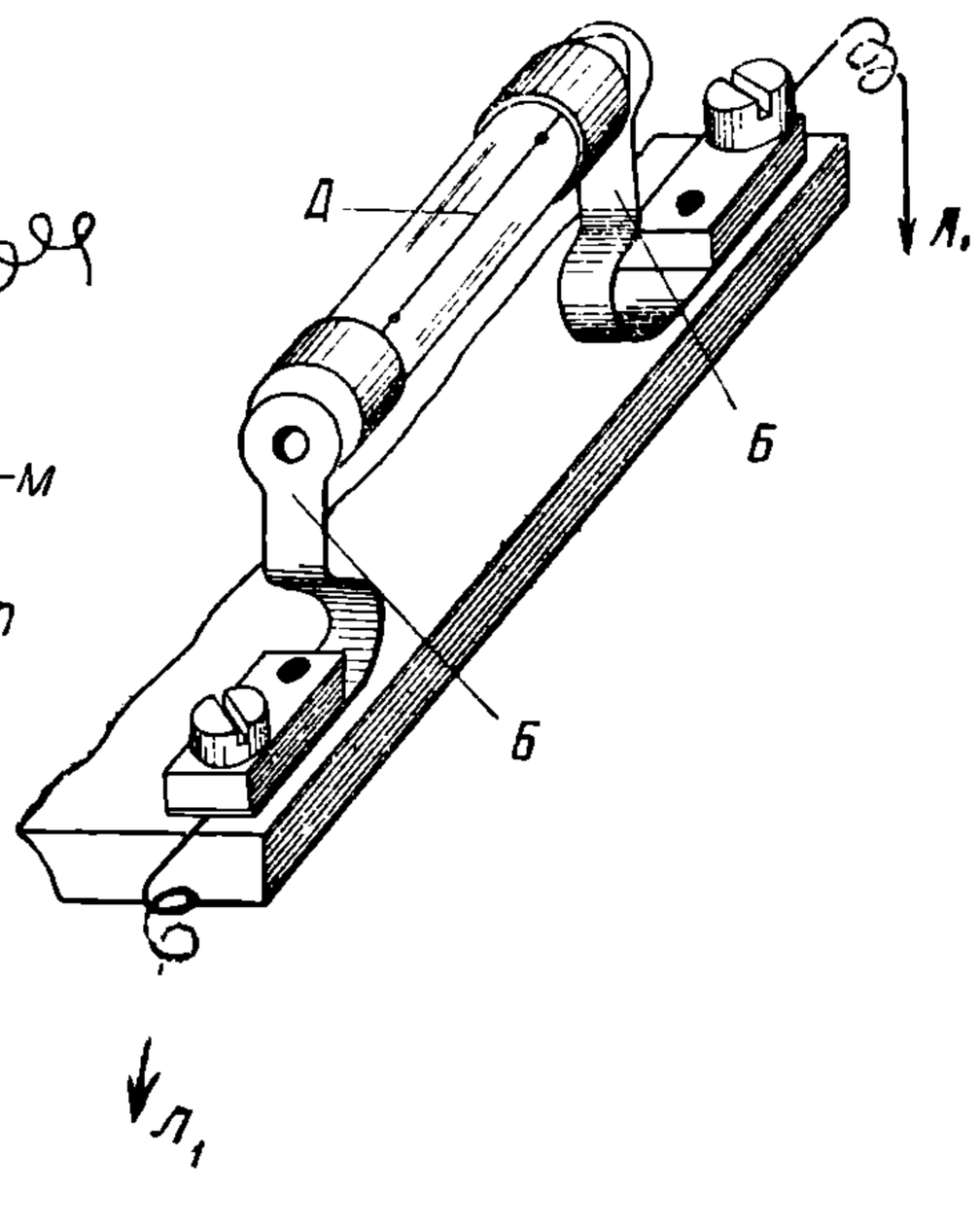
Фиг. 100. Вводный щиток и селекторный ящик завода имени Кулакова *1*—селектор, *2*—магазин добавочных сопротивлений, *3*—конденсатор, *4*—катушка сопротивления, *5*—звонок, *6—7*—катушка от грозового разрядника, *8*—громоотводы, *9*—предохранитель, *10—11*—рубильники.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

кающем контакт между *П* и *В*. Винт *К* регулирует натяжение этой пружины. Звонковая цепь следующая: плюс батареи *МБ*, селекторный контакт *С*, катушки звонкового электромагнита *Э*, контактный винт *В*, контактная пружина *П*, якорь *Я*, спиральная пружина *Ф*, винт *К*, изолированный от корпуса звонка, минус батареи *МБ*. В точках *А* и *Б* от



Фиг. 101. Алюминиевый громоотвод Сименса: *а*—разрядные алюминиевые пластинки, *э*—их электроды, *д*, *к*—клеммы, *п*—латунные пластинки с разрядным острием *О*, *Ц*—фарфоровый цоколь, *М*—металлическая пластинка с отверстием *К* для клеммы



Фиг. 102. Плавкий предохранитель типа Бозе: *А*—легкоплавкий волосок, *Б*—сжимающая пружинка, $Л_1$, $Л_2$—линейные провода

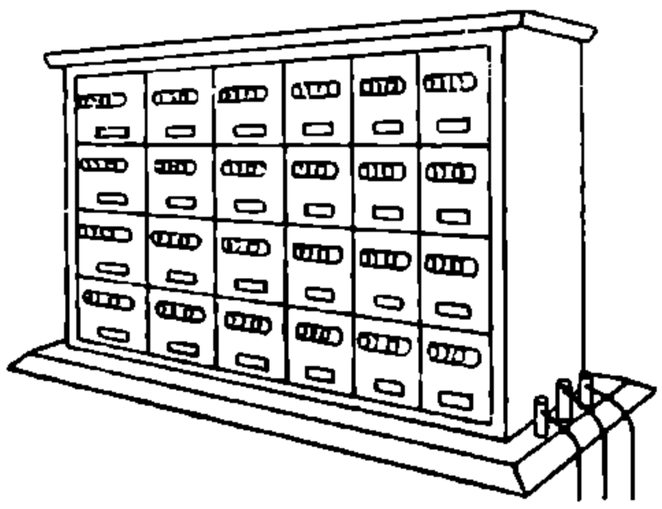
батареи *МБ* в линейные провода $Л_1$—$Л_2$ ответвляется ток через большое омическое сопротивление *Ж* в 40 000—50 000 Ω и, проходя через телефон диспетчера, служит для него контролем вызова.

Если дежурный по станции отлучается из помещения, в котором установлен селекторный аппарат, а специальный оператор для обслуживания диспетчерской связи не назначен, то звонок имеет повторитель с интенсивным звуком. На фиг. 98 показаны два американских звонка, устанавливаемых на платформе на случай нахождения агента на путях. Звонок с двумя чашами действует от местной батареи постоянного тока. Звонок с одной чашей работает от переменного тока. Повторитель рекомендуется устанавливать на контакт селектора позиции *В* для вызова по 19-значному коду, при чем вызов этот посылать особым ключом в том только случае, если на вызов обычным звонком не получено ответа.

Магазин добавочных уравнительных сопротивлений селекторов представляет собою секционную катушку с различным сопротивлением от-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

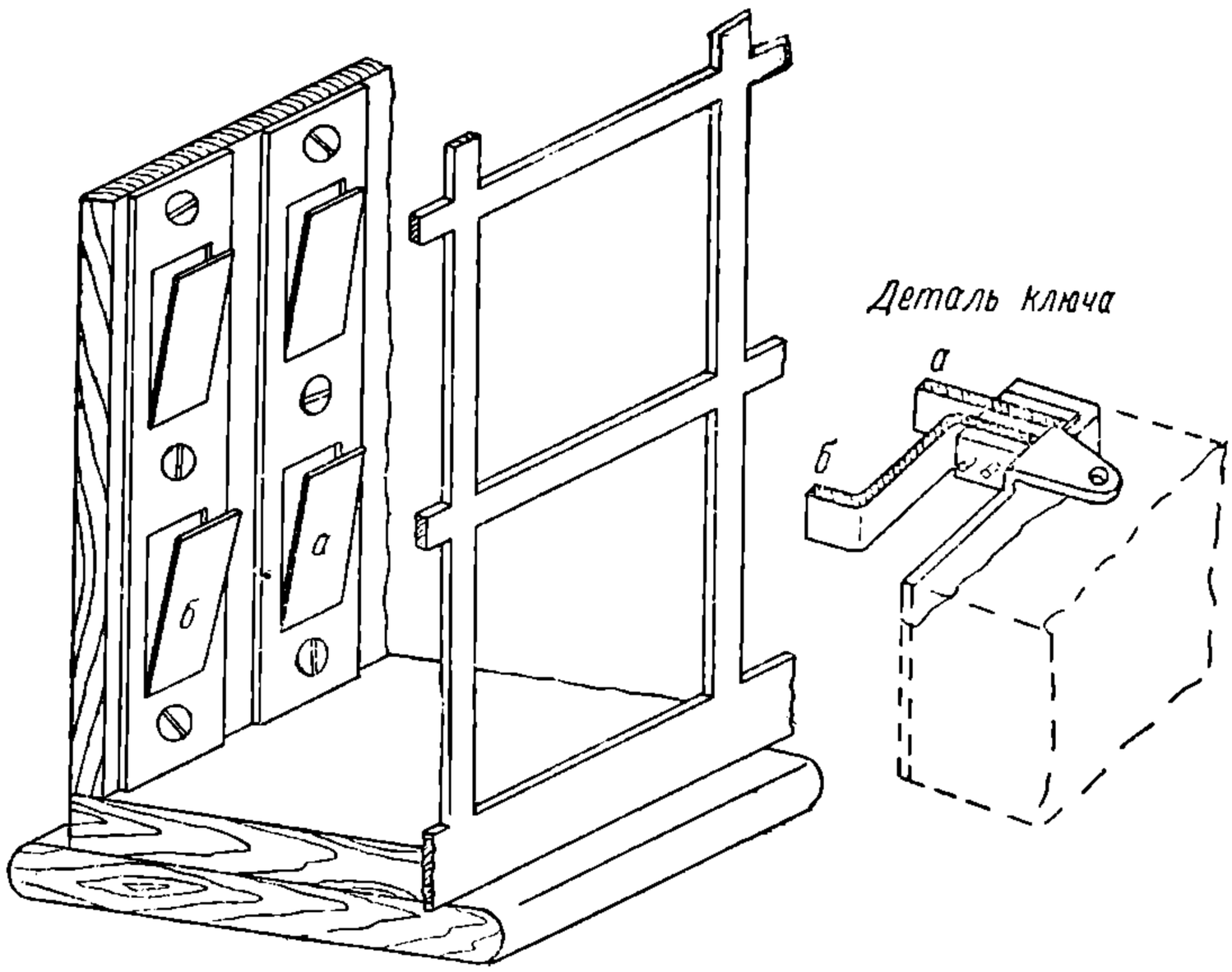
дельных секций, как показывают цифры на фиг. 99. Общее сопротивление всех секций равно 30 000 Ω. Секции включены последовательно; концы секций припаяны к клеммам, расположенным снаружи на торцевой стороне катушки. Катушка включается последовательно с селектором в разрез провода, концы которого присоединяются к выводным клеммам с надписями: *Т* и 12 800. Определенное расчетом (§ 43—47) добавочное сопротивление на данной станции, округленное с точностью до 200 Ω, получится, если исключить соответствующие секции шунтированием их проводником накоротко, присоединяя таковой к клеммам.



Фиг. 103. Вызывной ключевой шкафик

Вид селекторного ящика завода имени Кулакова изображен на фиг. 100 вместе с вводным щитком. Тип громоотводов и предохранителей, размещаемых на щитке, показан на фиг. 101 и 102.

Вызывные ключи монтируются в вызывном шкафике (фиг. 103). Каждый ключ, как показывает схема, соединяется тремя проводами с местной батареей и управляемыми им реле, один провод идет от металлического



Фиг. 104. Деталь конструкции вызывного ключевого шкафика

корпуса, а другие два провода—от изолированных контактных пружин. Все ключи присоединяются поэтому параллельно к трем шинам, две шины располагаются вертикально на вертикальной стороне задней стенки (фиг. 104), третьей шиной служит корпус.

Передняя стенка шкафика представляет собой металлическую решетку, в которую вставляются ключи вертикальными рядами, один

НБ УДУНТ (ДІІТ)

впритык к другому, укрепляясь скобой за эту решетку, которая и служит шиной, присоединяемой к корпусу ключей. Отростки от контактных пружин упираются в пружинящие отростки задних шин. Шины проводниками выводятся к трем наружным клеммам

§ 22. Переговорная аппаратура

Рассмотрим сперва новую американскую аппаратуру и условия, положенные в основание ее проектирования. Диспетчерская разговорная цепь представляет собой междугородную линию, отличающуюся от обычной междугородной цепи тем, что связь происходит помимо коммутаторов центральных телефонных станций и потому при расчете затухания передачи дальность телефонирования раздвигается, так как допускаемое затухание в линии можно увеличить за счет затухания в коммутаторах центральных телефонных станций. Другим существенным отличием диспетчерской цепи является то, что по обычной междугородной линии переговоры ведутся только между двумя оконечными пунктами; по диспетчерской же линии передача может происходить при всех одновременно снятых слуховых трубках, включенных в промежуточные станции. Если потеря энергии между двумя переговаривающимися пунктами превышает 99%, то становится ясным трудность разрешения задачи при одновременно слушающих многих станциях.

Американская фирма «Вестерн» задалась целью спроектировать такой телефонный аппарат, при котором все станции, как ближайшая, так и самая удаленная, находились бы в удовлетворительных условиях слышимости разговора при 50—60 одновременно слушающих агентах. Учитывая стремление американских железных дорог заменить все цепи стандартными бронзовыми из голых проводов диаметром 2,91 *мм*, фирма «Вестерн» вела свои расчеты на дальность телефонирования в 500 *км* при этом типе проводов. Это надо иметь в виду при рассмотрении их конструкций, так как на наших железных дорогах общепринятым типом является цепь из железных проводов диаметром 5 *мм*.

Включение аппаратов в линейные провода принято параллельное, исходя из следующих соображений: хотя последовательное включение и создает одинаковые условия работы аппаратов и казалось бы такое включение—предпочтительно, однако, эксплуатационные условия заставляют предпочесть параллельное включение, так как повреждения какой-либо станции, плохой контакт, обрыв провода и т. п. выводят из строя всю цепь; исключением является короткое замыкание на станции, которое при последовательном включении не мешает работе остальных станций, а при параллельном выводит из строя все станции, расположенные далее короткого замыкания. Разрезывание проводов главной линейной магистрали ведет к многочисленным повреждениям и ухудшению передачи разговора.

При последовательном включении затруднительно соблюсти весьма важное условие симметричности линии, в особенности же при длинных ответвлениях от магистральных проводов; кроме того, линия делается чувствительной к внешним воздействиям индукции от соседних проводов.

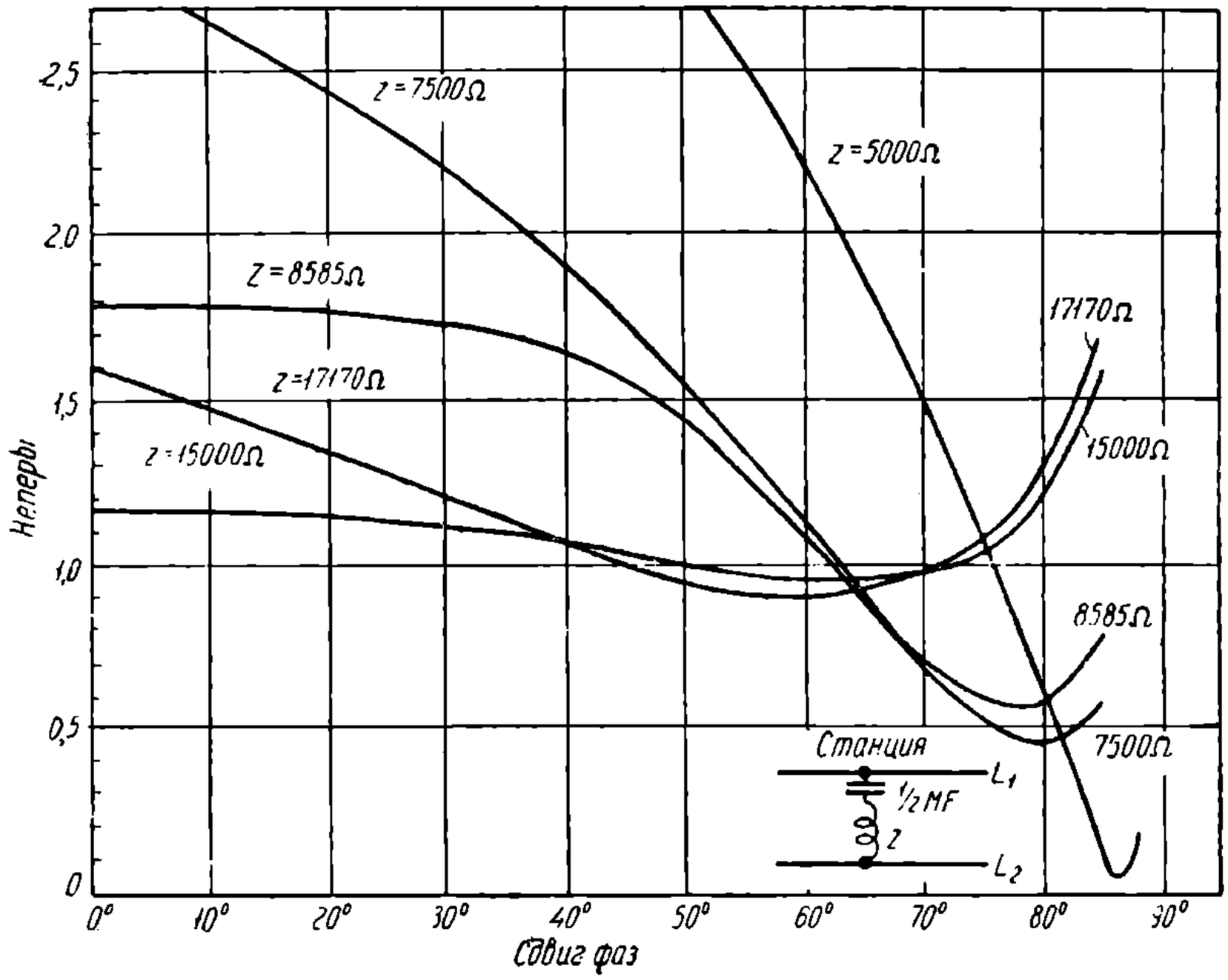
Наконец, при принятой системе конструкции селектора последова-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

тельное включение потребовало бы трехпроводного способа при устройстве станционных установок.

Обычно изобретатели старались разрешить задачу, увеличением полного сопротивления (Impedanz) $Z\theta = R + j\theta$ на станциях, ближайших к диспетчеру, с постепенным его уменьшением по мере удаления станций от диспетчера. Однако при двухстороннем разговоре эта мера не может оказать помощи.

Американский инженер В. Х. Капен (Wn. H. Capen) доказал: что если провод типовый; и энергии, передаваемой по проводу, доста-



Фиг. 105. Затухание при частоте 800 Hz в зависимости от сдвига фаз

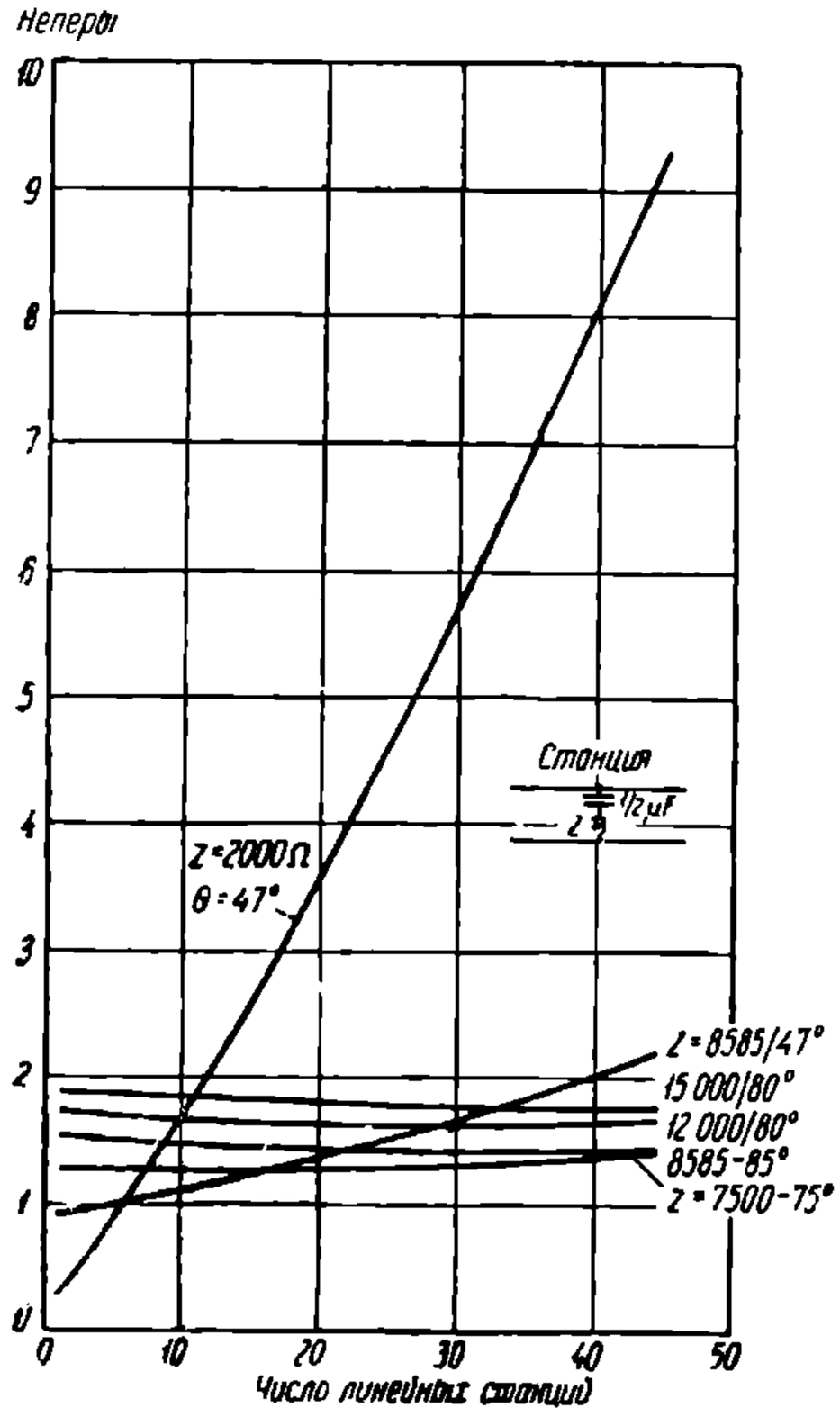
точно для последней станции, то тем самым ее хватает и для промежуточных станций; энергия, поглощаемая на промежуточных станциях полным сопротивлением, может быть обращена в звуковой эффект; станции распределены по участку равномерно; главной задачей является передача разговора от диспетчера на участковые станции и что если таковая оказывается удовлетворительной, то тем самым и обратная передача от станций к диспетчеру также будет удовлетворительна; потери через селектор так незначительны, и ими можно пренебречь; можно делать расчеты на одну какую-либо частоту (800 Hz).

Результаты расчета величин полных сопротивлений, полученные при изложенных выше допущениях, принимаются без поправок и для остальных возможностей, как например неравномерное распределение станций и пр.

График 1 (фиг. 105) показывает эквивалентный уровень передачи на последней в линии станции. Каждая из кривых составлена для различного значения полного сопротивления и сдвига фаз участковых стан-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ций без того конденсатора в $^1/_2$ μF, который включен последовательно с аппаратом для уменьшения потери силы избирательного тока низкой частоты. Кривые подтверждают, что при переходе абсолютного значения полного сопротивления через определенные значения, по мере его возрастания, возрастают и потери. По мере приближения угла сдвига фаз к 90°, при котором составляющая активного сопротивления приближается к нулю, значение величины потерь стремится к бесконечности, в виду чего в этом предельном случае никакой энергии не будет поступать на линейные станции. Наиболее благоприятной для линейных станций является кривая для значения полного сопротивления около 5000 Ω при угле около 86°. Ниже, однако, показано, что брать угол 86° непрактично и что надо брать значение 7000 Ω при положительном угле в 75°.



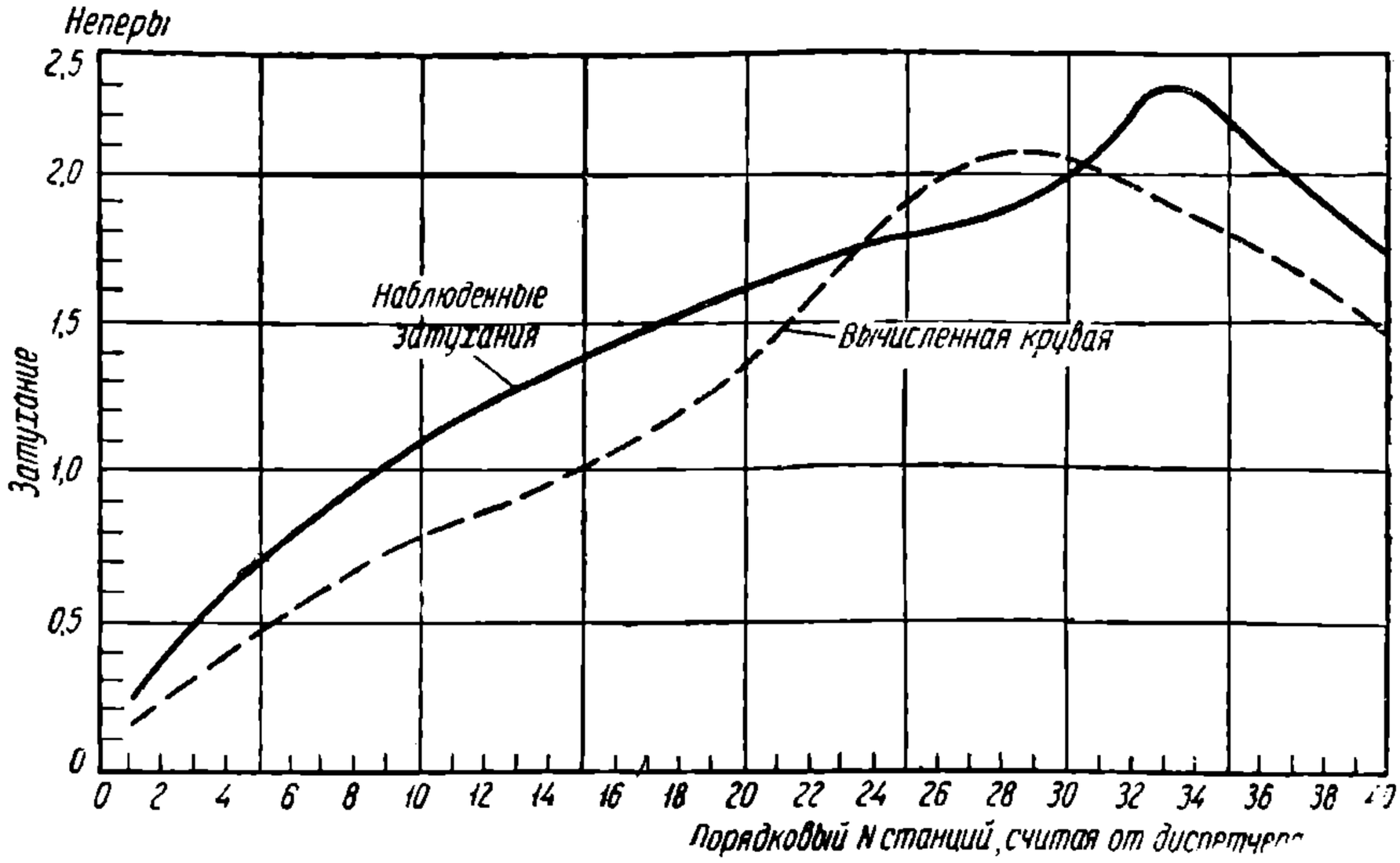
Фиг. 106. Затухание в функции числа линейных станций

График 2 (фиг. 106) показывает изменение уровня передачи на удаленной станции (по длине цепи 400 *км*) для различных значений полного сопротивления и различного числа участковых станций. При 2000 Ω и угле 47° можно включить только 12 станций, не превосходя затухания 20 стандартных миль (2,18 непера). Для других же значений примерно одинаковый результат получается при различном числе станций от 1 до 45. Это очень важно, так как нежелательно иметь сильно меняющийся звуковой эффект в телефоне, в особенности в сторону оглушения при изменении в цепи числа станций.

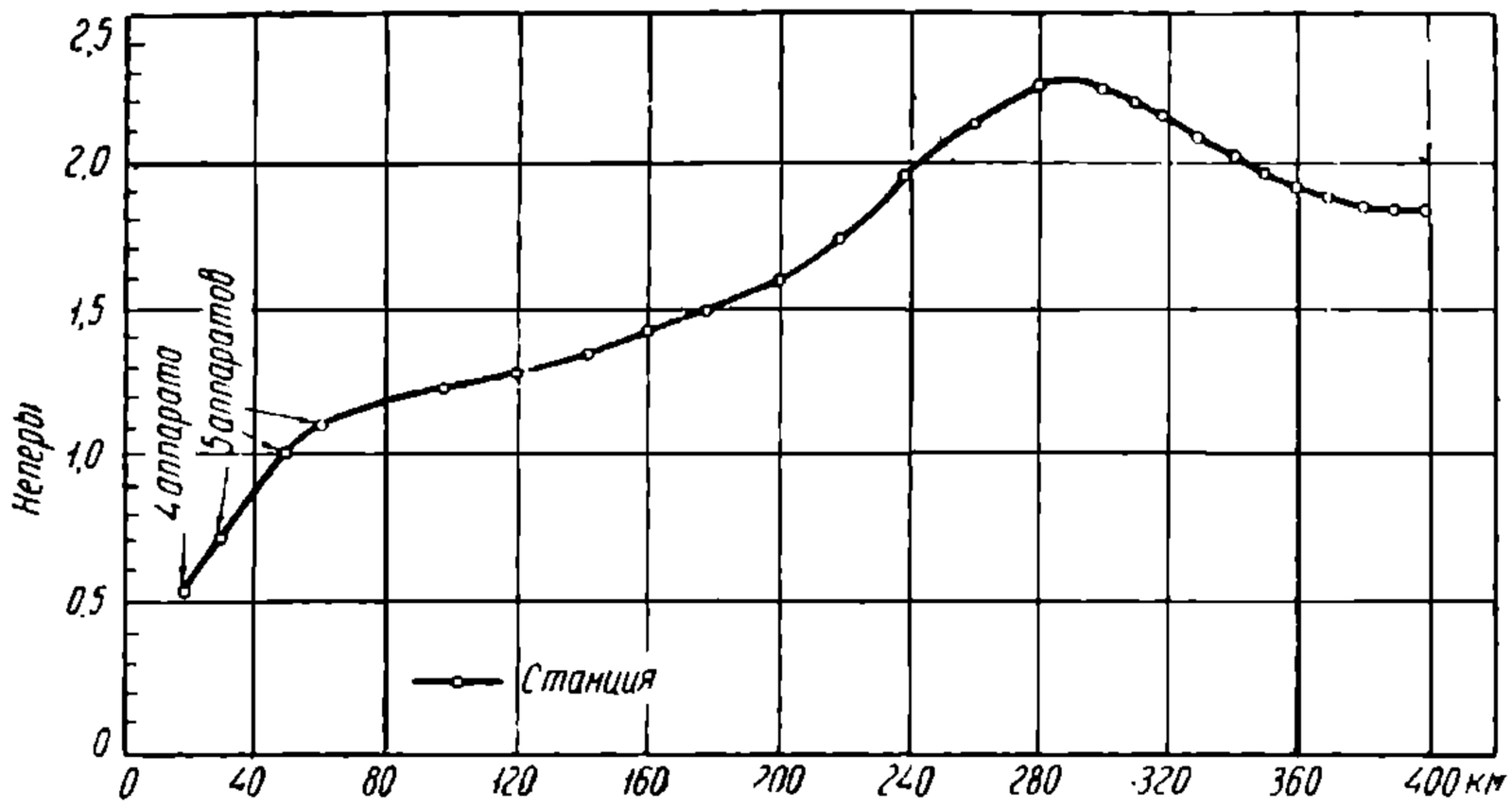
График 3 (фиг. 107) показывает изменение уровня передачи, когда работают все линейные станции. Построены две кривые: теоретическая и наблюденная. Кривые характерны тем, что наибольшее затухание получается не на самой удаленной станции. Причина этого — отражение волны, действие которой особенно резко проявляется в пупинизированных кабелях. Хотя разница затухания между конечной и наихудшей станциями и достигает величины около 5 стандартных миль (0,545 непера), однако, при этом значении разницу уровней передачи можно считать удовлетворительной.

Одна из кривых показывает несколько худшую передачу при неравномерно распределенных на линии станциях. Кривая эта получена при опытах на железнодорожной линии Seabord Air Line Ry (график 4, фиг. 108).

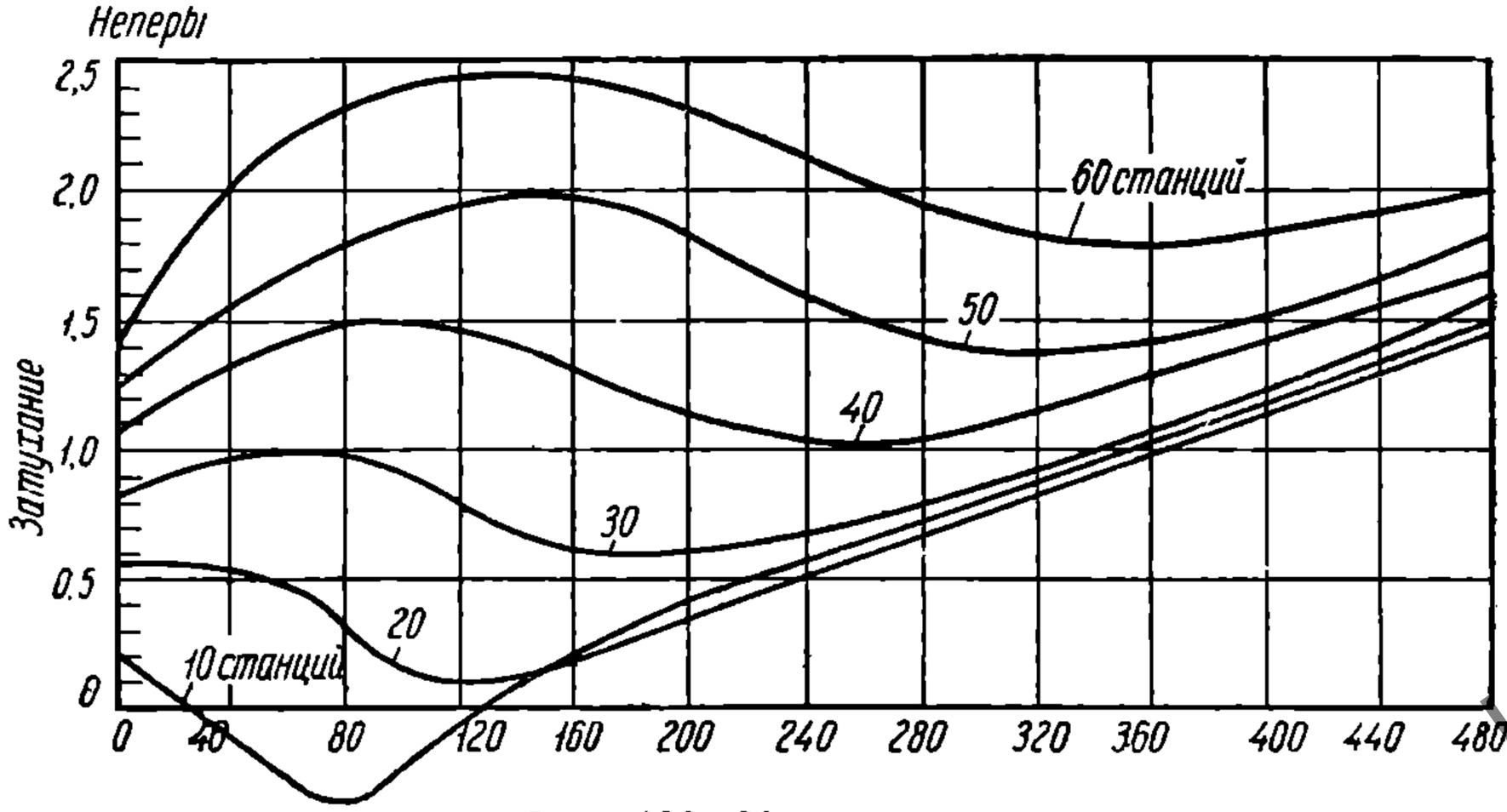
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 107. Кривая затухания при равномерно распределенных станциях



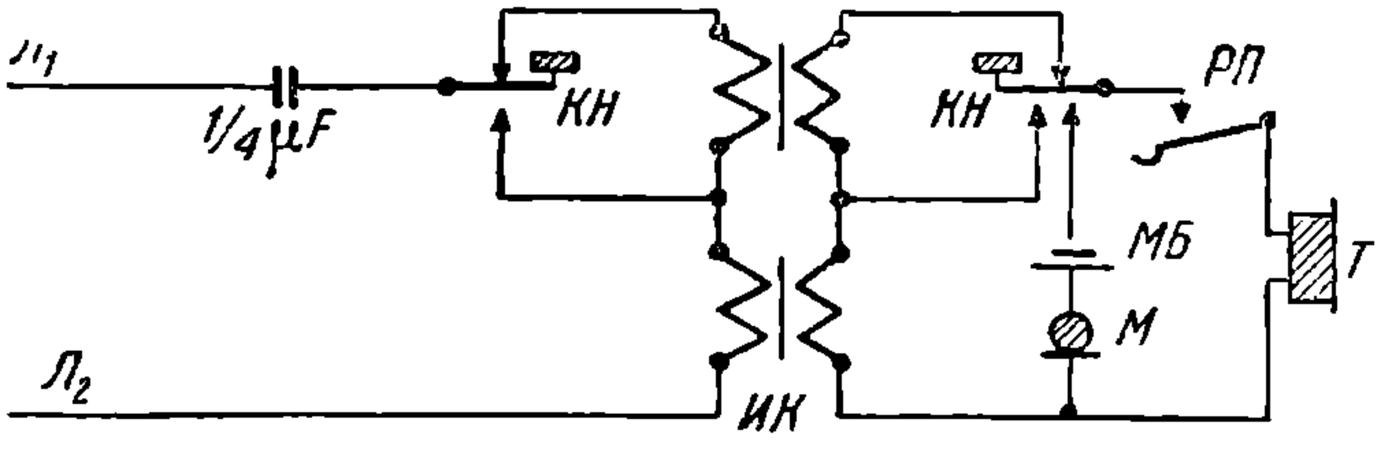
Фиг. 108. Затухание при неравномерно распределенных станциях



Фиг. 109. Кривые потерь

НБ УДУНТ (ДІІТ)

График 5 (фиг. 109) дает картину потерь в цепи тока на последней станции линии в функции длины провода. Разница между энергией на данной станции и энергией в телефоне при нормальном токе выражена в стандартных милях. Полное сопротивление 7500 Ω, угол сдвига фаз 70°. Колебания отдельных кривых не превосходят 5 стандартных миль. Интересна форма кривых, непонятная на первый взгляд. Причина уменьшения затухания на коротких участках—небольшая индуктивная нагрузка провода при выбранном типе станций и как следствие уменьшение затухания линии. Минимум потерь будет при сближении станций до 6,4 *км* одна от другой. Расчет показывает, что при данных условиях распределение индуктивной нагрузки дает наибольшее влияние. Кривая для 10 станций пересекает кривую 20 станций при длине линии 150 *км* и при увеличении расстояния дает несколько большие потери. Это ясно из того, что при большей длине с таким малым числом (10) станций выгоды параллельной нагрузки еще не обнаруживаются и что результат в сторону выгодности оказывается при 20 станциях.



Фиг. 110. Телефонный аппарат линейной станции

После определения величины полного сопротивления для участковых станций переходят к проектированию аппарата, который должен удовлетворять следующим условиям:

а) для уменьшения потери избирательного тока последовательно с аппаратом должен быть включен конденсатор;

б) аппарат должен быть снабжен особой кнопкой для включения микрофона, нажимаемой при передаче разговора и отпускаемой при приемке разговора;

в) он должен обладать максимальным коэфициентом полезного действия;

г) слуховые трубки и микрофоны должны быть индукционной катушкой отделены от линейных проводов;

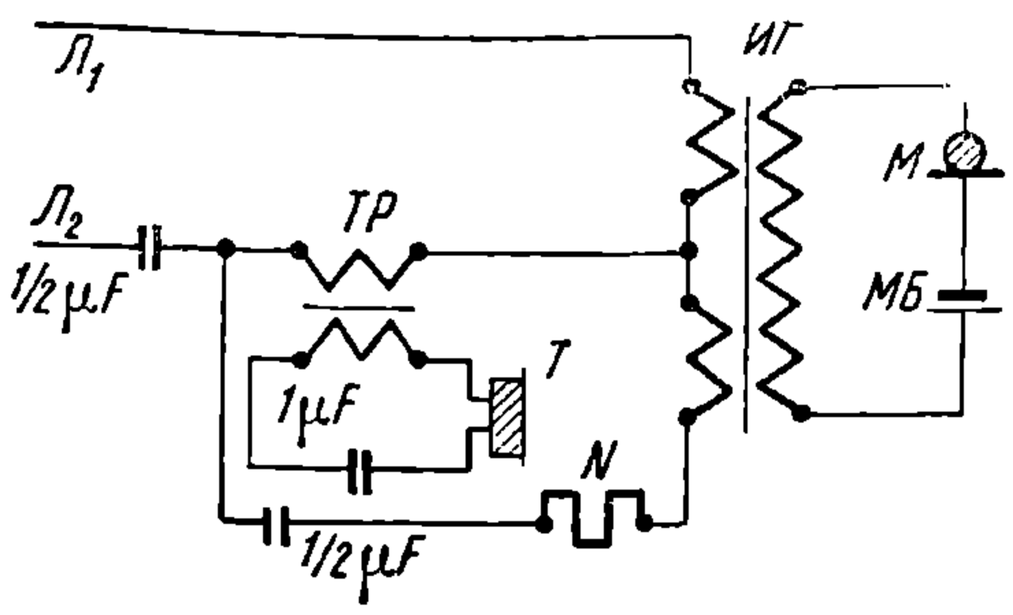
д) полное сопротивление в момент приема должно быть возможно ближе к теоретически определяемой величине и

е) аппарат не должен действовать неприятно на слушающего при посылке диспетчером, в случае надобности, вызова третьей станции, при этом не должен прерываться разговор. Схема такого типа изображена на фиг. 110. Он значительно отличается от схемы американских аппаратов, полученных нами во время войны и установленных ранее для обслуживания диспетчерской системы.

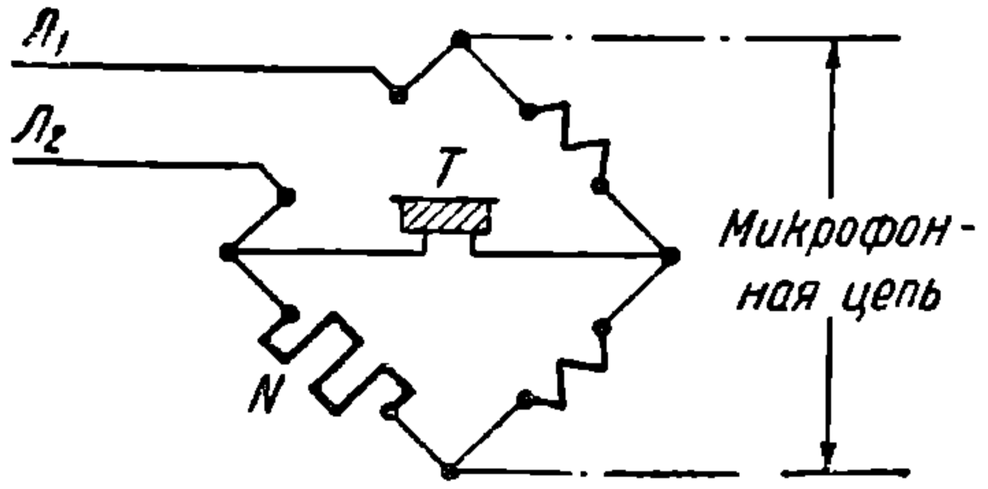
При приеме телефон включен в обмотку более низкого сопротивления индукционной катушки, вторичная обмотка которой, соединенная пос-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ледовательно с конденсатором в $^1/_4$ μF, включена параллельно в линейные провода. Телефонная и микрофонная цепи в нормальном состоянии разомкнуты рычажным переключателем настольного аппарата. При повешенной слуховой трубке в линию включены только вторичная обмотка индукционной катушки и конденсатор. В этом положении полное сопротивление аппарата несколько больше, чем при приеме разговора, вследствие чего на остальных станциях наблюдаются несколько меньшие потери Число витков катушки должно быть так рассчитано, чтобы комбинированное полное сопротивление катушки, слуховой трубки и конденсатора приближалось к наиболее благоприятному значению 7500 Ω при угле сдвига фаз в 70°. Не рекомендуется увеличивать емкость конденсатора более $^1/_4$ μF. Отделение слуховой трубки от линейных проводов посредством индукционной катушки, кроме изолирования ее от проводов, увеличивает также положительный угол сдвига фаз, коэфициент же полезного действия быстро падает с уменьшением этого угла, как это ясно из приведенных кривых.



Аналогия с мостиком Уитстона



Фиг. 111. Аппарат диспетчера

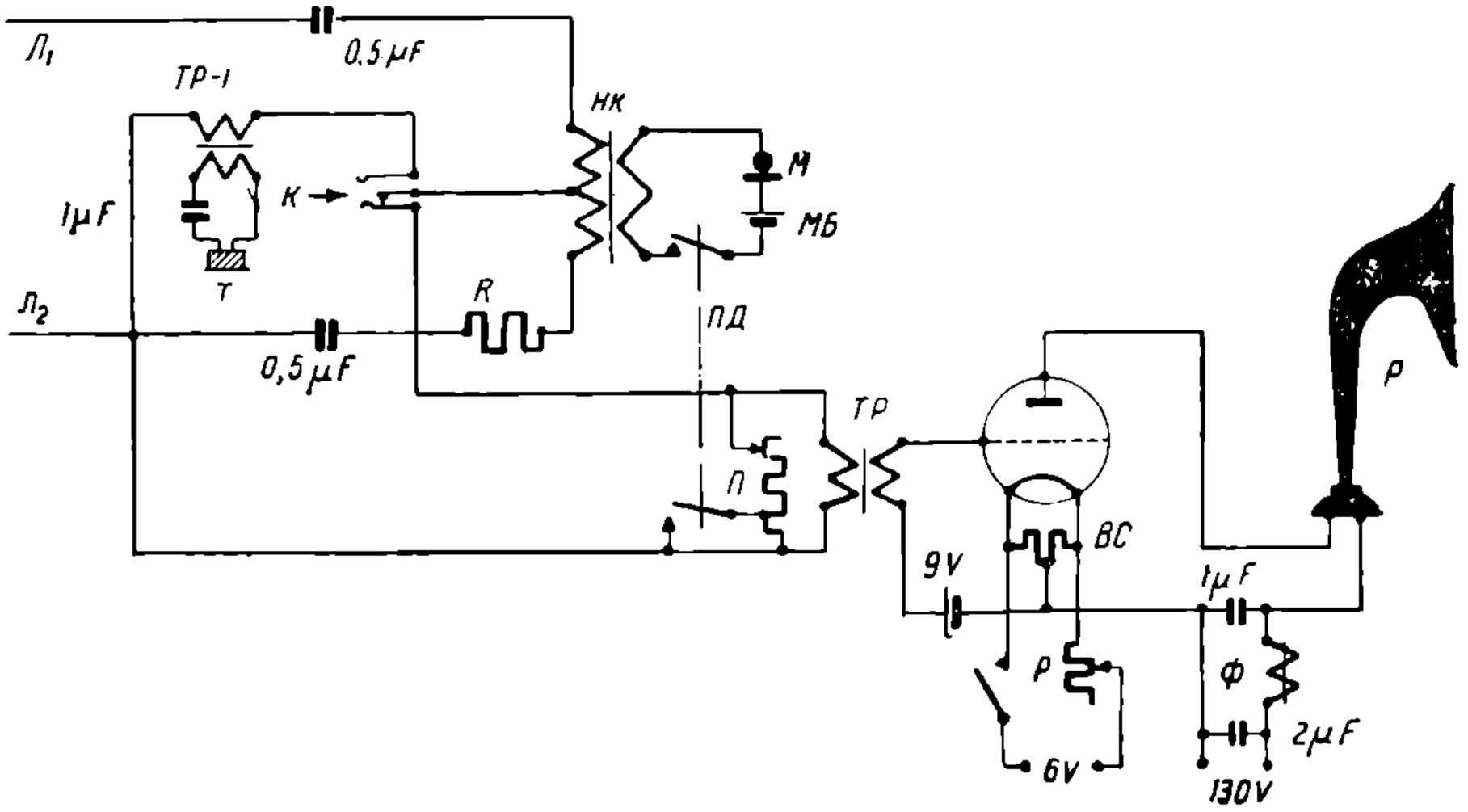
Для получения высокого коэфициента полезного действия необходимо, чтобы число витков катушки менялось при включении микрофона. Это достигается посредством переключения той кнопкой, которая служит для включения микрофона. Полное сопротивление телефона выбрано в соответствии с сопротивлением индукционной катушки, так что при передаче коэфициент полезного действия остается без потерь.

Аппарат диспетчера должен быть спроектирован по более строгим условиям. Его коэфициент полезного действия должен быть весьма высоким, так как диспетчер работает в очень напряженных условиях, выполняет весьма ответственную работу Потому в наибольшей степени надо облегчить условия его работы, так как и без того он непрестанно работает ногой, нажимая педаль, замыкающую микрофонную цепь при передаче разговора. На фиг. 111 изображена схема такого типа. Наилучшие условия работы получаются, если полное сопротивление рассчитать в зависимости от длины проводов и числа включенных станций; для воздушных проводов оно колеблется в пределах 925—1265 Ω при угле сдвига фаз от минус 6° до плюс 15°.

Схема аппарата спроектирована так, что устраняются помехи от посторонних шумов в диспетчерской. Основано это на принципе уитстонов-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ского мостика. Если сопротивление N равно полному сопротивлению проводов L, то никакого тока в собственном телефоне не будет, чем повышается дальность передачи, так как исключается эффект акустического контраста. Конденсаторы предохраняют аппарат от попадания вызывных токов. Конденсатор, последовательно включенный в телефонную цепь, повышает коэфициент полезного действия приема. Трансформатор TP отделяет телефон от линии. Описываемый тип аппарата, по сравнению с аппаратом линейной станции, повышает слышимость передачи на 0,218 непера, а прием улучшает на 0,654 непера. Затухание посторонних шумов, как и собственного голоса, равно 1,635 непера.



Фиг. 112. Схема американской переговорной аппаратуры с оконечным усилителем

Чтобы избавить диспетчера от утомительных наушников, сконструирована установка с нагрудной микрофонной арматурой и приемным громкоговорителем (фиг. 112). На случай неисправности громкоговорящей установки предвидена возможность временной замены громкоговорителя двуухим телефоном. Установка рассчитана таким образом, что устранено взаимодействие между микрофоном и громкоговорителем посредством уравнительного сопротивления R в плече мостика Уитстона. Кроме этого, степень усиления значительно уменьшается, так как при нажатии ногой микрофонной педали $ПД$ шунтируется часть сопротивления входного потенциометра $П$. Усилитель одноламповый с входным трансформатором TP. Для обеспечения надлежащей силы тока накала установлены реостат накала P и выравнивающее сопротивление BC. В качестве источников тока применяются: для цепи сетки батарея сухих элементов в 9 V; для цепи накала и анодного тока использован выпрямленный ток осветительной сети, при чем получается напряжение для накала 6 V и для анодной цепи 130 V. Анодный ток очищается фильтром $Ф$.

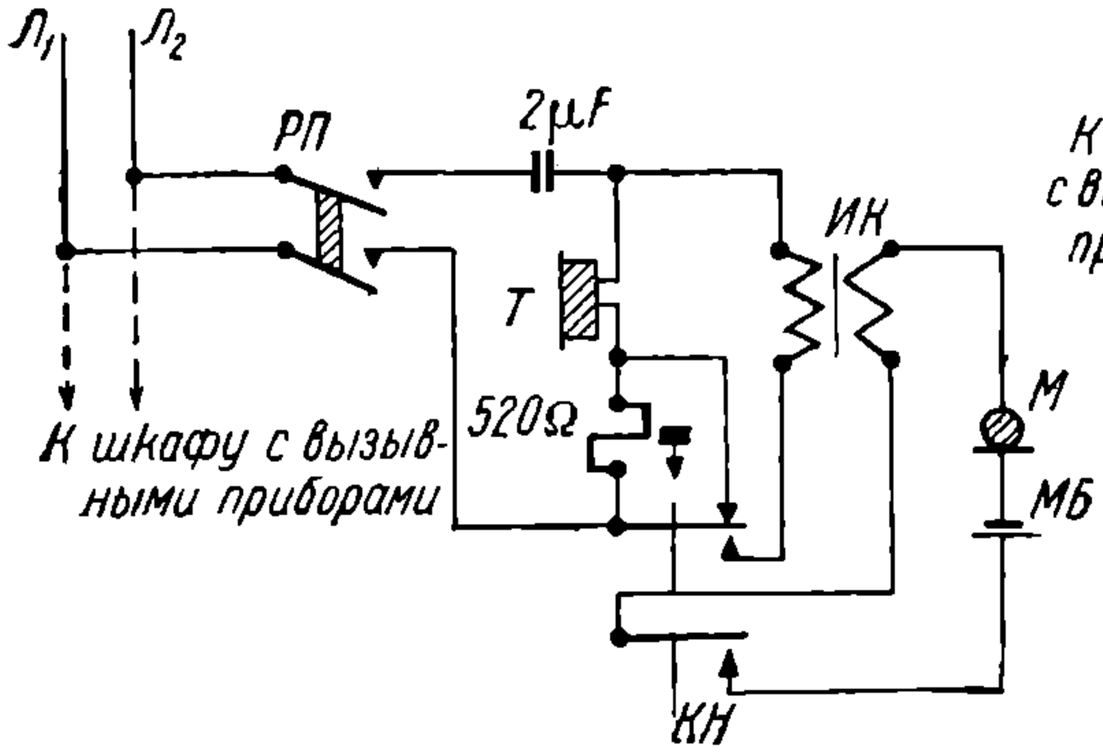
Если селекторный аппарат установлен на сигнализационной башне, где агент не может быть все время, то там также может быть исполь-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

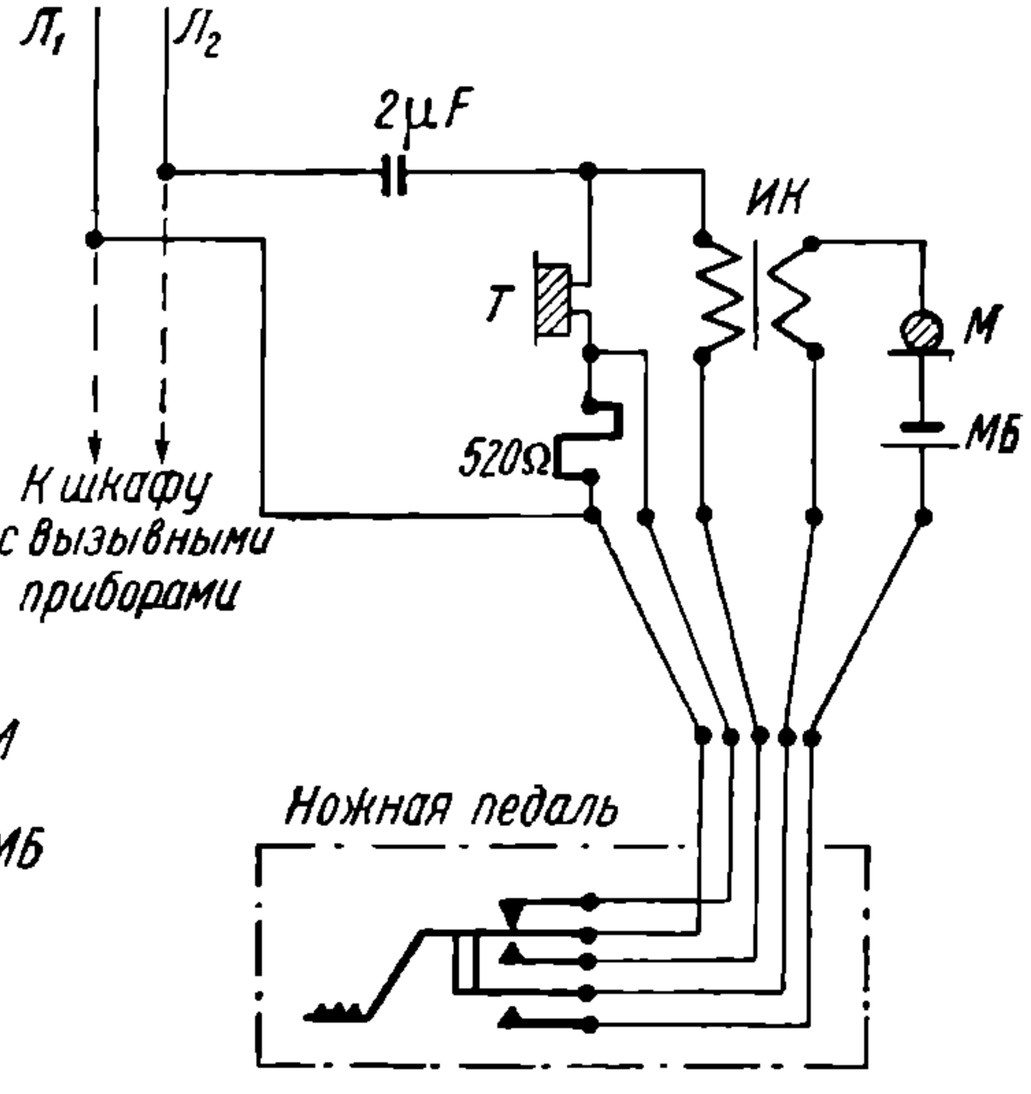
зовано громкоговорящее устройство, которое без потенциометра включается в линейные провода.

Все части, кроме микрофона и рупора, смонтированы в одном настенном ящике. Рупор имеет вид рога.

Для железных цепей американцы применяли телефонные аппараты, принципиальные схемы которых показаны на фиг. 113 и 114, применительно к которым завод им. Кулакова изготовляет аппараты в настоящее время. Отличие аппарата распорядительной станции от линейного со-



Фиг. 113. Принципиальная схема телефонного аппарата линейной станции



Фиг. 114. Принципиальная схема телефонного аппарата диспетчера

стоит в том, что аппарат диспетчера постоянно включен в линию и ему не требуется рычажного переключателя. Затем ручная кнопка *КН* линейной станции у диспетчера заменена педалью, нажимаемой ногою.

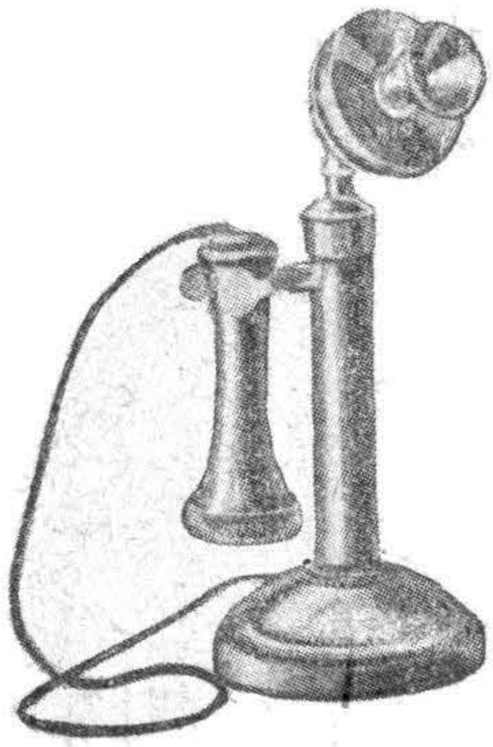
У диспетчера слуховая трубка постоянно включена в линию, так как вызов с линейных станций совершается голосом и, кроме того, ему нужно слышать контроль вызова. На линейной станции аппарат нормально выключен рычажным переключателем *РП*.

При приеме разговора вся поступающая энергия проходит только через полезное сопротивление обмотки телефона, т. е. достигается наибольшая громкость. При передаче для замыкания микрофонной цепи необходимо нажимать кнопку или педаль; одновременно телефон включается параллельно вторичной обмотке индукционной катушки *ИК* последовательно с сопротивлением 520 Ω; следовательно, в свой телефон будет ответвляться значительно меньшее количество энергии и собственный голос не будет оглушать говорящего, т. е. не будет создавать акустического контраста по отношению к слабым звукам, поступающим с линии от удаленных станций.

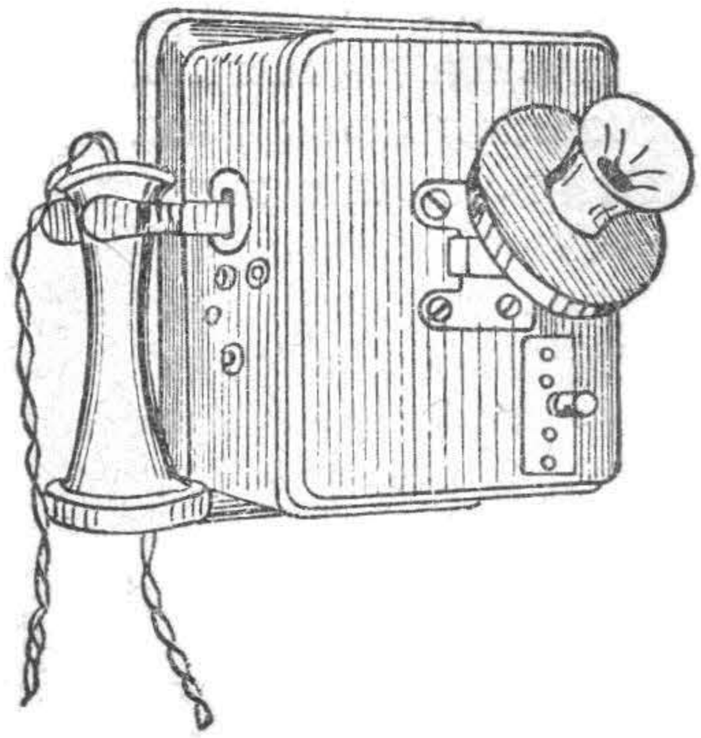
Американские аппараты линейных станций монтируются двух типов: настольные и настенные. Первые состоят из трех комплектов: кнопки

НБ УДУНТ (ДІІТ)

в виде коробочки, слуховой трубки, висящей на рычажном переключа теле, смонтированном в опоре микрофона (фиг. 115), и телефонного ящика с индукционной катушкой, емкостью и сопротивлением.

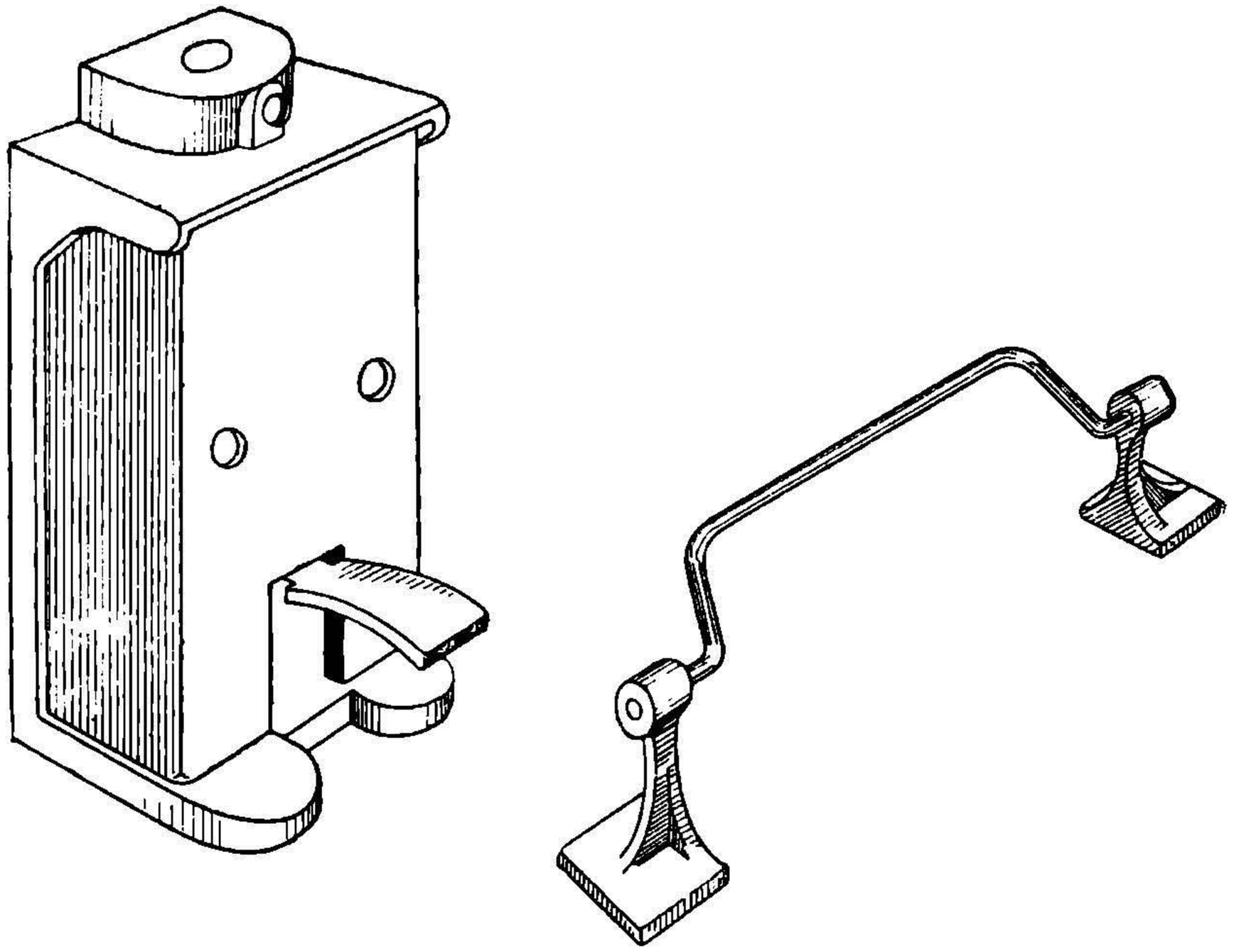


Фиг. 115. Микрофон с переключателем и слуховая трубка



Фиг. 116. Американский настенный диспетчерский телефонный аппарат

В настенном типе все эти приборы совмещены и смонтированы в одном деревянном ящике (фиг. 116).



Фиг. 117. Ножные педали

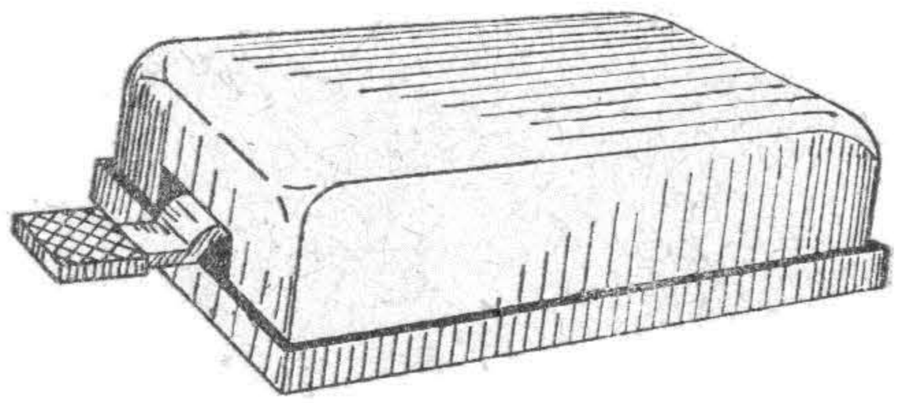
Аппаратура распорядительной станции смонтирована отдельными частями в рабочей комнате диспетчера, как о том уже изложено было выше (§ 21).

На фиг. 117 и 118 показаны разные типы педалей.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

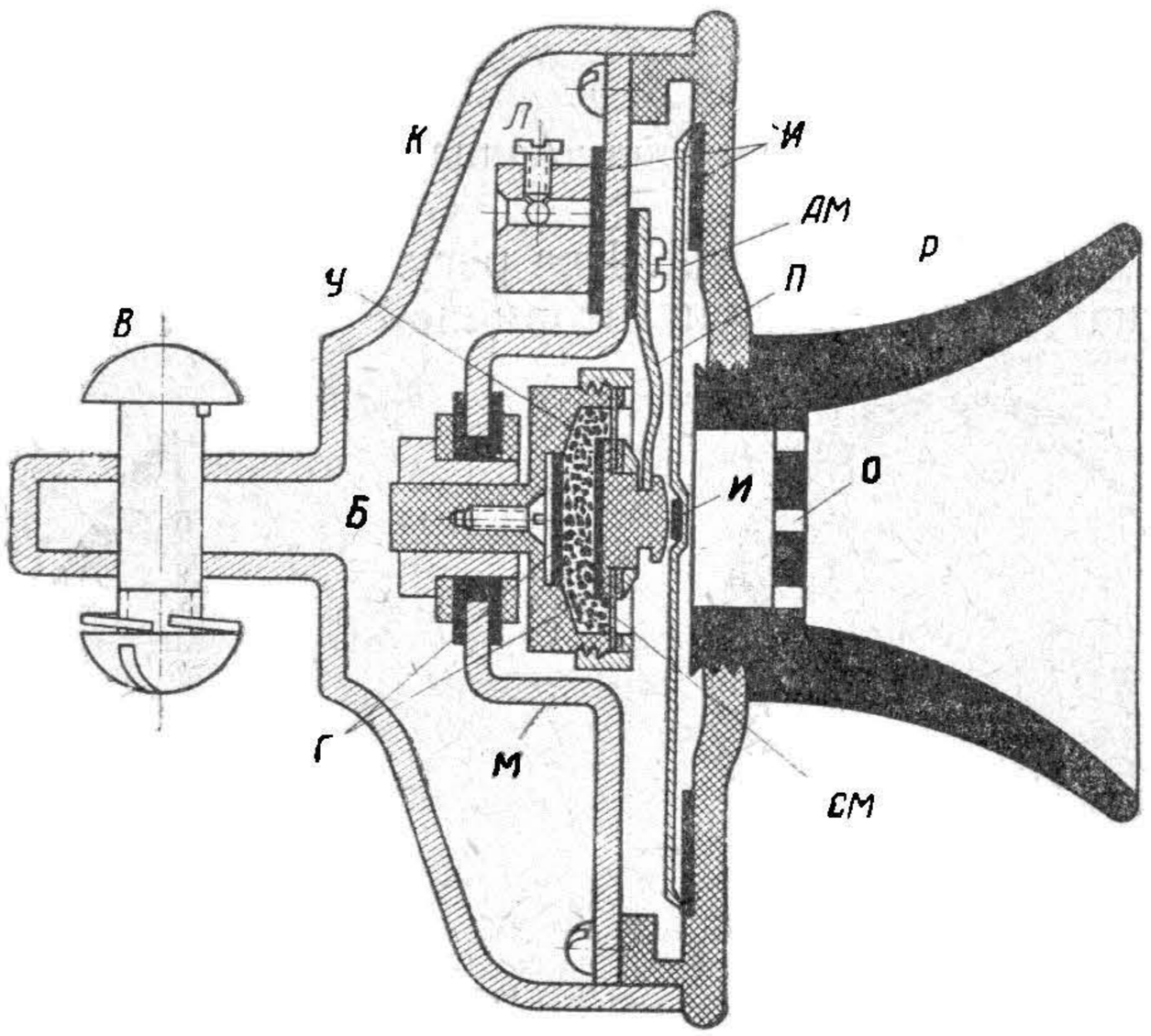
В американских аппаратах принята одна из разновидностей типа микрофона «Солид-бэк» (Solid-back Transmitter), а именно: конструкция Уайта (White), усовершенствованная Скрибнером (Charles E. Scribner), главным инженером компании «Вестерн Электрик» (фиг. 119).

Особенностями этого микрофона является хорошая его характеристика, мало изменяющаяся от угла наклона микрофона вследствие того, что электроды не обнажаются. Угольная камера заключена внутри корпуса и мало подвержена влиянию влажности воздуха, а также изолирована от рта говорящего. Звуковые волны непосредственно воспринимаются алюминиевой мембраной и через соприкасающиеся контакты передаются слюдяной мембране, передающей колебания угольным зернам. Остальные пояснения приведены на чертеже.



Фиг. 118. Ножная педаль диспетчера

В аппаратах наших заводов применяются угольные микрофонные капсюли обычного типа с угольными зернами или шариками. Вид аппаратов, изготовляемых заводом им. Кулакова, приведен на фиг. 120.



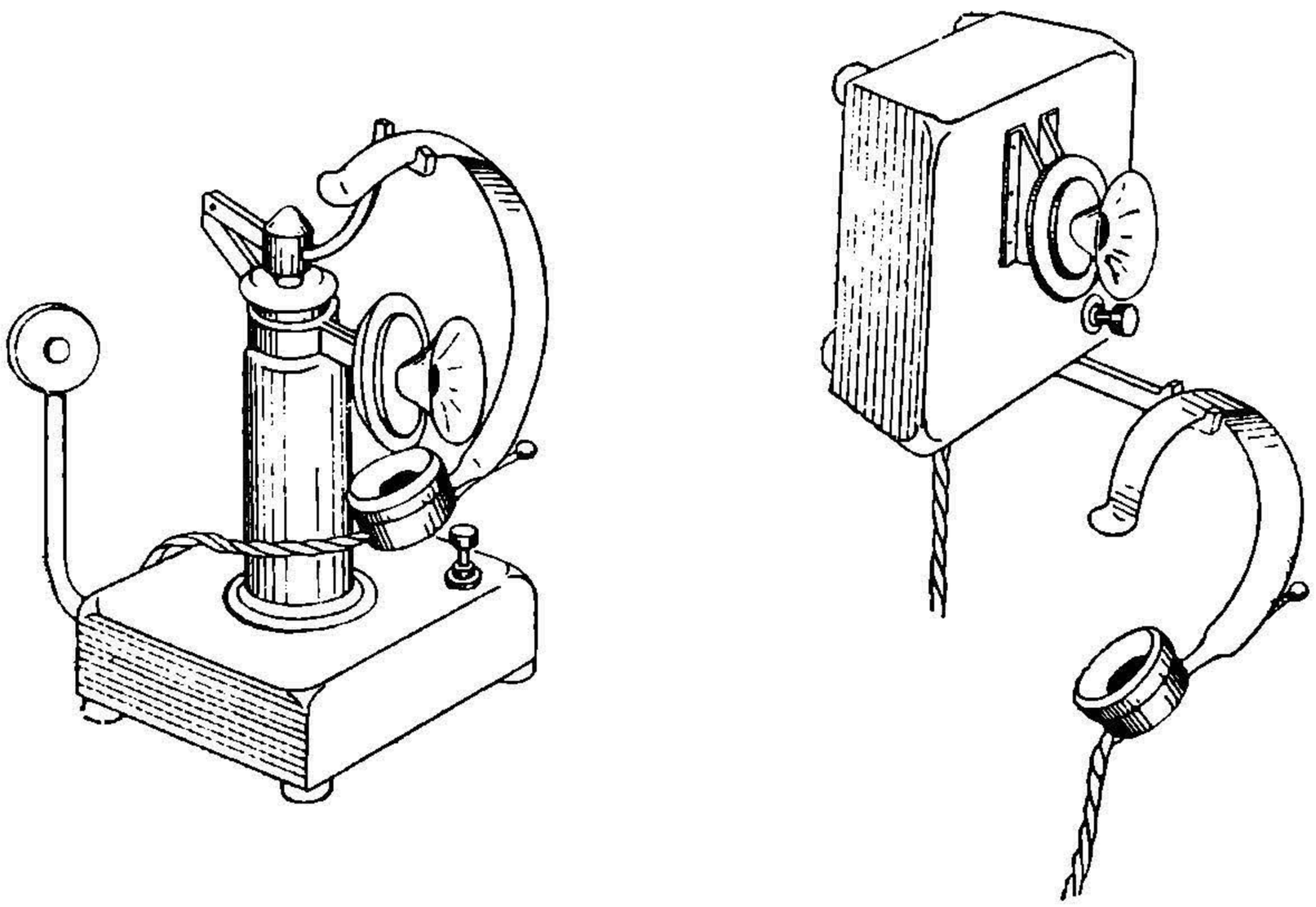
Фиг. 119. Микрофон «Solid-back»: *К*—корпус, *М*—мостик, *АМ*—алюминиевая мембрана, *СМ*—слюдяная мембрана, *У*—угольный порошок, *О*—отверстия, *Р*—рупор, *И*—изоляция, *Г*—графитовые диски, *Л*—электрод, *Б*—основание угольной камеры, *П*—контактная пружина, *В*—винт, укрепляющий микрофон на стойке

На наших железных дорогах прием разговора диспетчером совершается на громкоговоритель. Наушная телефонная арматура и нагрудная микрофонная применяется (фиг. 121 и 122) только как запасная, на случай неисправности основных приборов: усилителя и микрофона на раз-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

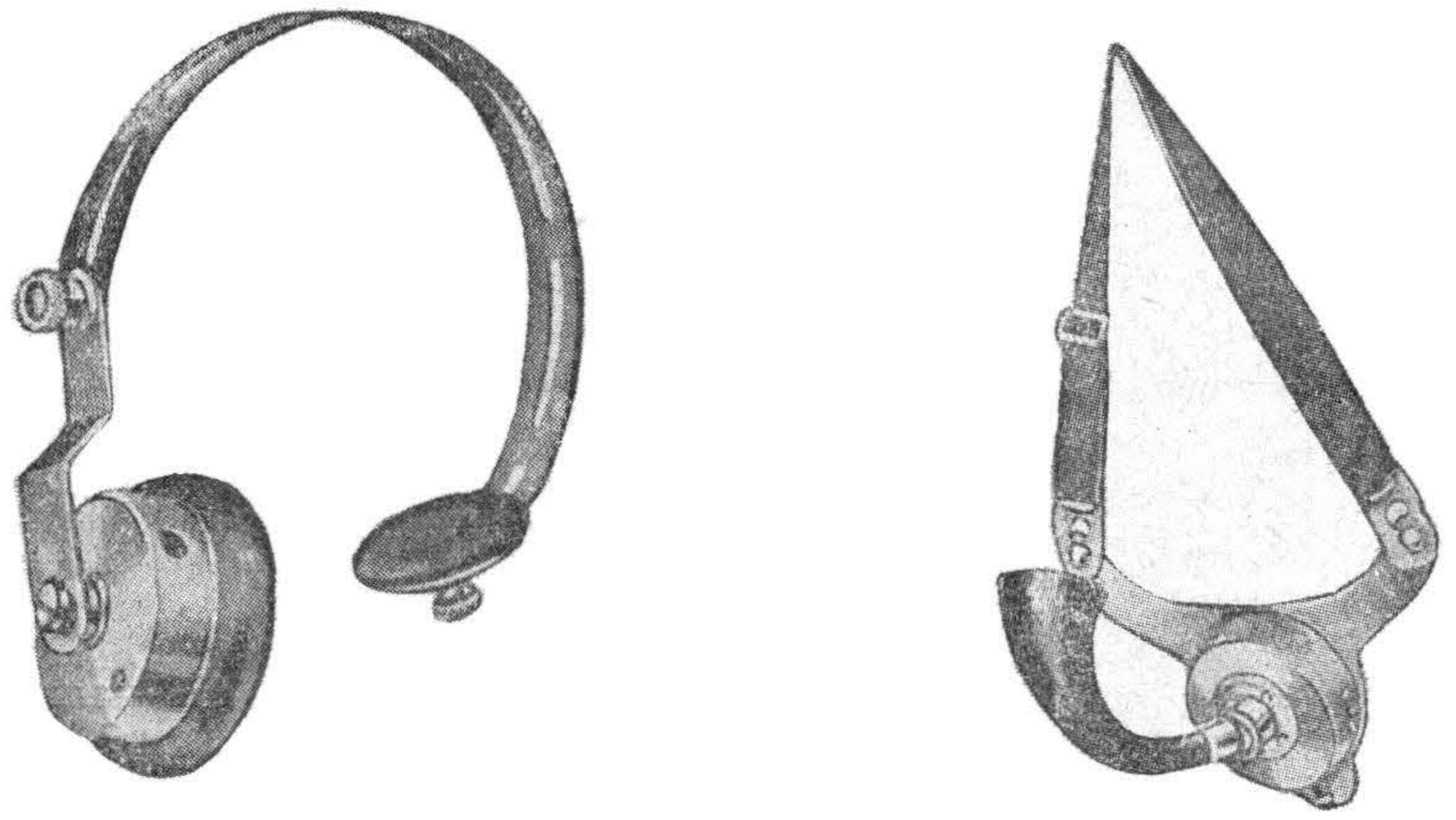
движной подставке (фиг. 123). На фиг. 124 показана переговорная схема с усилением входящего разговора.

Двухламповый простой каскадный усилитель с индуктивной связью между катодными лампами в зависимости от условий данной цепи можно



Фиг. 120. Диспетчерские телефонные аппараты завода имени Кулакова

использовать как однолампoвый. Два регулятора усиления *РУ-1—РУ-2*, основанные на шунтировании вторичной обмотки трансформаторов



Фиг. 121. Наушная и нагрудная арматуры

ТР-1—ТР-2 с меняющимся сопротивлением r_1—r_2, могут изменять степень усиления катодных ламп *КЛ-1—КЛ-2*.

Посредством переключателя со щетками $Щ_1$—$Щ_2$—$Щ_3$—$Щ_4$, скользящими одновременно по контактам *1—2—3* при вращении рукояткой

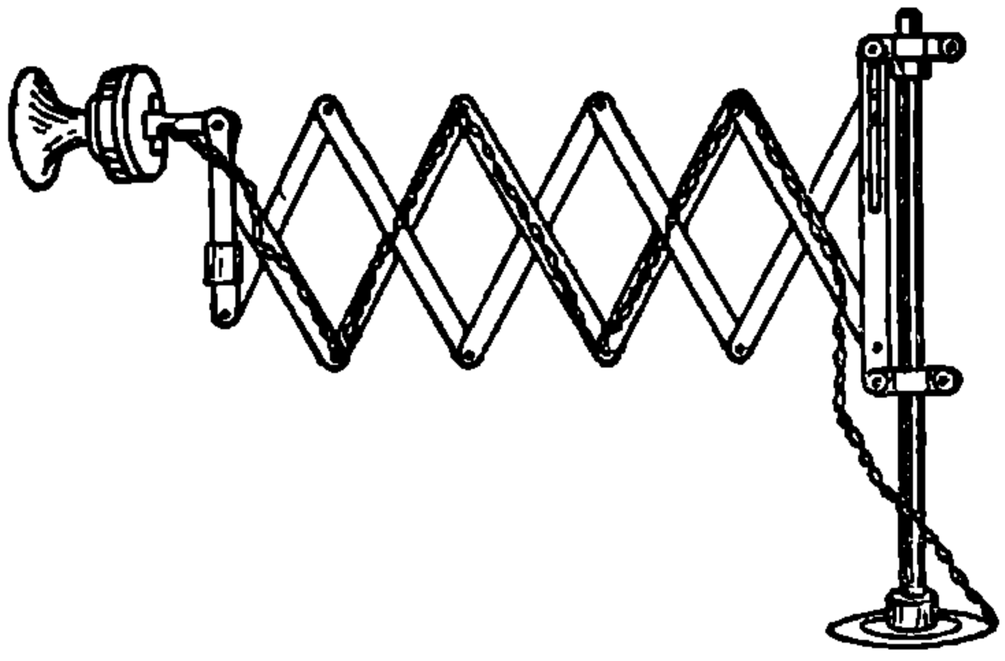
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Р общей их оси *О*—можно устанавливать прием либо на громкоговоритель *Г* (контакт 3), либо на наушную слуховую трубку *Т* (контакты 1), либо же на телефон *Т* через усилитель.

Щетка $Щ_3$ нормально присоединена к клемме $К_1$; при желании перейти на усиление одной лампой эту щетку присоединяют к клемме $К_2$.

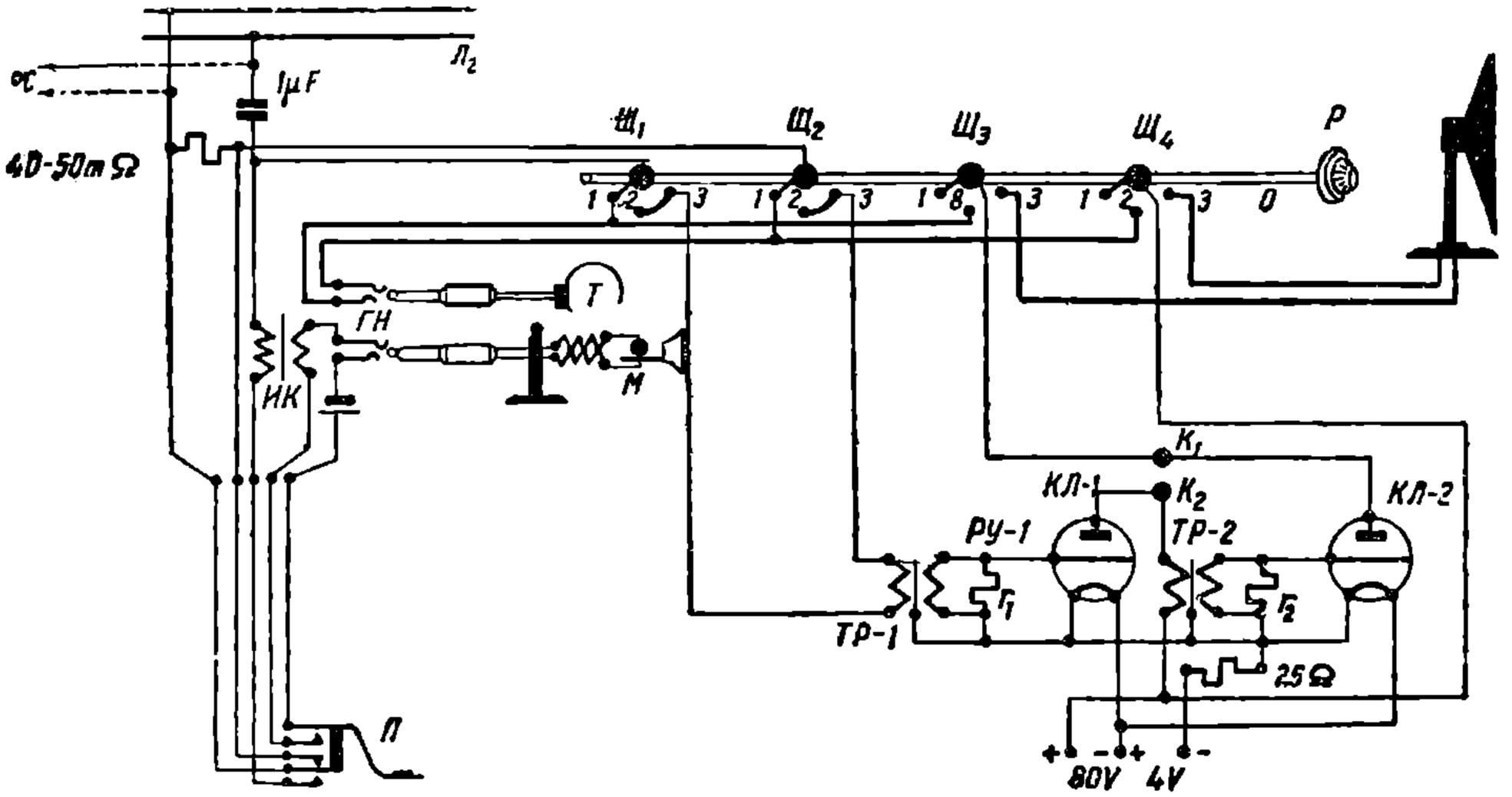


Фиг. 122. Наушная и нагрудная арматуры во время работы



Фиг. 123. Диспетчерский микрофон на раздвижной подставке

При передаче разговора, при нажатой педали *П*, во избежание оглушения телефонная цепь диспетчера замыкается на большое сопротивление $R = 40\,000 — 50\,000\ \Omega$. Этим самым устраняется взаимодействие между громкоговорителем и микрофоном и уничтожается мешающий свист [1].



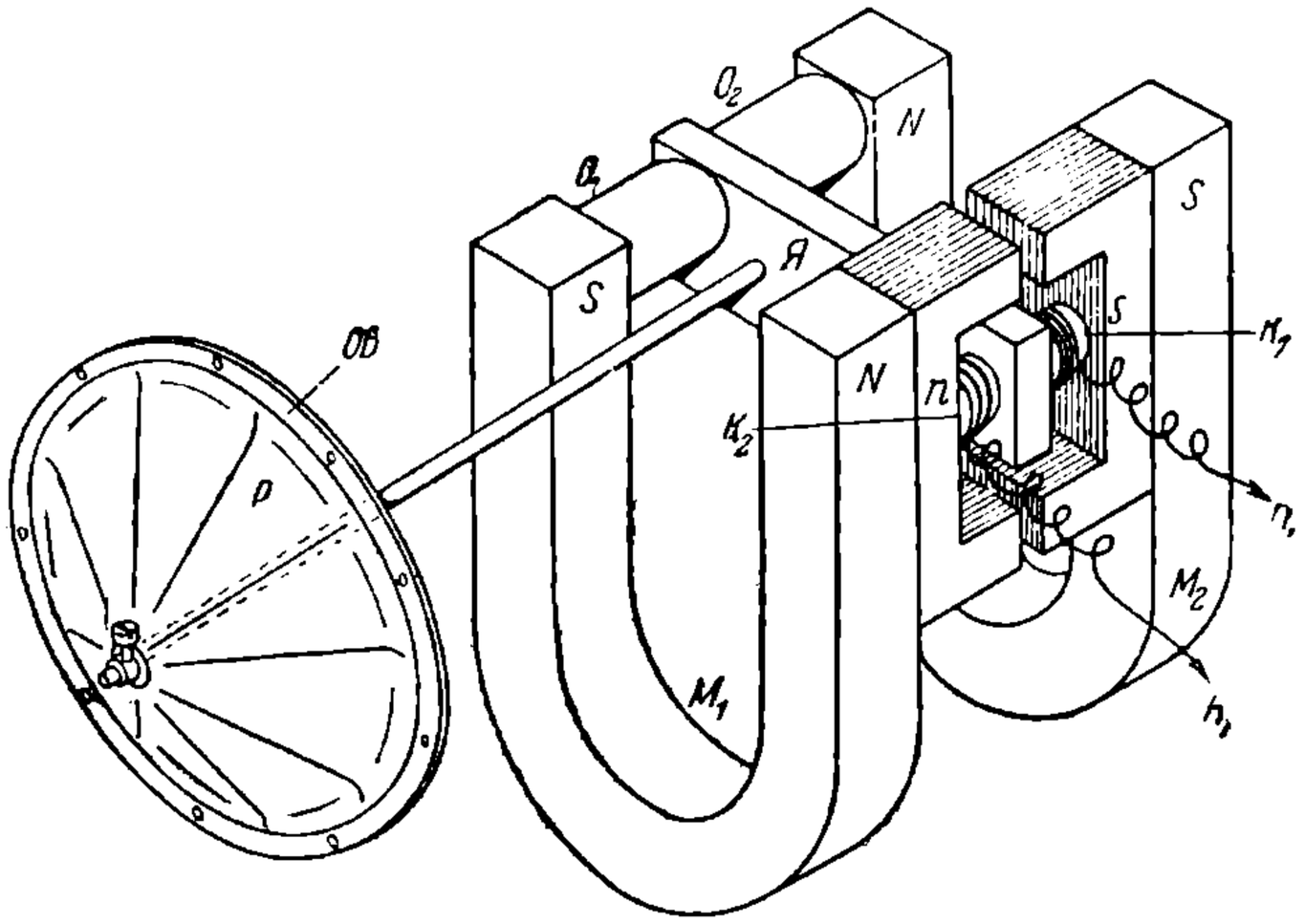
Фиг. 124. Схема усилителя диспетчерской распорядительной станции

На фиг. 125 показана схема конструкции диффузорного громкоговорителя типа «Рекорд» завода имени Кулакова. Два сильных постоянных

[1] Практика показала, что 3-е положение переключателя (телефон *Т* с усилителем) излишне. В виду этого схема может быть упрощена.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

подковообразных магнита M_1—M_2 снабжены полюсными надставками—$n-s$, собранными из листового железа и служащими замкнутым сердечником для обмоток K_1—K_2. Между сердечниками находится в нейтральном положении якорь $Я$, зажатый своим концом между упорами O—O_2. Анодный ток пропускается по обмоткам K_1—K_2, равновесие притяжения между сердечниками и якорем нарушается и якорь будет вибрировать. Эти колебания посредством тонкого стального штифта передаются рупору репродуктора P и создают мощные волны звуковых колебаний. Рупор изготовлен из плотной ватманской бумаги и закреплен между



Фиг. 125. Схема конструкции громкоговорителя «Рекорд» завода имени Кулакова

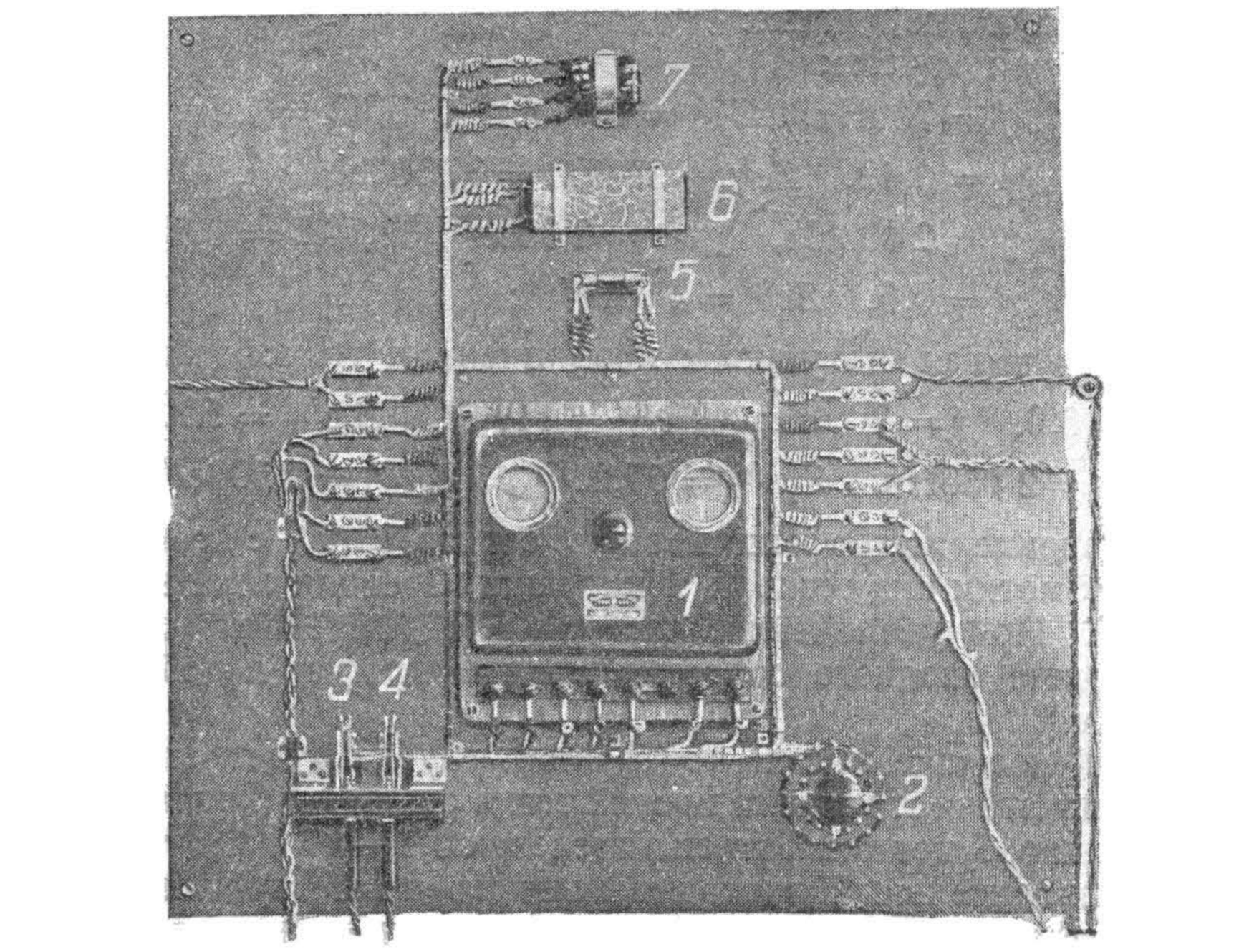
неподвижными кольцевыми металлическими ободками $ОБ$; для возможности движения рупора, подобно поршню, рупор имеет закругленную форму около внутренней стороны обода. На фиг. 126 представлена доска со смонтированными на ней отдельными частями переговорной и усилительной аппаратуры.

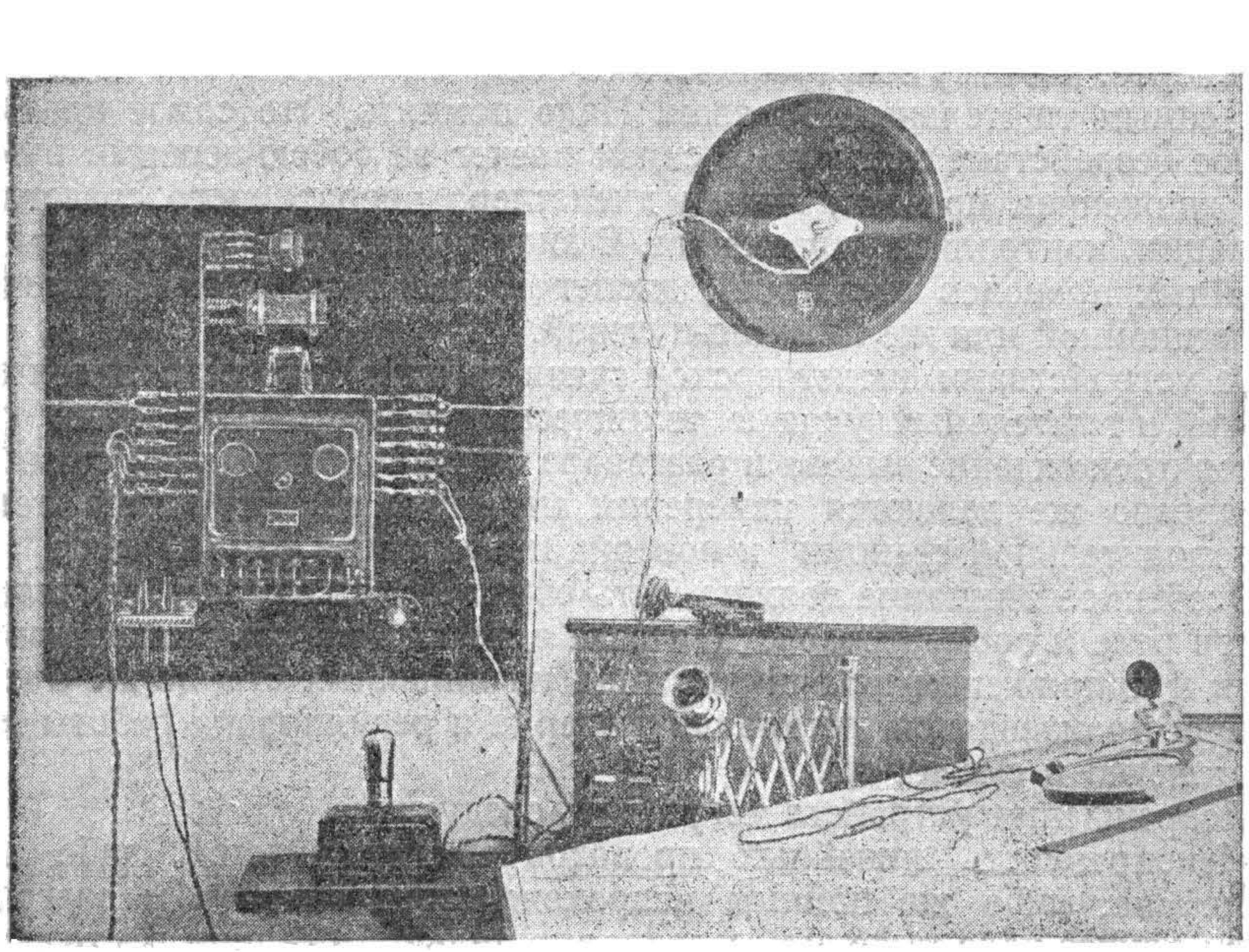
При параллельном включении переговорной аппаратуры в линейные провода, принятом на железных дорогах СССР, и при соблюдении чистого диалога во время переговоров с переключением передачи на прием достигается значительно большая мощность и лучший коэфициент полезного действия переговорной аппаратуры, а именно: при передаче—около 5 mW (на 25—50% более, чем в обыкновенных аппаратах) при $Z = 1200$, КПД вдвое выше.

В виду того, что при приеме вся подводимая мощность используется телефонной трубкой (электрический КПД равен почти 100%), избирательный аппарат имеет электрический КПД в 4 раза больший, чем в обыкновенных аппаратах.

Затухание при передаче можно доводить до 2,5—3 неперов при 800 Hz, так как в системе передачи не имеется ни коммутатора в ЦТС, ни кабельных вставок.

НБ УДУНТ (ДІІТ)





Фиг. 126. Усилитель, смонтированный на стенной доске около диспетчерского стола. *1*—усилитель, *2*- переключатель на *3* положения, *3—4*—гнезда для включения телефона и микрофона, *5*—сопротивление, *6*—конденсатор, *7*—индукц. катушка.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В аппаратах наших заводов индукционная катушка имеет короткозамкнутый сердечник из листового железа; это повышает ее КПД на 5%. Приводим следующие данные:

1) телефонная трубка:

$$f = 700\text{Hz}, \quad Ze^{j\varphi} = 10\,800e^{j58°30'}, \quad L = 1{,}99,$$
$$\rho = 0{,}42, \quad Ze^{j\varphi} + 30\,000 = 37\,500e^{j\,13°30'},$$
$$f = 2\,400\text{Hz}, \quad Ze^{j\varphi} = 2\,000e^{j45°30'}, \quad L = 0{,}95,$$
$$\rho = 0{,}6, \quad Ze^{j\varphi} = 4\,620e^{j18°};$$

2) индукционная катушка с коэфициентом трансформации:

$$n = 6{,}6, \quad f = 700\text{Hz}; \quad Z_1e^{j\varphi_1} = 11e^{j55°}, \quad Z_2e^{j\varphi_2} = 500e^{j55°},$$
$$f = 2\,400\text{Hz}, \quad Z_1e^{j\varphi_1} = 57{,}2e^{j73°}, \quad Z_2e^{j\varphi_2} = 2\,500e^{j72°}.$$

Сопротивление микрофона хорошо согласовано с сопротивлением первичной обмотки индукционной катушки. Средняя сила тока в микрофоне 0,2 А. При увеличении частоты КПД передачи увеличивается.

По величине входного сопротивления микрофон подобран к линии как генератор.

Если при посылке вызова телефонная трубка будет снята с рычажного переключателя, то ответвляемый ток в различных аппаратах, включенных в линию, будет колебаться в пределах 0,5—1,7 mA; это показывает, что непроизводительный расход вызывного тока и мощность потребляемого телефоном тока уменьшены до возможного предела.

Диспетчерская связь является одним из самых важных видов связи на транспорте, поэтому непрерывность ее исправного действия надо обеспечить самым тщательным образом. Надо помнить, что самое кратковременное бездействие этого вида связи влечет за собою перерыв руководства движением поездов, лишая диспетчера оперативного средства информации, контроля и управления. В виду этого, в случаях повреждения линейных проводов и станций, диспетчерская цепь должна заменяться постанционной или же линейно-путевой.

За устройствами диспетчерской связи должен быть установлен самый строгий и тщательный уход и технический надзор. Ежедневно проверяется прохождение вызова и разговора со всеми линейными станциями. Ежедневно же делаются измерения напряжения источников тока на распорядительной станции и поверка исправности работы реле.

Особенное внимание должно быть обращено на очистку от пыли контактов реле и громоотводов. Два раза в месяц делаются измерения проводов и напряжения источников тока на линейных станциях. Один раз в месяц производятся детальная поверка и регулировка работы вызывных ключей и смазка их.

Повреждения устройств могут быть следующие.

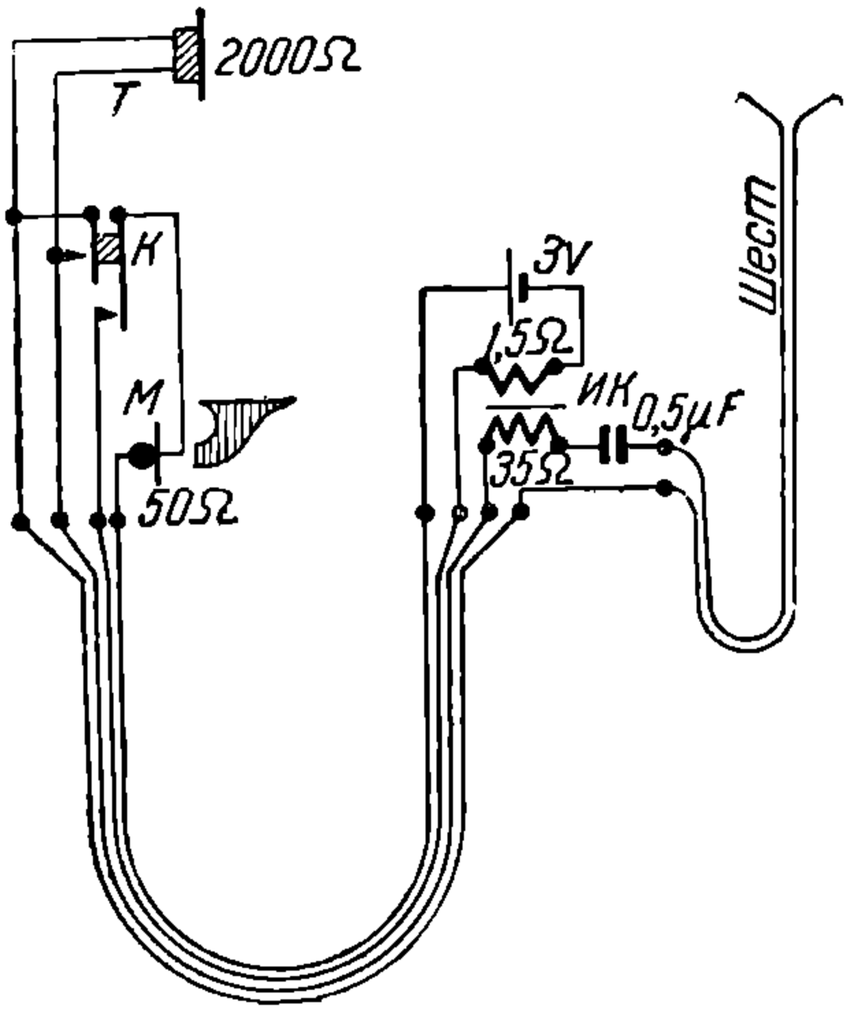
Неисправность линейных проводов обнаруживается либо шумом в телефоне, либо же полным непрохождением вызовов и разговоров; в этом случае надо выяснить с распорядительной станции место повреждения и принять меры к устранению его, а на время исправления произвести замену линий.

Перегорание предохранителей или срабатывание автоматического максимального выключателя сказывается на том, что прекращается связь

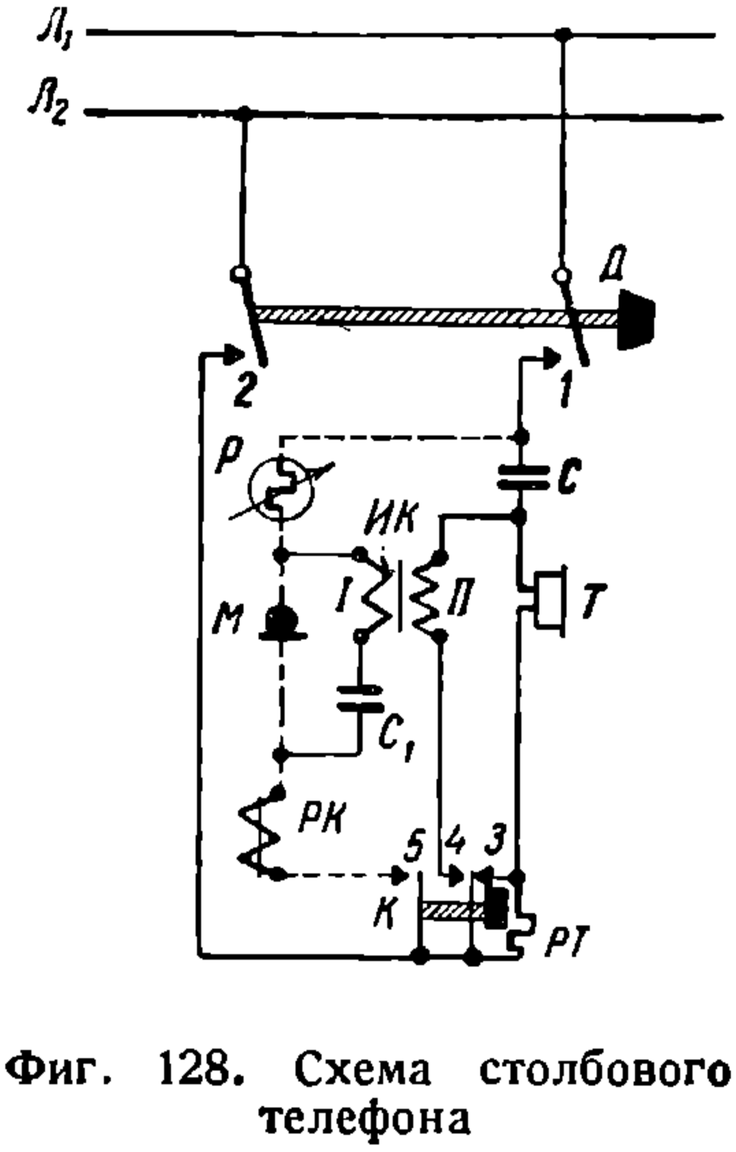
НБ УДУНТ (ДІІТ)

диспетчера с линией; это же происходит и при коротком замыкании. Если при вставлении на место защелки автомата он снова срабатывает, то это свидетельствует о неустраненной причине короткого замыкания.

При пробитии конденсатора селектор срабатывает при вызове всякой другой станции. При случайной задержке тормозной пружины селектора на 17-м шаге звонок на этой станции звонит беспрерывно. Посылка диспетчером вторичного вызова устраняет эту неисправность.



Фиг. 127. Переносный диспетчерский телефонный аппарат



Фиг. 128. Схема столбового телефона

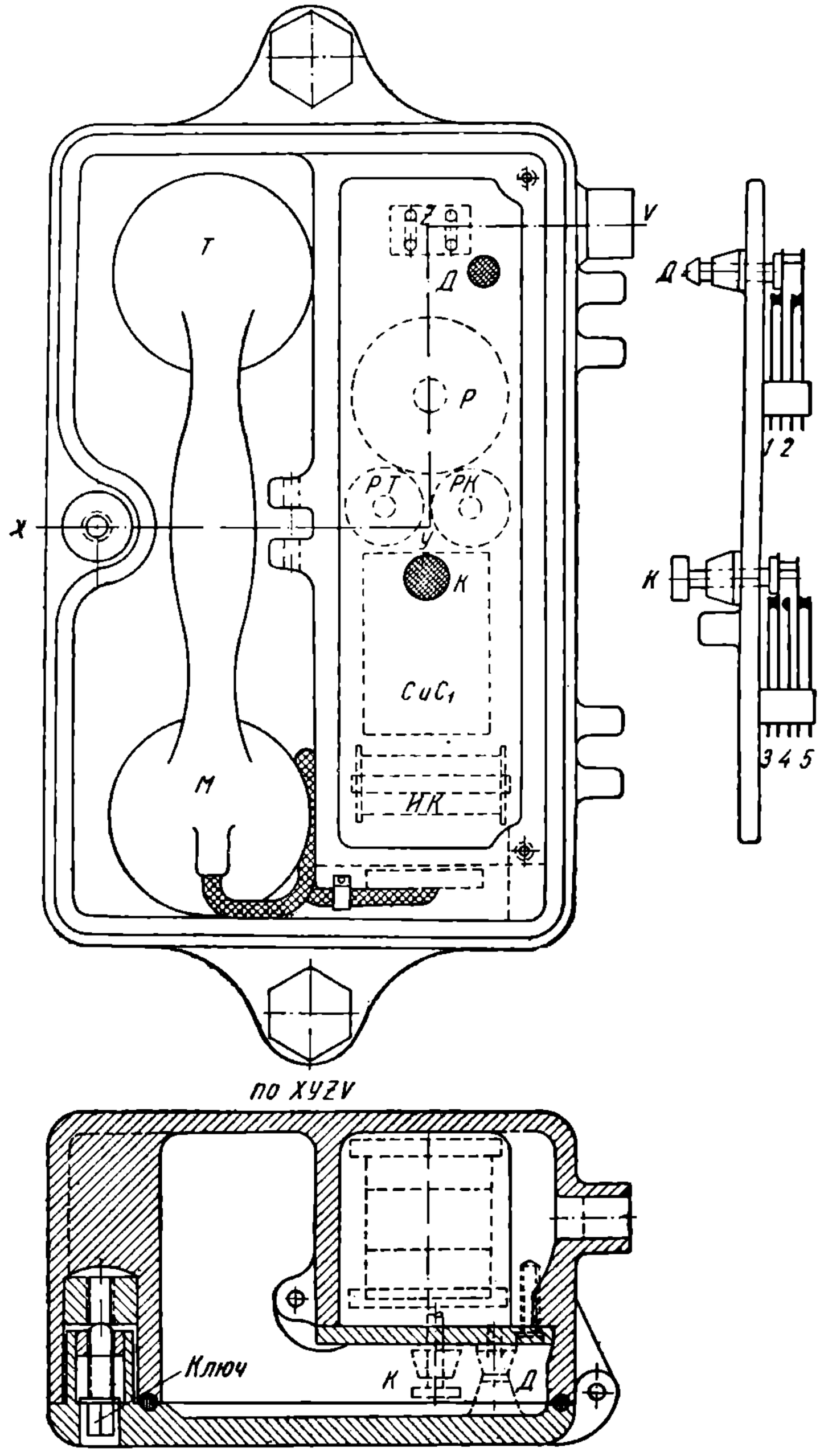
Другие неисправности селектора, как-то: разрегулировка хода кодового диска (недоход до звонкового контакта), плохой контакт или проводка звонковой цепи сказываются на невозможности вызвать станцию со стороны диспетчера. Это же явление может наблюдаться также и при повреждениях вызывного ключа.

Перекос контактных пружин ключа обнаруживается беспорядочным вызовом других станций.

Неисправность педальных контактов может вызвать свист в громкоговорителе, если при нажатии педали шунтовое сопротивление не размыкается.

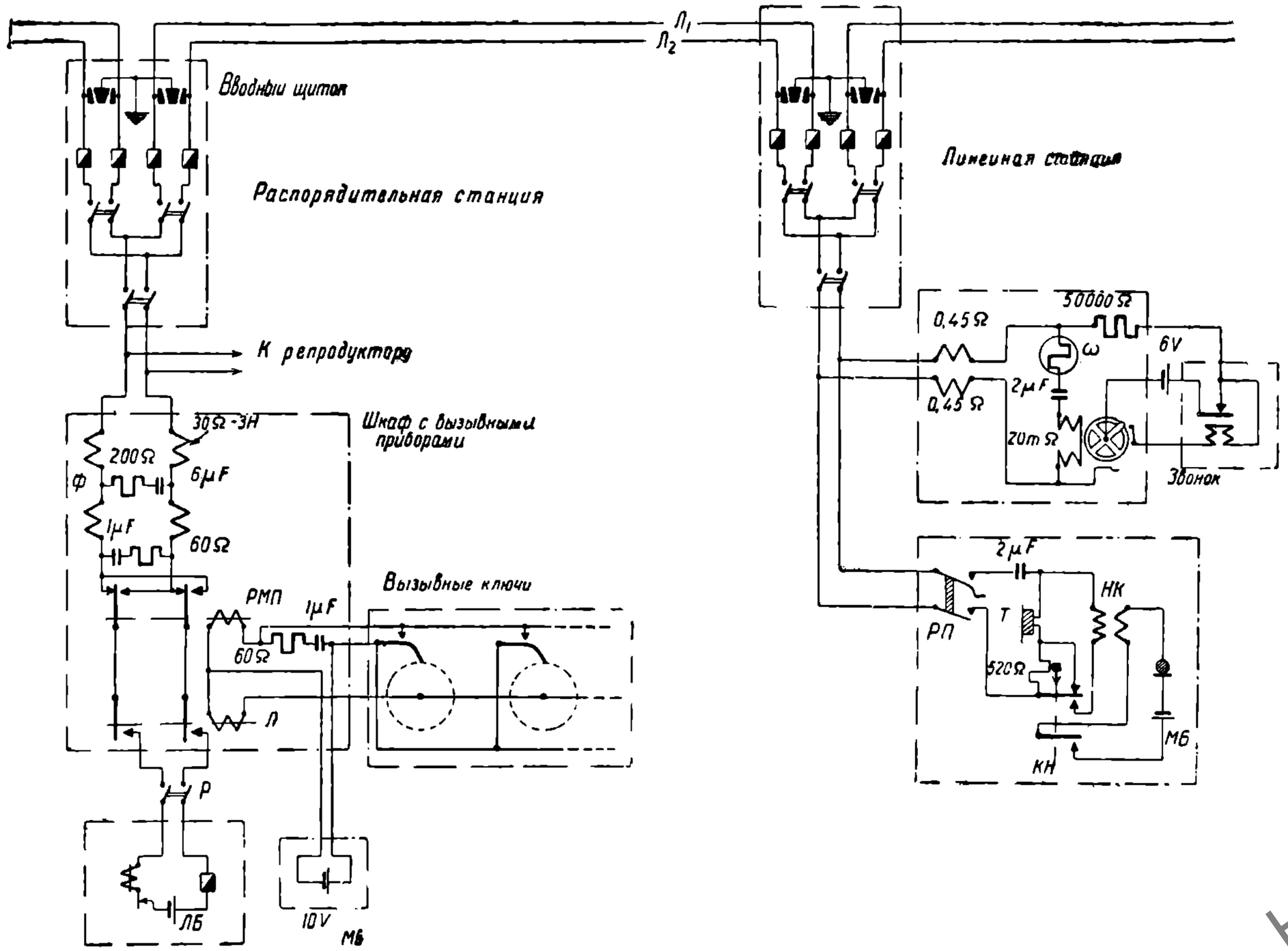
С другой же стороны, о всяком случае аварии с поездом на перегоне диспетчер должен быть осведомлен прежде всего для принятия быстрых мер к ликвидации последствий этой аварии и замешательств в движении. Для этого главный кондуктор должен посредством складного шеста приключить телефон к диспетчерским проводам. На фиг. 127 показана схема переносного телефонного аппарата, специально сконструированного заводом «Транссвязь» для этой цели. В нормальном положении оказывается включенной в цепь слуховая трубка через конденсатор 0,5 μF и вторичную обмотку индукционной катушки сопротивлением 35 Ω. При нажатии кнопки *К* на микротелефонной трубке замыкается микрофонная цепь, а слуховая трубка оказывается в шунте, чем устраняется акустический контраст.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 129. Конструкция столбового телефона
Обозначения те же самые, что и на фиг. 128.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 130. Полная схема вызова

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Однако, этот переносный тип телефона обладает следующими недостатками: громоздкостью, замерзанием элементов зимою и высыханием их в жаркую погоду, медленным включением телефона в линию в ночное время посредством шеста с попаданием на другие провода, неисправностью изоляции в месте включения вследствие образовавшейся на проводах ржавчины. Кроме того, желательно дать возможность включаться в диспетчерские провода не только кондукторской бригаде, но также и агентам пути, приступающим к смене рельсов, обнаружившим лопнувший рельс, размыв пути, отправляющим снегоочиститель, груженую вагонетку, дрезину; агенты охраны также должны иметь возможность передать тревогу, известие о пожаре и др.

С целью удовлетворить всем этим требованиям НКПС разработал новый способ включения в линию, а именно: посредством телефонных аппаратов, плотно укрепленных на столбах и светофорных мачтах в герметически закрытом железном футляре. Расстояние между аппаратами— около 2 *км*. Агенты, имеющие право доступа к ним, снабжаются особым ключом для открывания крышки.

Схема аппарата изображена на фиг. 128. При открывании дверцы футляра приемная трубка *Т* автоматически включается в линейную цепь посредством контактов *1-2* нажимной кнопки *Д*. В этой цепи последовательно включен конденсатор *С*, а большое сопротивление *РТ* зашунтировано контактом *3* разговорной кнопки *К*. Для передачи разговора нажимается эта кнопка, вследствие чего контакт *3* разрывается, контакты *4-5* замыкаются. Питание микрофона *М* происходит от нескольких элементов вызывной батареи диспетчерского распорядительного пункта через дополнительные контакты медленно действующего реле; в эту питательную цепь включена катушка *РК*, препятствующая ответвлению переменной части микрофонного тока, и переменное омическое сопротивление *Р*, уравнивающее силу питательного тока в различных микрофонах независимо от удаленности мест установки телефонных аппаратов. В первичную цепь микрофона включен конденсатор C_1, препятствующий прохождению постоянного тока. Через вторичную обмотку индукционной катушки разговорный ток передается в линию, ответвляясь в собственную телефонную трубку *Т* через сопротивление *РТ*, так как при передаче контакт *Т* разомкнут, чем ослабляется воздействие собственного голоса. При слушании кнопка *К* отпускается.

Таким образом, в этой схеме с удобством совмещена схема аппарата системы *МБ* с центральным питанием.

Конструкция аппарата показана на фиг. 129.

§ 23. Полная схема вызова

Полная вызывная схема изображена на фиг. 130. Линейная батарея *ЛБ*, состоящая почти всегда из свинцовых аккумуляторов, ограждается от сети предохранительными устройствами на случай короткого замыкания, а именно: плавким предохранителем, рассчитанным на появление в цепи максимальной силы тока в 2 А, и автоматическим максимальным выключателем, отрегулированным на максимальную силу тока в 1 А.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Нормально автомат срабатывает раньше, чем плавкий предохранитель.

Для выключения линейной батареи из сети служит рубильник *Р*. Реле *ЛР* и *РМП* питаются особой местной батареей *МБ* напряжением в 10 V. Для предохранения от окисления контактов пружин вызывного ключа, вследствие искрения при замыкании и размыкании местной батареи, пружины шунтируются катушкой омического сопротивления в 60 Ω с последовательно соединенным с ней конденсатором емкостью в 1 μF. С той же целью контакты реле *РМП* защищены таким же шунтом. Фильтр низкой частоты *Ф* имеет Н-образную форму и состоит из четырех дросселей, шести конденсаторов по 1 μF каждый и катушки омического сопротивления в 60 Ω. Дроссели попарно имеют общий кольцевой сердечник из эмалированной проволоки. Линейные провода подводятся к вводному щитку, на котором смонтированы защитные части: громоотводы и плавкие предохранители, а также три рубильника, дающие возможность при испытаниях линии отключаться от правой или левой ветви ее, или ставить их на прямую. Ответвление в телефонный аппарат делается перед фильтром, который не пропускает токи звуковой частоты и препятствует ответвлению разговорных токов через фильтр.

Вызывные ключи смонтированы в особом ключевом шкафике (фиг. 103). Фильтр, оба реле, искрогасители, рубильник линейной батареи и ограждающие ее автомат и предохранитель смонтированы в особом центральном диспетчерском настенном шкафу. Вместо настенного шкафа вызывные приборы монтируются также на железных стативах, устраиваемых в помещении механика.

Оборудование линейной станции состоит из вводного щитка с рубильниками и защитными приспособлениями, телефонного аппарата, селекторного ящика и местной для звонка батареи. В селекторном ящике смонтирован селектор, конденсатор при нем емкостью 2 μF, уравнительное добавочное омическое сопротивление ω и две катушки самоиндукции по 0,45 Ω сопротивления для предохранения от грозовых разрядов на случай несрабатывания громоотвода. На крышке селекторного ящика помещается звонок постоянного тока. При звонковом положении селекторного кодового диска от местной батареи имеется ответвление тока в линейные провода через якорь звонка и сопротивление в 50 000 Ω с одной стороны и через кодовое колесо и тормозную пружину с другой стороны. При действии звонка в линию ответвляется прерывистый ток весьма малой величины вследствие большого омического сопротивления этого ответвления. Этот ток осуществляет к о н т р о л ь в ы з о в а, так как цепь его замыкается через репродуктор диспетчера и дает ему возможность убедиться в исправном получении станцией звонкового вызова по характерному звуковому сигналу, напоминающему слабую барабанную трель.

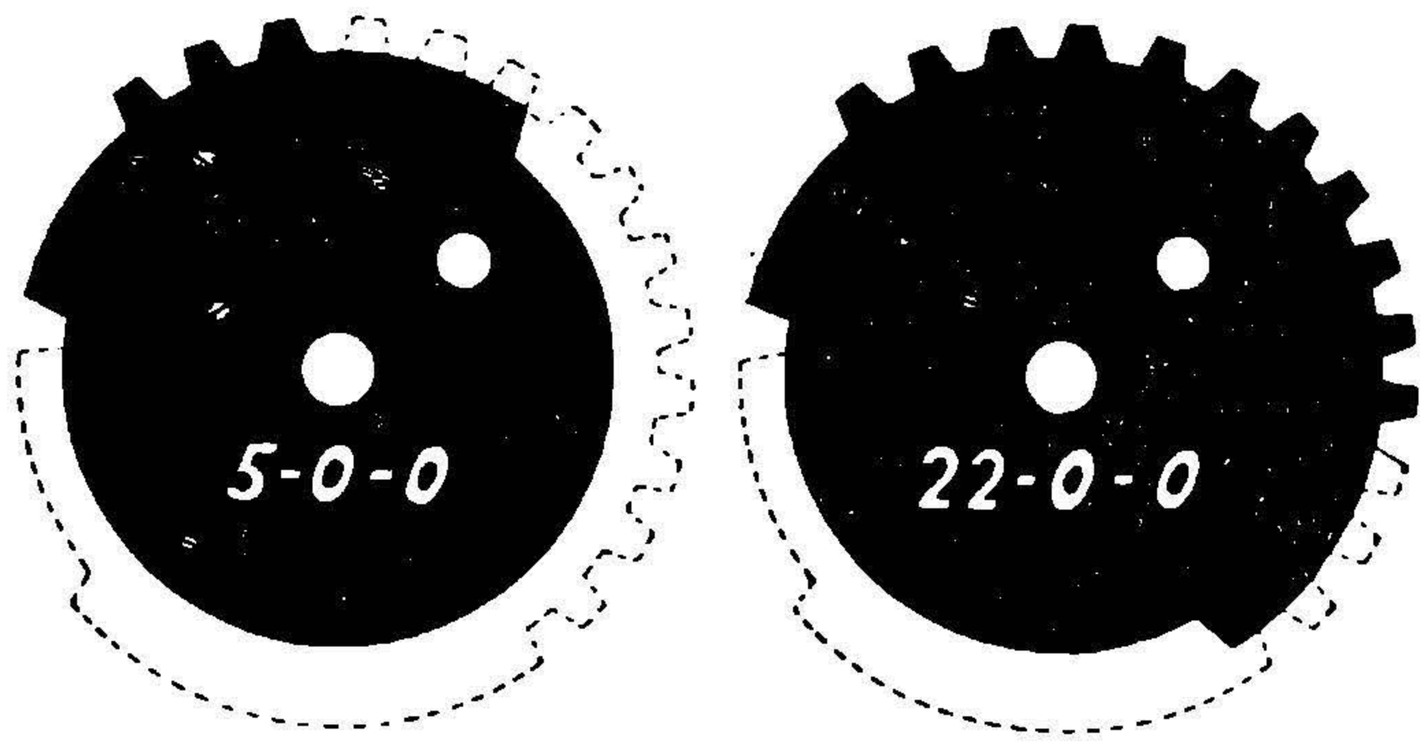
§ 24. Поверка времени

Радиовещательные станции уже приучили население к акустическим сигналам, сигналам поверки часов. За границей такая поверка совмещается с поверкой часов по телеграфу. Организована она следующим образом.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В установленное время (удобнее всего это приурочить ко времени вступления диспетчера на дежурство) главная телеграфная станция дороги дает поверку часов не по всем проводам, как это обычно делается, а только по одному проводу и только тем станциям, на которых размещены диспетчеры, т. е. всего нескольким станциям. На этих последних станциях должны быть установлены телеграфные трансляции сигналов времени, включенные в селекторные линейные провода прилегающих диспетчерских участков. Самый способ передачи сигналов времени при посредстве диспетчера осуществляется следующим образом.

В вызывном ключевом шкафике диспетчера должен быть особый ключ поверки времени с настройкой на 22 последовательных импульса тока в одной вызывной группе. Схема такого ключа показана на фиг. 131.



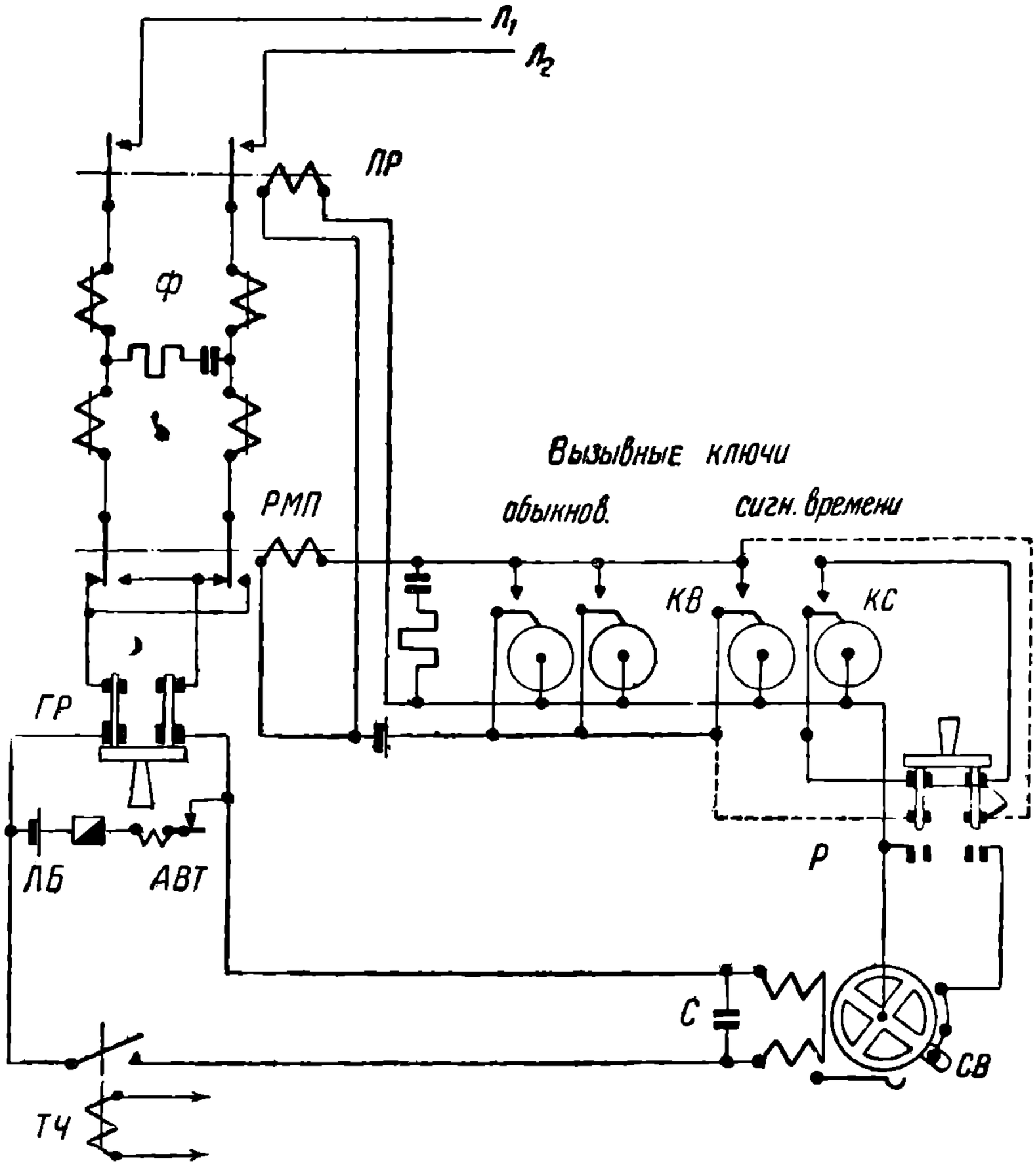
Фиг. 131. Зубчатые диски ключей для сигналов времени

Кроме этого ключа у диспетчера должен находиться особый рубильник *P* для переключения сигналов времени с телеграфной трансляции в селекторные провода (фиг. 132).

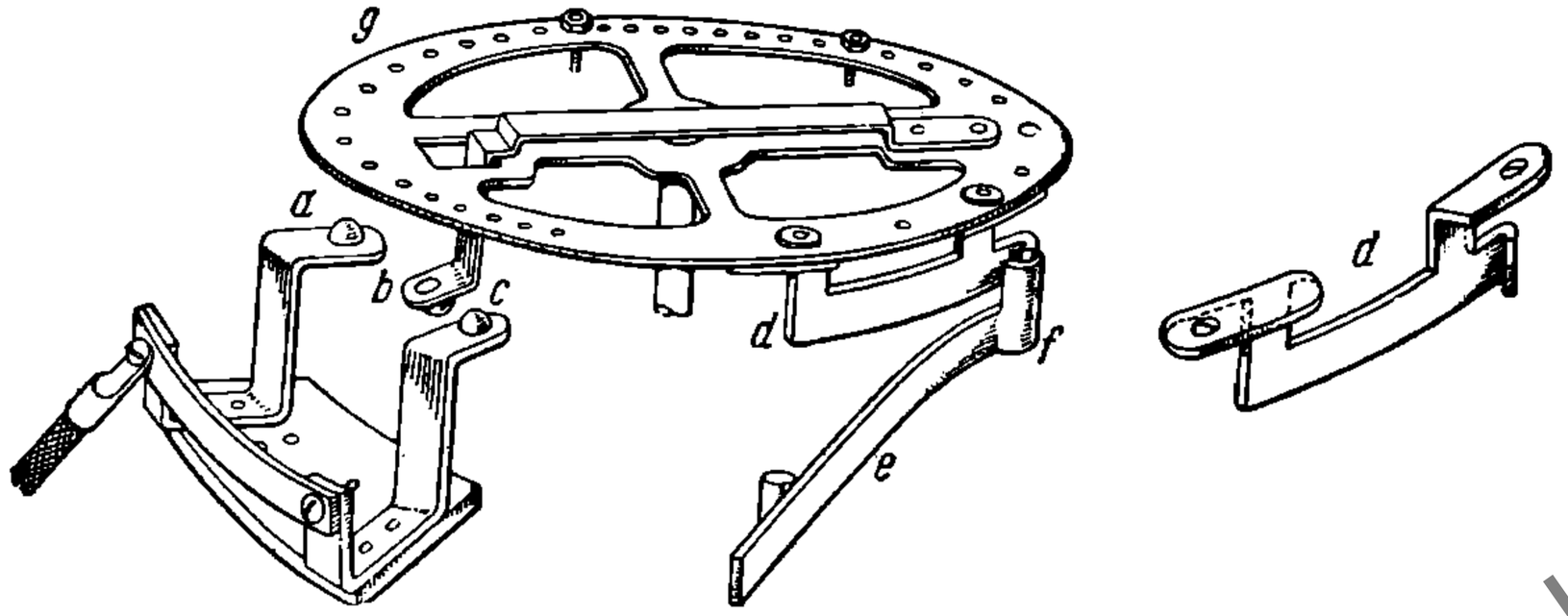
При приближении времени подачи телеграфных сигналов диспетчер посылает в линию своего участка 22 импульса тока и тем самым заставляет на всех станциях переместиться кодовый диск селектора на 22 шага. В этом положении все диски удерживаются защелкой тормозной пружины *e*, не доходя одного шага до контакта времени *c* (фиг. 133). Одиночный удар селекторного звонка при прохождении контакта *b* через контакт *a* на 17-м шаге предупреждает все станции о том, что начинается поверка времени и что надо ожидать последующих сигналов.

После действия ключом *КС* (фиг. 132) диспетчер перекидывает рубильник *P* в нижнее положение и тем самым включает в линию особый селектор *СВ*, транслирующий сигналы времени и работающий от трансляции поверки часов *ТЧ*. Телеграф приступает к посылке манипулятором предварительных сигналов: сперва редкие точки Морзе (желательно с интервалом в 1 сек.). Селектор *СВ* при каждом таком сигнале срабатывает, замыкая цепь реле *РМП* и посылая тем самым редкие одиночные импульсы во все линейные селекторы. В такт точкам Морзе селекторный диск *g* (фиг. 133) на всех линейных селекторах будет совершать колебания на один шаг вперед и назад, удерживаясь на позиции 22-го

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 132. Схема для подачи сигналов времени



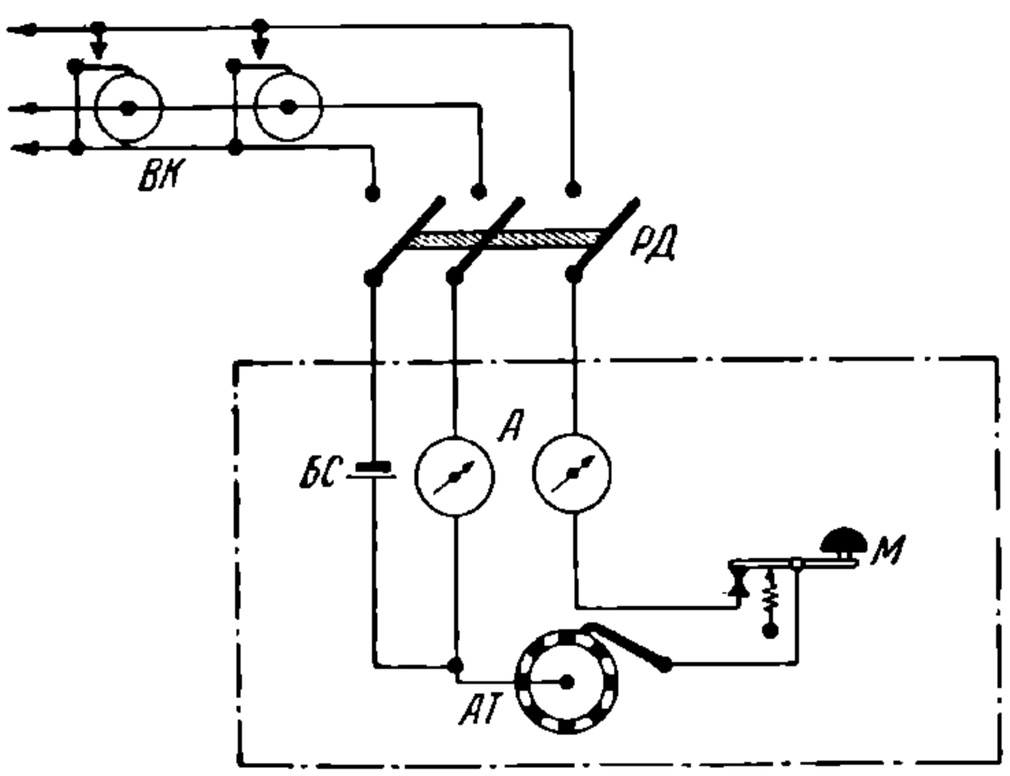
Фиг. 133. Схема расположения частей селектора при посылке сигналов времени

НБ УДУНТ (ДІІТ)

шага вследствие действия приспособления *d*, заключающегося в следующем.

Диск *g* подвинется вперед; контакт *b* коснется контакта времени *c* (на 23-м шаге), получится удар звонка, который тотчас же прекратится, так как диск начнет обратное движение в промежутке времени между сигналами. Однако, пружина *e* скользнет скобой *f* по упорной пластине *d* по направлению движения часовой стрелки, встретит загнутый конец (скобу *f*) и удержит диск на позиции 22-го шага. Новая точка Морзе произведет такое же действие и т. д. до тех пор, пока не последует второй период подачи сигналов времени, т. е. нажатие ключа. На линейных станциях диспетчерского участка это обнаружится молчанием звонка в продолжение одной минуты. Затем следует подача собственно с и г н а л о в в р е м е н и, по которым и поверяются часы.

После поверки времени диспетчер переключает рубильник *P* в нормальное положение и затем, действуя любым из вызывных ключей, а еще лучше особым возвращающим ключом *КВ* с кодовой комбинацией 5—0—0, освобождает упорную пластинку *d* от нажимной пружины *e*, после чего все селекторные диски возвращаются в исходное нормальное положение. Схема ключа *КВ* показана на фиг. 131; его можно получить из нормального кодового зубчатого колеса, спилив части, показанные пунктиром.



Фиг. 134. Автомат для подачи сигналов времени: *ВК*—вызывные ключи, *РД*—рубильник диспетчера, *А*—амперметры, *БС*—добавочная батарея, *М*—манипулятор, *АТ*—автомат

При посылке сигналов времени требуется особая сноровка телеграфиста. При обычной же работе точки выбиваются к л ю ч о м чаще, чем через 1 сек., вследствие этого диски селекторов могут не успевать возвращаться на 22-ю позицию, а будут продвигаться далее и сигналы будут сорваны. Во избежание этого автором настоящей книги предложена автоматическая система поверки часов, заключающаяся в том, что на вторую ось телеграфного аппарата Морзе с внешней задней стороны насаживается контактное колесо автомата (фиг. 134), совершающее замыкание цепи местной и добавочной батареи *БС* через требуемые промежутки времени.

Манипуляции совершаются просто. В начале поверки часов ключ Морзе замыкает цепь батарей *МБ* [1] и *БС* (последняя восполняет потерю напряжения) и держится в таком положении во все время выбивания точек. Второй раз ключ поднимается в момент точно поверяемого времени на некоторый небольшой промежуток времени.

При этой системе не требуется трансляции и транслирующего селектора и упрощается схема включения вызывных ключей.

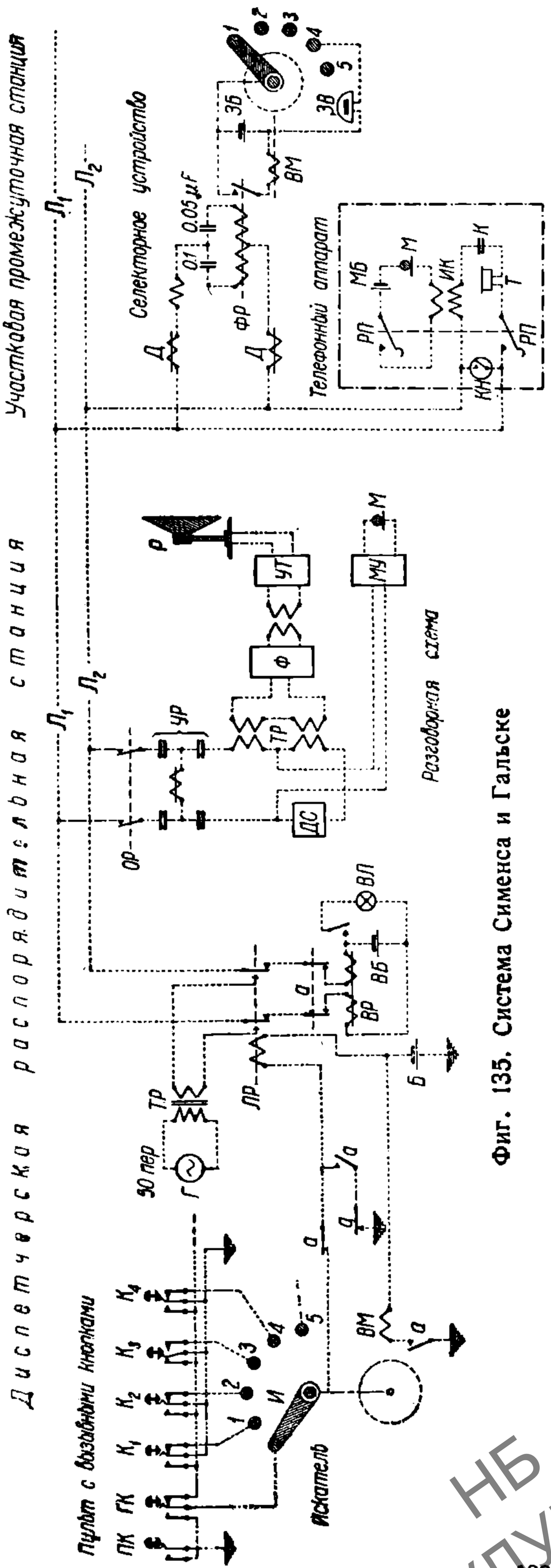
[1] Батарея *МБ* служит для питания реле диспетчерской распорядительной станции. (фиг. 130).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

§ 25. Диспетчерская связь системы Сименса и Гальске

Оборудование центрального диспетчерского пункта состоит: из пульта с 30 вызывными кнопками, настенного шкафа с приборами для посылки вызова и переговорной аппатуры. Схема изображена на фиг. 135. Приемный громкоговоритель, специально сконструированный для диспетчерской связи, обладает высокими качествами четкой передачи речи. Микрофон и репродуктор включены в линейные провода по системе мостика для исключения возможности воздействия их одного на другой. В одном плече мостика находится линейный провод с уравнителем *УР*, в другом плече—добавочное сопротивление *ДС*. В третьем и четвертом плечах—катушки телефонного трансформатора *ТР*. При передаче речи колебания микрофонного тока предварительно усиливаются микрофонным усилителем *МУ*, расположенным в мостике, и затем, разветвляясь, передаются в линию $Л_1 — Л_2$; при разветвлении действие их на вторичную обмотку трансформатора уничтожается. Прием разговора на репродуктор происходит через фильтр *Ф* и усилитель *УТ*.

При диспетчерской связи длина разговорной цепи меняется, что затрудняет расчет и выбор уравнительного сопротивления; поэтому расчет ведется на среднюю нагрузку, при которой взаимодействие

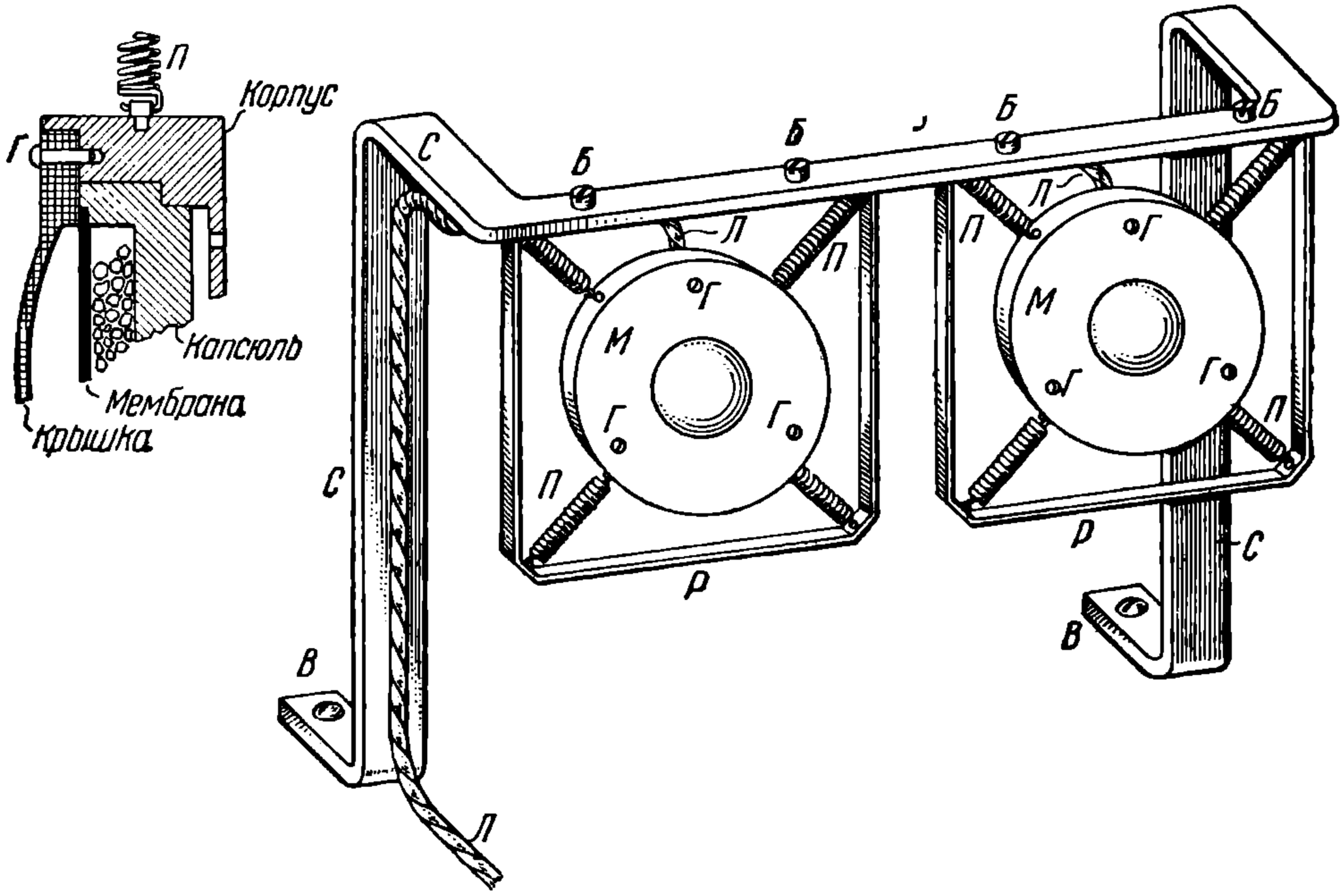


Фиг. 135. Система Сименса и Гальске

НБ УДУНТ (ДІІТ)

между микрофоном и репродуктором уменьшается до возможных пределов. Фирма Сименса и Гальске разработала новую схему, при которой громкоговоритель автоматически выключается из линии, когда диспетчер говорит, и обратно. Фильтр *Ф* преграждает путь в громкоговоритель вызывному току и предохраняет громкоговоритель от вредных последствий при обрыве линейных проводов и соприкосновении их с осветительными и трамвайными проводами.

Микрофон представляет собою чувствительный прибор с устойчивым характером работы. Микрофонная установка состоит из двух или



Фиг. 136. Микрофонная установка у германских диспетчеров: *М*—микрофон, *Г*, *Г*—винты для прикрепления крышки микрофона, *Л*, *Л*—микрофонные провода, *С*, *С*—стойка, *П*, *П*—пружины, на которых подвешен микрофон, *Р*, *Р*—рамки, *Б*, *Б*—винты для укрепления рамок, *В*, *В*—винты для привинчивания стойки

трех параллельно включенных угольных микрофонов *М* (фиг. 136), укрепленных на общей стойке *С*, привинчиваемой к рабочему столу диспетчера винтами *В*. К этой стойке винтами *Б* прикреплены микрофонные рамки; к последним же подвешены на пружинах и самые микрофоны *М*. Эти пружины предохраняют микрофоны от сотрясений, которые могут возникнуть от проезжающих по улице грузовиков и т. п. Микрофонные провода *Л* подведены к микрофону по стойке *С*. Эбонитовый корпус микрофона и воздушная прослойка перед мембраной обеспечивают микрофон от внезапных изменений температуры, благодаря чему сохраняется неизменность его чувствительности. Мембрана снаружи плотно закрыта крышкой, привинченной к корпусу винтами *Г*. Давление звуковых волн передается мембране через воздушный буфер.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Усилитель и микрофон питаются от аккумуляторной 24-вольтовой батареи, рассчитанной на продолжительное действие. Вызывной ток берется от осветительной сети через повышающий трансформатор до 100 V.

На случай аварий включается маленький мотор постоянного тока, питаемый от той же батареи аккумуляторов в 24 V; мотор спарен с динамо. При падении напряжения в осветительной сети особое реле автоматически включает этот запасный агрегат. При восстановлении напряжения так же автоматически происходит выключение; таким образом, непрерывность действия установки обеспечена, и диспетчер даже не замечает происходящих переключений.

Телефонный аппарат линейных станций обычного типа немецких АТС приспособлен для диспетчерской связи. На передней его стороне имеется белая кнопка *КН* (фиг. 135) для вызова диспетчера в случае неисправности громкоговорителя. При нажатии кнопки замыкается цепь вызывной батареи *ВБ* (установленной у диспетчера) через обмотки вызывного реле *ВР* и включает сигнальную лампу *ВЛ* на кнопочном пульте или же заставляет звонить звонок.

Использование переменного тока осветительной сети в качестве вызывного тока натолкнуло на необходимость конструирования особого ф а з н о г о р е л е *ФР* в приемной аппаратуре линейной станции. Оно состоит из двух отдельных и рядом расположенных катушек, обмотки которых включены параллельно и действуют на общий якорь. В каждое ответвление включено по конденсатору, емкость которых так подобрана, что между токами в обмотках создается сдвиг фаз около 90°, т. е. когда в одной из обмоток ток достигает максимума, в другой он близок к нулю; благодаря этому во все продолжение посылки отдельного импульса сила магнитного притяжения не падает ниже необходимого значения, якорь остается притянутым, исключается его вибрирование и обеспечивается плотное прилегание контактов при звонковом сигнале. Благодаря чувствительности реле напряжение на вторичной обмотке вызывного трансформатора не превышает 100 V.

Для предохранения конденсаторов от пробивания грозовыми разрядами устанавливаются дроссели *Д*, которые препятствуют также ответвлению телефонного тока.

В виду того, что действие ключевого аппарата имеет некоторую аналогию с ключом системы «Кук» (§ 17), в схеме опущены некоторые подробности.

Для вызова какой-либо станции диспетчер нажимает соответствующую кнопку, например $К_3$. Кнопка механически при этом запирается и задерживается в нажатом положении. Вращающийся искатель *И* типа АТС с четырьмя рядами ламелей сначала касается своей подвижной щеткой контакта *1* кнопки $К_1$ и тем самым замыкает цепь батареи *Б* через линейное реле *ЛР*; последнее срабатывает и на короткое время посылает в линию $Л_1$—$Л_2$ вызывной, импульс переменного тока от осветительной сети *Г* через понижающий трансформатор *ТР*. Этот импульс, как и дальнейшие, воспринимаются всеми линейными станциями. При дальнейшем вращении искателя *И* щетки его касаются контакта *2* ключа $К_2$ и повторяют посылку в линию вызывного импульса. В дальнейшем, как только щетка искателя достигнет контакта *3* кнопки $К_3$,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

линейное реле *ЛР* лишится тока, отпустит свои якори, а искатель *И* остановится на некоторое время; после этого линейное реле снова получает питание через медленн действующее реле и снова приводит в движение искатель *И*. Короткий промежуток времени (около 1 сек.) остановки щетки искателя на контакте *3* необходим для включения звонка на третьей линейной станции. Искатель, возобновивший свое движение, проходит через все другие контакты, останавливается четвертой своей щеткой на предпоследнем контакте *32* и тем самым включает в цепь тока размыкающий электромагнит, который притягивает свой якорь и освобождает запор нажатой кнопки $К_з$; последняя поднимается и занимает свое начальное положение.

Если диспетчер пожелает послать одновременный вызов на несколько линейных станций, то сначала он нажимает на общую г р у п п о в у ю кнопку *ГК* и затем одна за другой—на кнопки требуемых станций и наконец на п у с к о в у ю кнопку *ПК*. Вращающийся искатель совершает движение, как описано выше, останавливается у каждой нажатой кнопки на время около 1 сек. и тем самым последовательно включает звонки на вызываемых станциях. Как только щетка обежит контакты всех нажатых ключей, она приходит в свое начальное исходное положение. При касании искателем контакта *32* особый электромагнит освобождает запор всех нажатых ключей и последние поднимаются в нормальное положение.

Если диспетчер, набирая группу станций, ошибочно нажмет не на ту кнопку, которая ему требуется, то он должен привести все кнопки в первоначальное положение, нажимая на особую «кнопку ошибок» и затем вновь начать набор станций.

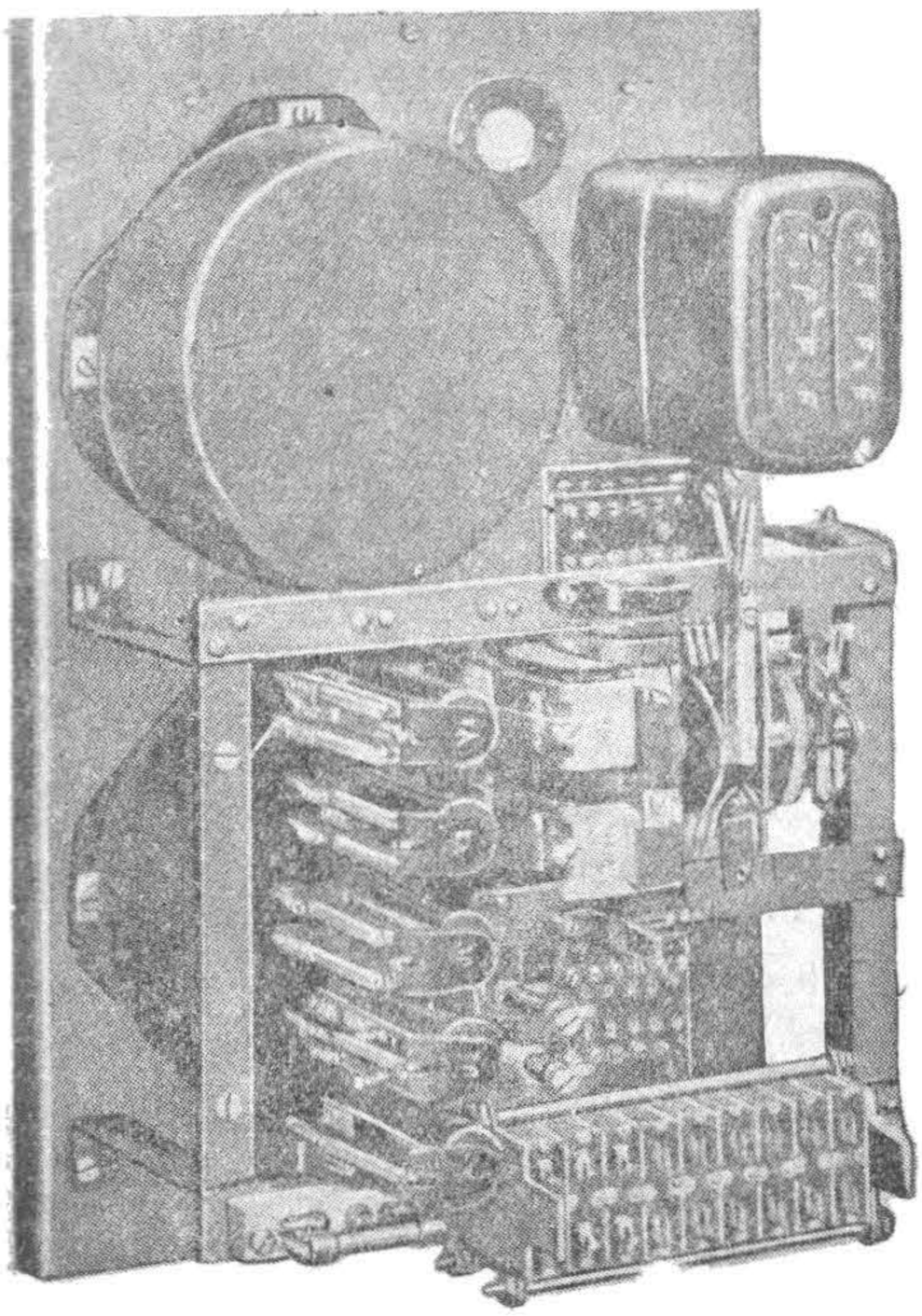
Полный оборот искателя продолжается 3,3 сек., что соответствует посылке в линию по 10 импульсов в 1 сек. Так как при одной нажатой кнопке искатель задерживается еще на 1 сек., то полное время оборота его при вызове одной станции продолжается $3{,}3 + 1 = 4{,}3$ сек. Если же диспетчер вызывает одновременно 5 станций, то для вызова всех этих станций потребуется $3{,}3 + 5 = 8{,}3$ сек. Если бы не было запорного приспособления, то каждую станцию надо было вызывать независимо от других, на что потребовалось время, равное $5 \times 4{,}3 = 21{,}5$ сек. Групповой вызов дает выигрыш во времени. Для общего вызова всех станций лучше иметь особую «циркулярную» кнопку с продолжительностью действия 4,3 сек.

Каждый вызывной импульс на всех станциях заставляет срабатывать фазное реле *ФР*, замыкающее своим якорем цепь вращающего магнита *ВМ* селекторного приспособления и заставляющее щетки селектора передвигаться по контактам, каждый раз через один контакт при получении одного вызывного импульса. При замыкании контакта, соответствующего настройке данной станции, замыкается звонковая цепь постоянного тока звонковой батареи *ЗБ* и заставляет звонить звонок *ЗВ*. Это соответствует задержке хода искателя у диспетчера и перерыву в посылке импульсов на 1 сек. На линейной станции посредством термического контакта можно удлинить действие звонка до 2 сек. и более. На станциях, на которых дежурный по станции отлучается из помещения с селектором, продолжительность действия звонка можно довести до 30 сек.

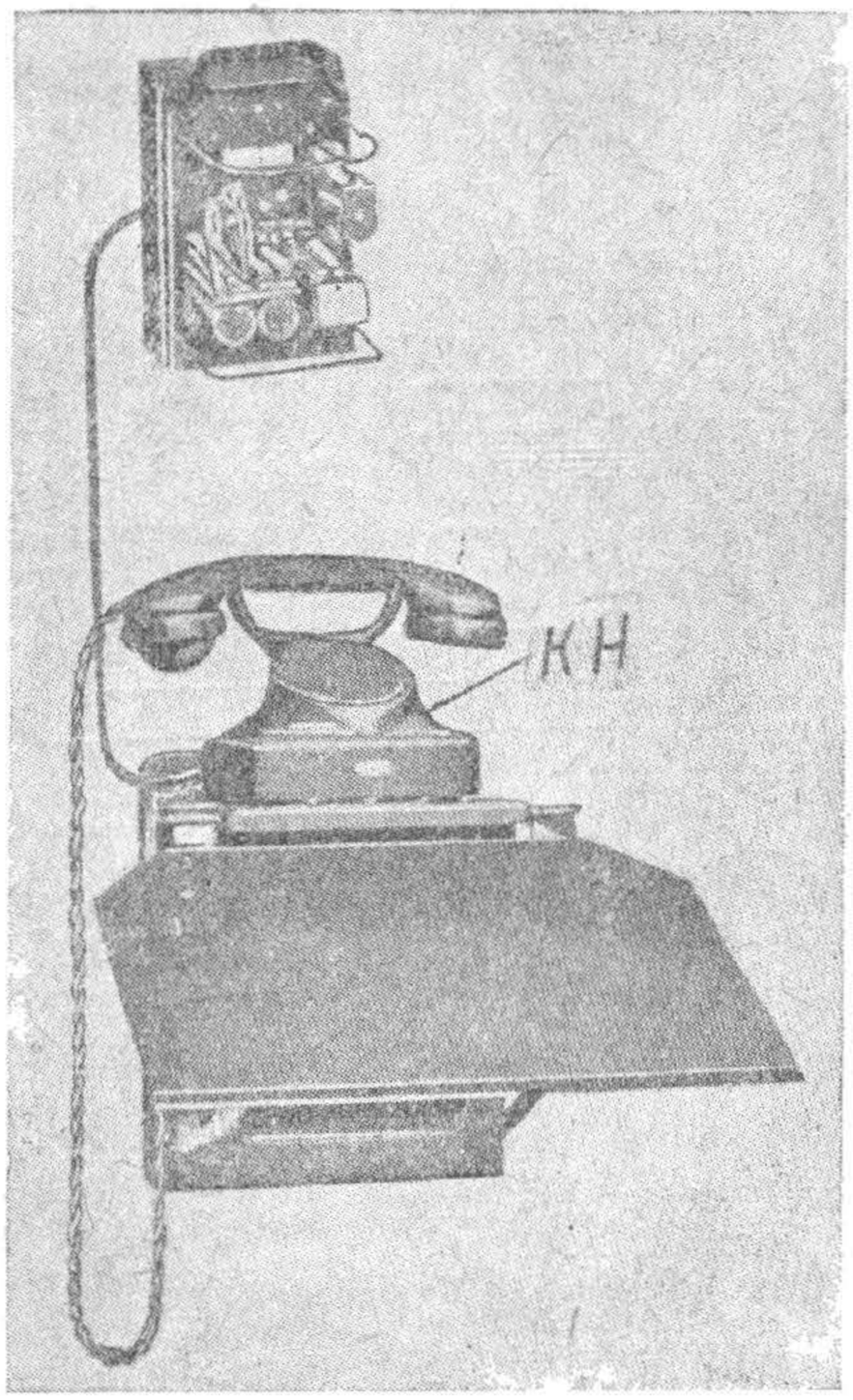
НБ УДУНТ (ДІІТ)

У диспетчера не получается контроля вызова, так как на время посылки импульсов громкоговоритель автоматически выключается.

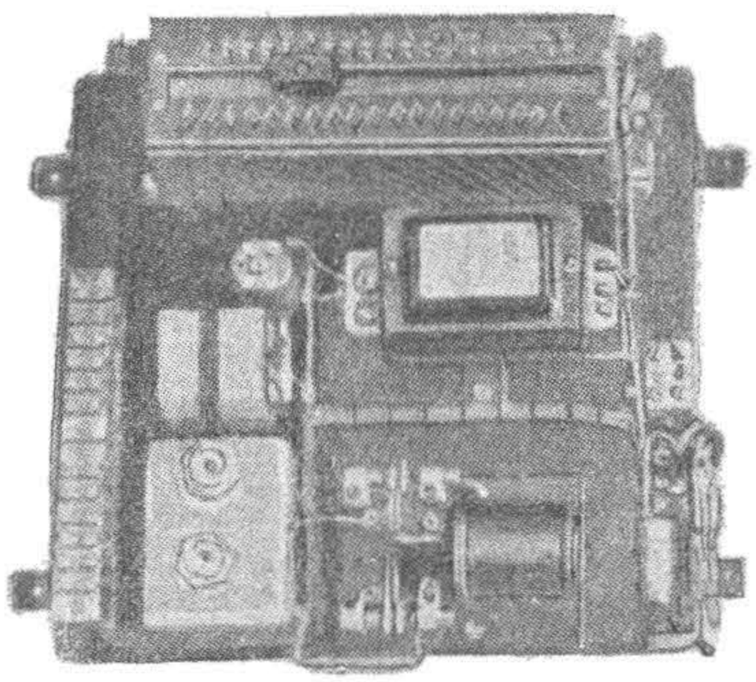
Весь цикл вызывных импульсов состоит из 33 импульсов. На всех линейных станциях все селекторы вращаются синхронно. Особый ку-

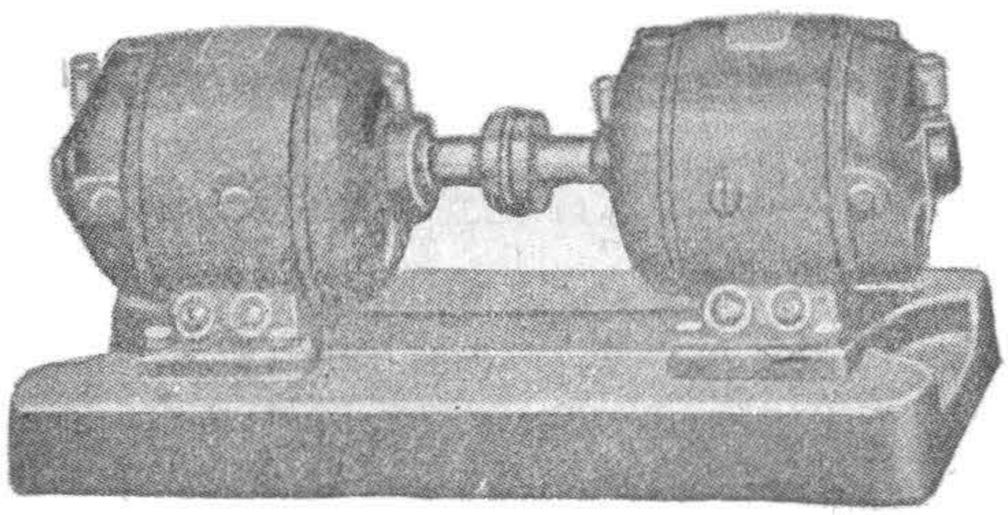


Фиг. 137. Шкаф с вызывными приборами



Фиг. 139. Оборудование линейной станции: телефонный аппарат с кнопкой и селекторное устройство



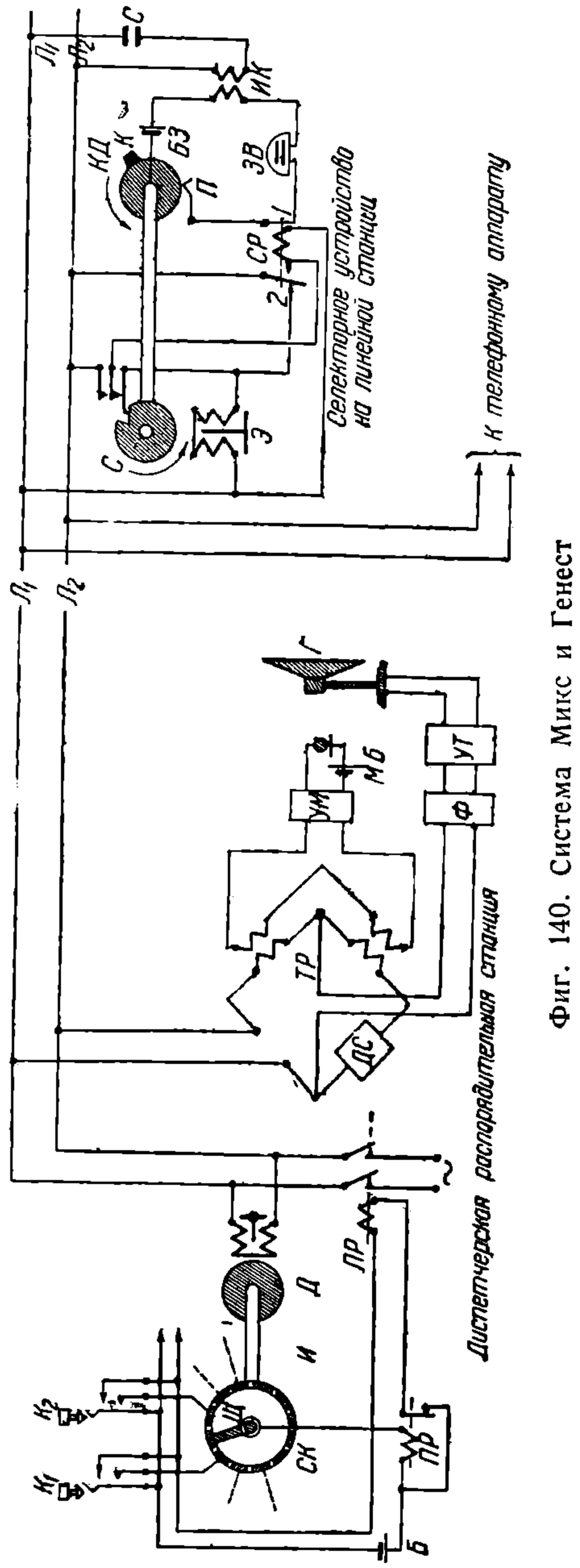


Фиг. 138. Мотор-генератор с приборами автоматического включения

лачок задерживает селектор на предпоследнем контакте *32* до тех пор, пока селекторы всех линейных станций не придут в это положение и не выравняют своего хода. При последнем импульсе все селекторы занимают свое исходное нормальное положение.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Во избежание неправильного срабатывания селекторов от случайного постороннего импульса тока (сообщение проводов, обрыв и т. п.) и остановки их в этом промежуточном положении, а следовательно могущего затем произойти неправильного вызова,— селекторы после такого импульса опять устанавливаются в исходное положение.



Фиг. 140. Система Микс и Генест

Диспетчерская распорядительная станция

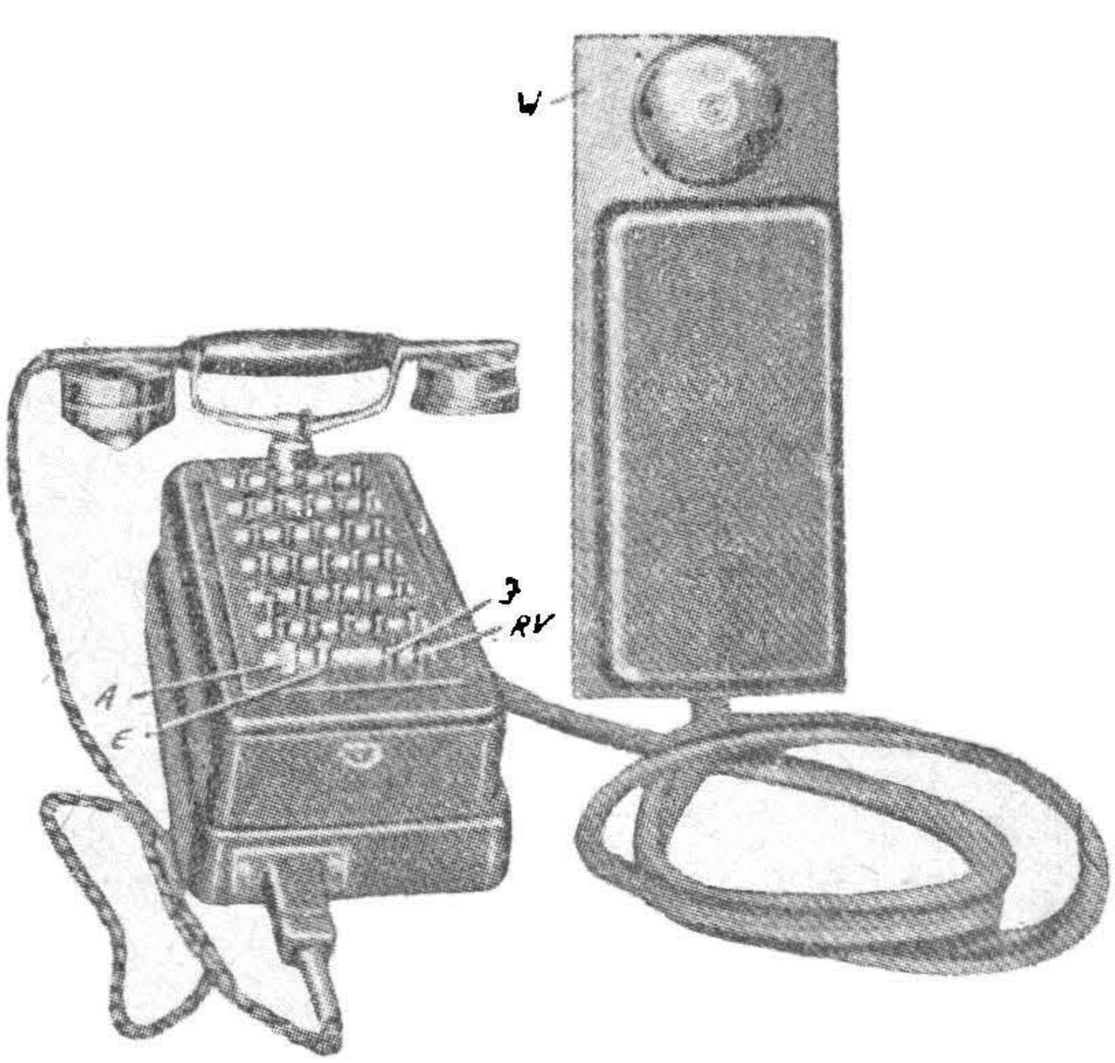
Вызывная лампа *ВЛ* служит также сигналом при коротких замыканиях на линии. Однако, при этом не всегда прекращается связь. Можно допускать изоляцию от земли каждого из линейных проводов $Л_1$ и $Л_2$ до 5000 Ω и разговор еще не будет нарушен, так как шум не достигнет мешающей громкости.

На фиг. 137, 138 и 139 изображены детали конструкций аппаратуры системы Микс и Генест (Mix & Genest). Система эта напоминает систему Сименс и Гальске. Аналогичны манипуляции с ключами, с той разницей, что диспетчер получает с линейной станции контроль вызова через индукционную катушку. На вызывном пульте имеется особая кнопка для удлинения вызова. Селектор сконструирован по прин-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

щипу звонка переменного тока; якорь приводит в шаговое движение особое зубчатое колесо, на одной оси с которым насажен контактный диск с кулачком, нажимающим на звонковый контакт, который и замыкает местную цепь звонковой батареи. Особое синхронное реле обеспечивает одновременное срабатывание селекторов на всех линейных станциях. Рассмотрим схему (фиг. 140).

Селекторный ящик линейного аппарата заключает в себе селектор, состоящий из электромагнита *Э* и двух дисков *С* и *КД*, насаженных на общую ось и вращающихся в направлении, показанном стрелкой. Диск *С*, приводимый в движение электромагнитом *Э*, имеет вырез, в который входят три контактных пружины, нормальное положение которых показано на чертеже. Второй диск *КД* имеет на своей окружности контактный кулачок *К*, который в определенном положении этого диска касается пружины *П*. Кроме того, имеется особое «синхронное» реле *СР* с якорями *1-2*.



Фиг. 141. Кнопочный аппарат: *A*—групповая кнопка, *E*—пусковая кнопка, *t*—кнопка ошибок, *RV*—замедлительная кнопка, *W*—настенный звонок для вызова диспетчера с линии

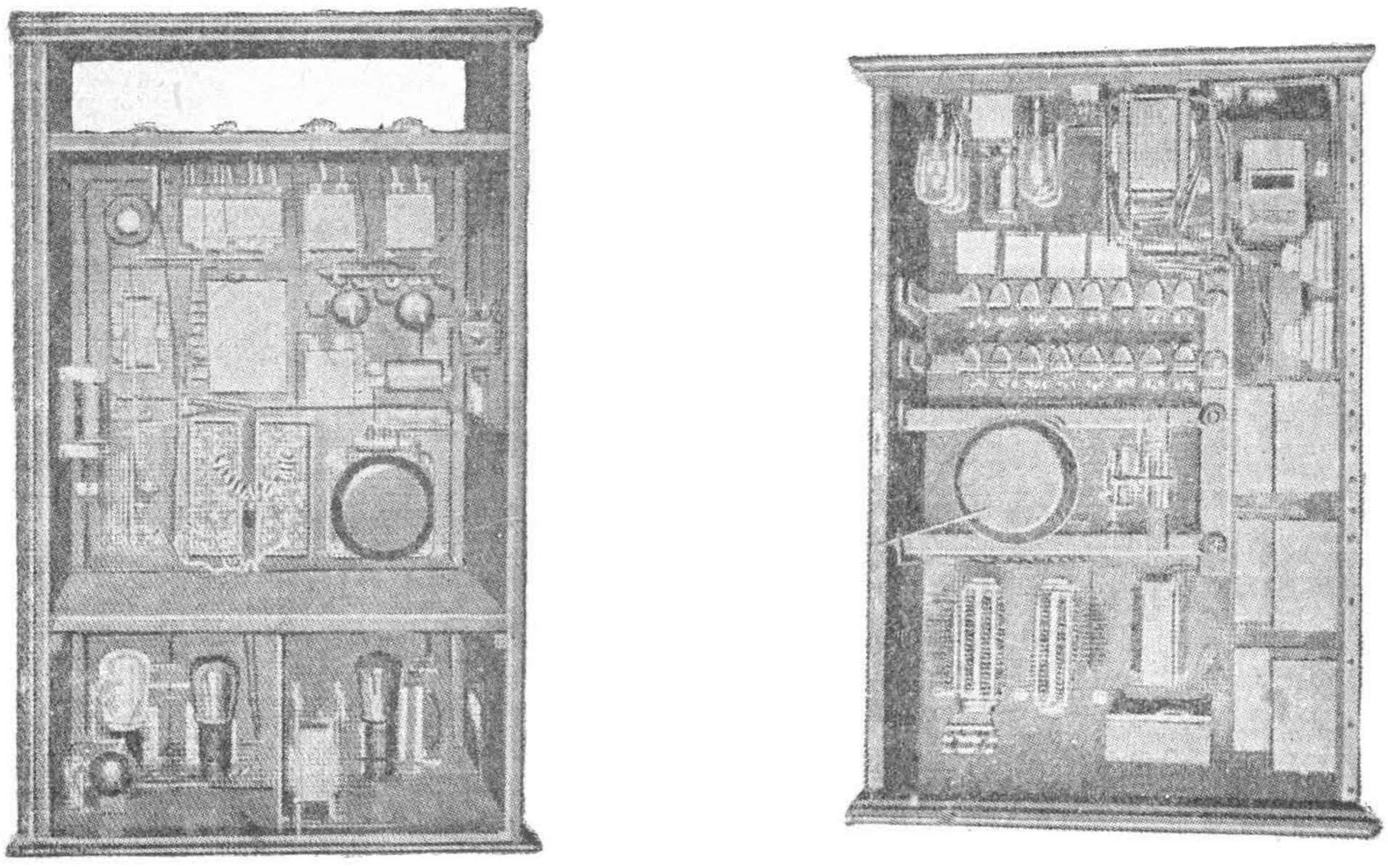
Центральный диспетчерский вызывной шкаф заключает в себе искатель *И* с сегментным кольцом *СК* и щеткой *Щ*, линейное реле *ЛР* и пробное реле *ПР*.

В усилительном шкафу находятся: микрофонный усилитель *УМ*, усилитель для громкоговорителя *УТ*, фильтр *Ф*, уравнительное сопротивление *ДС*, трансформатор *ТР*. Для вызова линейной станции диспетчер нажимает требуемую кнопку $К_1$—$К_2$ и замыкает тем самым цепь линейного реле *ЛР*: (+) *Б*—кнопка—обмотка *ЛР*—контакт *ПР*—(—) *Б*. Линейное реле срабатывает и включает в провода источник переменного тока, посылая тем самым в линию вызывной импульс, от которого срабатывает селектор *С* на линейной станции. Контактная щетка *Щ*, находящаяся на одной оси с диском избирателя *Д*, приходит в движение и проходит по отдельным сегментам контактного кольца. Достигнув сегмента, соединенного с контактом нажатой кнопки, она заставляет сработать пробное реле *ПР*. Цепь тока следующая: (+) *Б*—кнопка—*Щ*—реле *ПР*—(—) *Б*.

Цепь линейного реле *ЛР* разрывается, линейный вызывной импульс прекращается, искатель *И* и селектор *С* останавливаются. Такое положение соответствует нажатию вызывного кулачка *К* на пружину *П* на вызываемой линейной станции; замыкается звонковая цепь: (+) *БЗ*—диск *КД*—кулачок *К*—пружина *П*—якорь *1*—звонок постоянного тока *ЗВ*—первичная обмотка *ИК*—(—) *БЗ*.

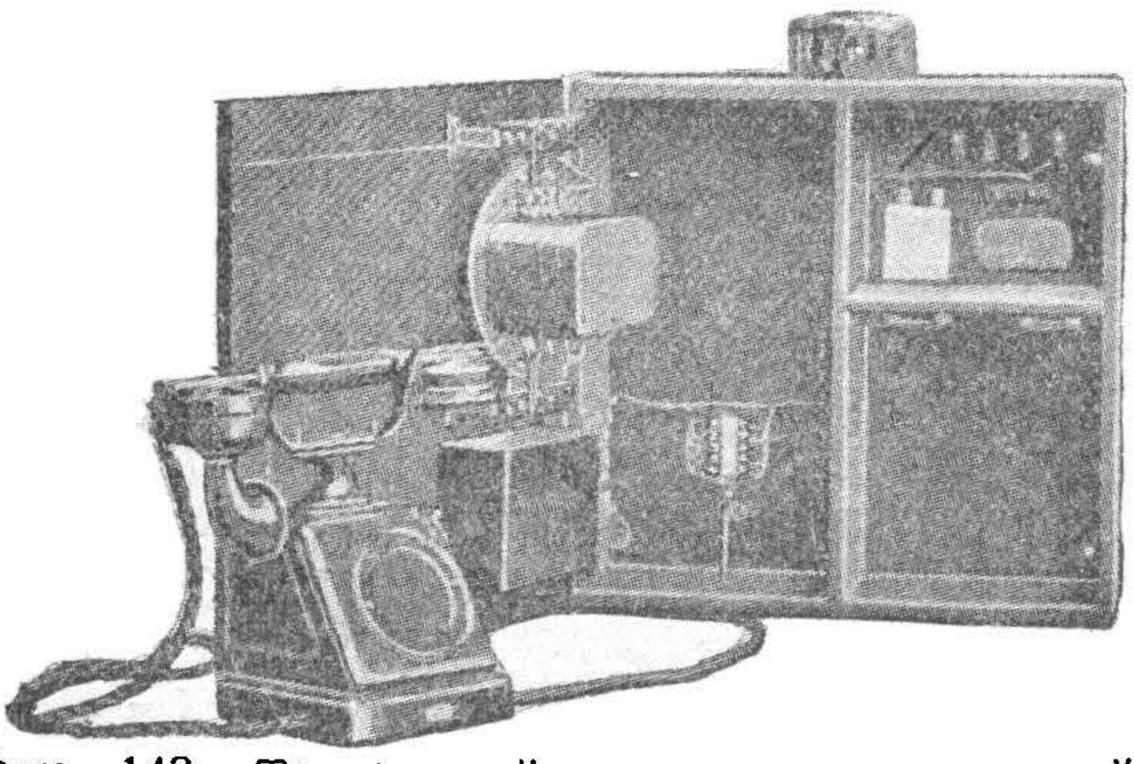
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Звонок звонит, посылая диспетчеру контроль вызова через вторичную обмотку *ИК*. Действие звонка продолжается около 2 сек., после чего цепь реле в центральном диспетчерском шкафу вновь включает линейное реле и посылает импульсы переменного тока на линейные



Фиг. 142. Шкаф с вызывными приборами и усилительный шкаф

станции, заставляя искатель продолжать свое движение до тех пор, пока не займет исходного нормального положения, в котором снова выключается линейное реле и прекращается посылка импульсов вызывного тока.



Фиг. 143. Телефонный аппарат и селекторный ящик на линейной станции

При своем движении диск *КД* может занять контактное положение на той станции, которую диспетчер не вызывает. Чтобы не произошло замыкания на один миг звонковой цепи и не получился ложный удар в звонковую чашу, реле *СР* размыкает звонковую цепь якорем *1*. Якорь *1* отпадает при прекращении вызывных импульсов и обеспечивает замыкание звонковой цепи.

В разговорной схеме диспетчерской станции микрофон и громкоговоритель связаны с линейными проводами по системе мостика, но здесь

НБ УДУНТ (ДІІТ)

в мостике—не микрофон, как это имело место в системе Сименса и Гальске, а громкоговорящая схема. Такое включение уничтожает взаимодействие между микрофоном и громкоговорителем. Трансформатор *ТР* имеет кольцевую форму. Поступающий разговорный ток проходит через фильтр *Ф*, предупреждающий прохождение в громкоговоритель вызывных импульсов.

Детали аппаратуры показаны на фиг. 141, 142 и 143.

§ 26. Рабочее место диспетчера

Серьезные обязанности, возлагаемые на диспетчера, напряженность работы и подчас нервный ее характер заставляют уделить особое внимание обстановке, в которой работает диспетчер. Ему необходимо создать спокойные условия работы и удобную гигиеническую обстановку его рабочего места, на котором диспетчеры работают непрерывно круглые сутки. «Диспетчеров надо всячески поддерживать, ценить, надо им облегчить работу...» (из речи Л. М. Кагановича 27/VII 1935 г.).

У диспетчеров должна быть отдельная светлая, хорошо отапливаемая комната достаточных размеров и изолированная от внешнего шума. Научно-исследовательский институт труда разработал нормы, которые сводятся к следующему: площадь этой комнаты должна быть не менее 10 $м^2$, при высоте не менее 3 *м*. Окраска стен масляной краской не допускается, они окрашиваются клеевой краской. Цвет окраски: серый, зеленый, желтый, голубой. Внутренний шум заглушается покрытием стен пористой тканью, свободно повешенной на кольцах с образованием свободно падающих складок. Этим достигается заглушение внутреннего шума в комнате диспетчера. Во избежание скопления пыли на ткани меру эту надо применять в тех случаях, когда помещение обеспечено пылесосом, а также необходимыми противопожарными мерами, в виду легкой возгораемости ткани. Для уменьшения нервного раздражения от внутреннего шума необходимо также регулировать громкость приемного репродуктора и держать микрофонную установку в таком состоянии, чтобы собственная речь диспетчера протекала без голосовых усилий при спокойной нормальной разговорной громкости. Для уменьшения стука, производимого якорями реле при посылке вызова, рекомендуется диспетчерский шкаф привинчивать на резиновых подкладках или же монтировать приборы на стативах в комнате механика.

Центральное или печное отопление должно поддерживать температуру воздуха комнаты 17—18° С при относительной влажности 30—60%.

На освещение обращается особое внимание: световой коэфициент должен быть 1 6 при коэфициенте дневного света не менее 1,25% по Веберу.

Искусственное освещение допускается общее и смешанное при условии освещенности рабочего места не менее 75 люксов с отражателями типа Люцетта и Софит. Вентиляция рассчитывается на двухкратный обмен воздуха и непременно должна дополняться откидной фрамугой.

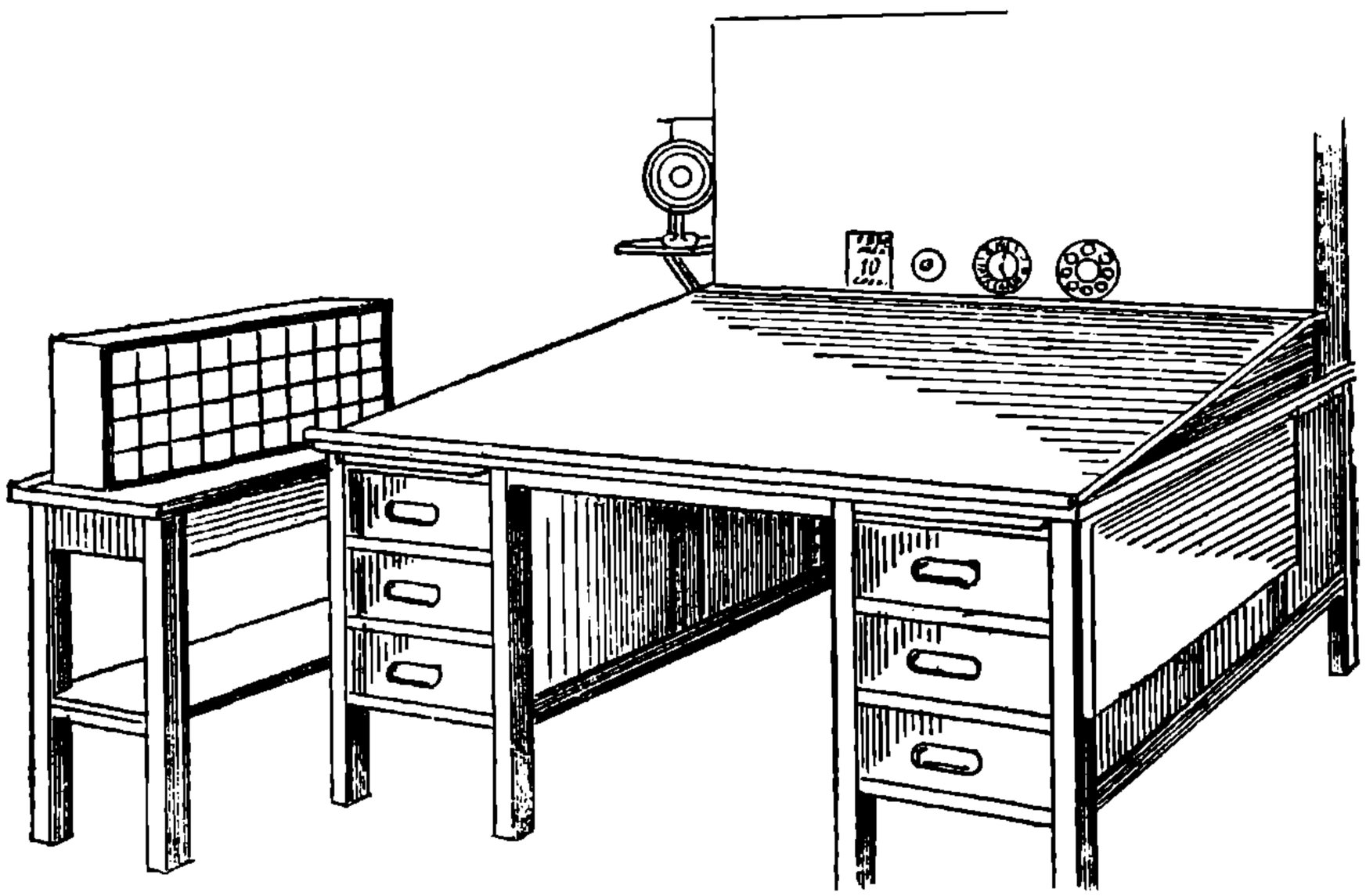
В отношении мебели разработаны нормальные типы стола, кресла и столика для вызывных ключей. Размеры и форма мебели выбраны с таким расчетом, чтобы на столе удобно умещались необходимые приборы

НБ УДУНТ (ДІІТ)

и принадлежности и чтобы все движения диспетчера при пользовании ими совершались свободно. Размеры верхней доски должны соответствовать величине бланка для нанесения графика движения поездов.

Вся мебель диспетчерской комнаты состоит из стола, столика со шкафом для вызывных ключей, кресла с регулируемой высотой сидения, шкафика со схематическими планами станций и тумбочки для графина с водой.

Стол устанавливается на расстоянии полуметра от окна так, чтобы свет падал на него с левой стороны. Ключевой шкафик не должен загораживать падающего света. В левом углу позади диспетчера устанав-



Фиг. 144. Нормальный стол поездного диспетчера

ливается тумбочка. Диспетчерские комнаты отделяются от общего коридора особым проходом, в котором помещаются: умывальник и шкаф для хранения верхнего платья.

Диспетчерский нормальный стол и кресло изображены на фиг. 144 и 145.

Стол имеет шесть выдвижных ящиков: один для хранения журналов и остальные с замками для индивидуального пользования сменных диспетчеров.

Наклонная, поднимаемая на петлях крышка служит для размещения графика, запасные бланки которого хранятся в помещении под этой крышкой.

Задняя часть стола представляет собою шкаф с дверцами для монтажа принадлежностей и аппаратуры: часов, микрофона, регулятора усиления и календаря. Откидная доска с правой стороны служит для поддерживания шкафика с планами станций. Все кромки и острые углы скруглены.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Окраска мебели светложелтая. Размер горизонтальной крышки 1500 × 985 × 25 *мм*. Размер опор с ящиками 955 × 730 × 410 *мм*. Высота сидения кресла изменяется в пределах от 400 до 540 *мм*. Стол имеет достаточно высокие ножки для возможности удаления из-под стола скопляющейся там пыли.

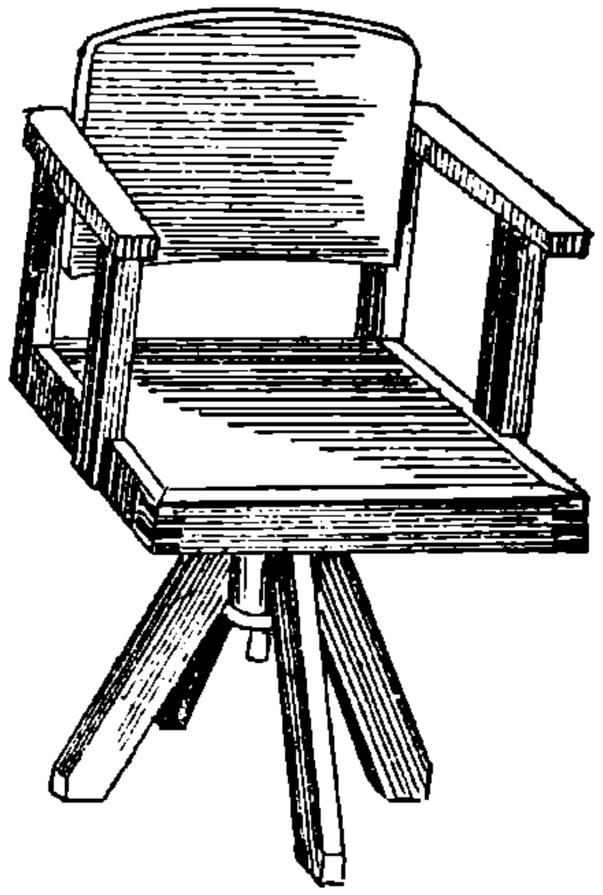
Приборы вызывной схемы смонтированы в настенном шкафике, укрепляемом обычно в диспетчерской комнате. В новейших устройствах они выносятся в комнату механика на специальные стативы.

Нормально репродуктор постоянно включен в линейные провода, а потому вызов диспетчера со стороны линейных станций совершается голосом при условии свободности линии от раз-

говора, в чем линейный агент должен предварительно убедиться, приложив к уху слуховую трубку.

Репродуктор устанавливается на полочке, помещенной в левой части стола. Микрофон укрепляется на раздвижной подставке, вращающейся вокруг вертикальной оси, и может быть удобно расположен около диспетчера при любом его положении у рабочего стола (фиг. 123). На случай порчи репродуктора или микрофона у диспетчера в ящике имеются запасная наушная и нагрудная арматуры (фиг. 122), включаемые в штепсельное гнездо на столе.

Под столом помещается ножная педаль (фиг. 118).



Фиг. 145. Кресло диспетчера

У диспетчера под рукой должны находиться также необходимые ему справочные пособия, как-то: график заданного движения поездов, укрепляемый на передней стороне выступающего поверх доски позади стола шкафа, книга распоряжений, книга приказов, справочные пособия, таблицы времени поперегонного хода поездов и др., упомянутые выше планы станций.

Рабочему месту диспетчера отводится за границей также много внимания. В Германии диспетчерская комната отделана по образцу радиостудий— с ковром на полу из моющегося кокосового волоса. В большинстве стран в диспетчерском бюро занимаются по нескольку человек. В этом случае дежурные-диспетчеры, чтобы не мешать один другому, вынуждены иметь постоянно на голове наушные слуховые трубки и нагрудную микрофонную арматуру (Франция, Бельгия, Англия и др.). Эта арматура раздражает диспетчера и потому в Германии диспетчеру отведено отдельное помещение и прием совершается на громкоговоритель, а передача—посредством подвешенного чувствительного сложного микрофона, состоящего из трех параллельно включенных капсюлей. В Америке для того чтобы приемный разговор не мешал другому диспетчеру применяется громкоговоритель малого типа с направленным действием, приспособленный к специально сконструированному диспетчерскому столу для двух диспетчеров (фиг. 146).

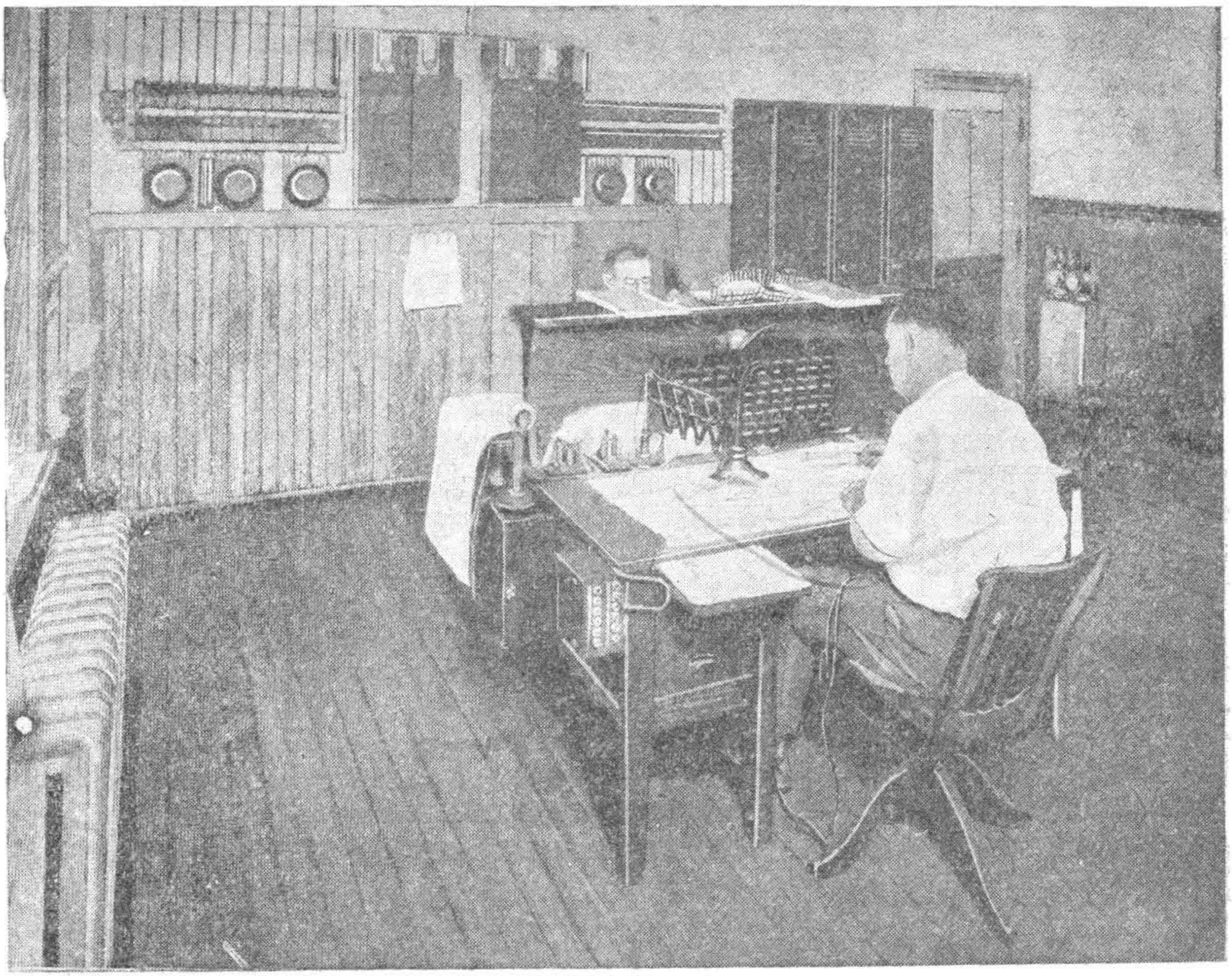
Почти во всех странах разработан свой тип диспетчерского стола. На фиг. 147—150 приведены примеры планов помещений и типы столов.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Фиг. 151—153 показывают некоторые из способов рациональной установки микрофона и телефона.

Вызывные ключи заводного типа начинают заменяться ключами нажимного кнопочного типа (Америка, Германия).

Для удобства пользования графику заданного движения придают различную форму:



Фиг. 146. Диспетчерское бюро на американской железной дороге

а) делают его миниатюрным, помещая на небольшом пюпитре, укрепляемом на столе (Франция);

б) вычерчивают в большом масштабе и развешивают на стене (Англия);

в) надевают на цилиндрический барабан для компактности и выигрыша места (Канада, Германия);

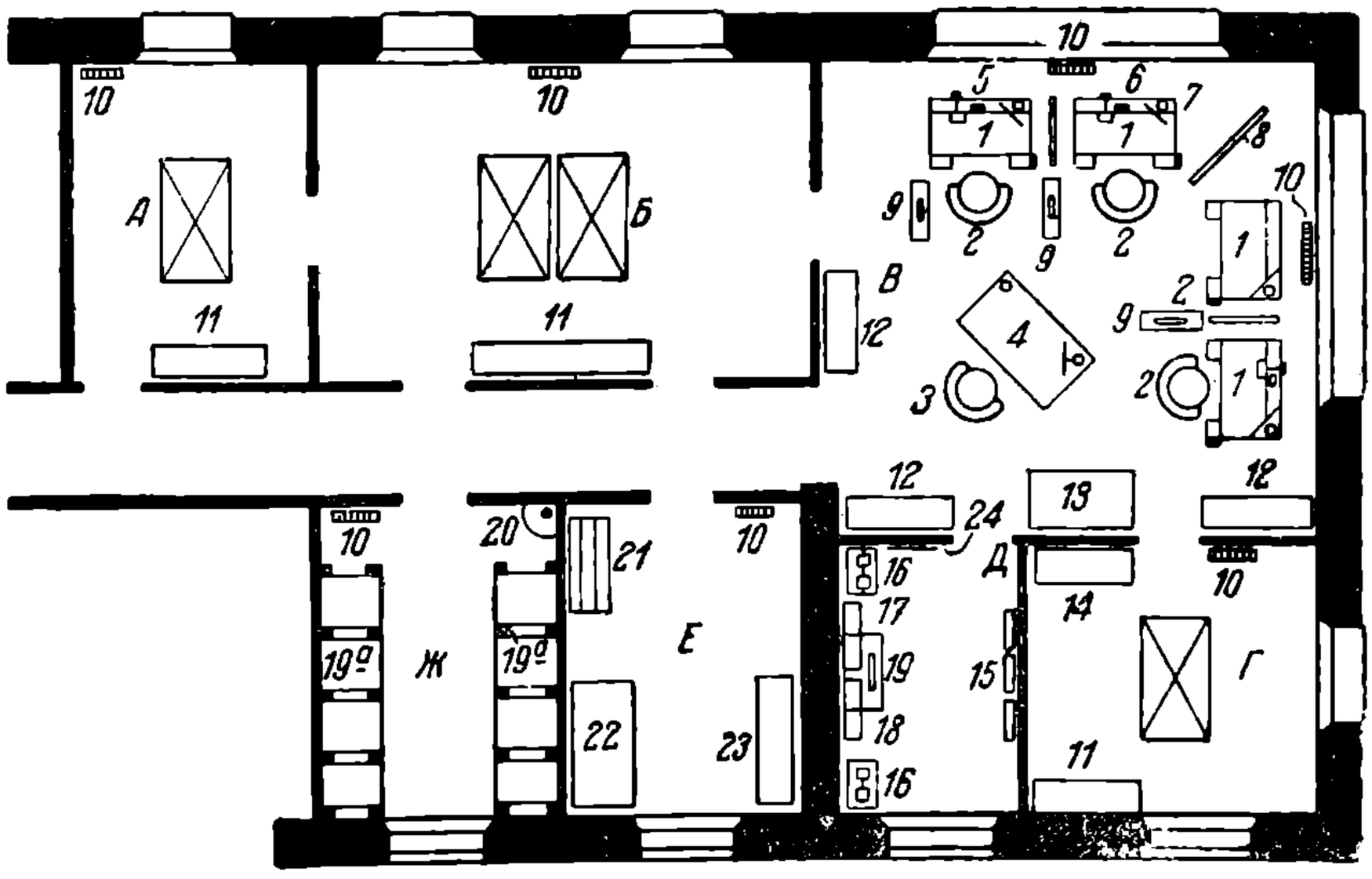
г) надевают на призматический барабан, чем устраняют неудобство постоянного вращения цилиндрического барабана, вследствие плоской поверхности, не искажающей вида линий.

Для освещения рабочего места применяются лампы с отражающими рефлекторами (фиг. 154). Сетка графика отпечатана на бумаге особого желтоватого оттенка с шероховатой поверхностью. След карандаша, оставляемый на такой поверхности, проводится легче и отпечаток бывает яснее, чем на белой бумаге (США).

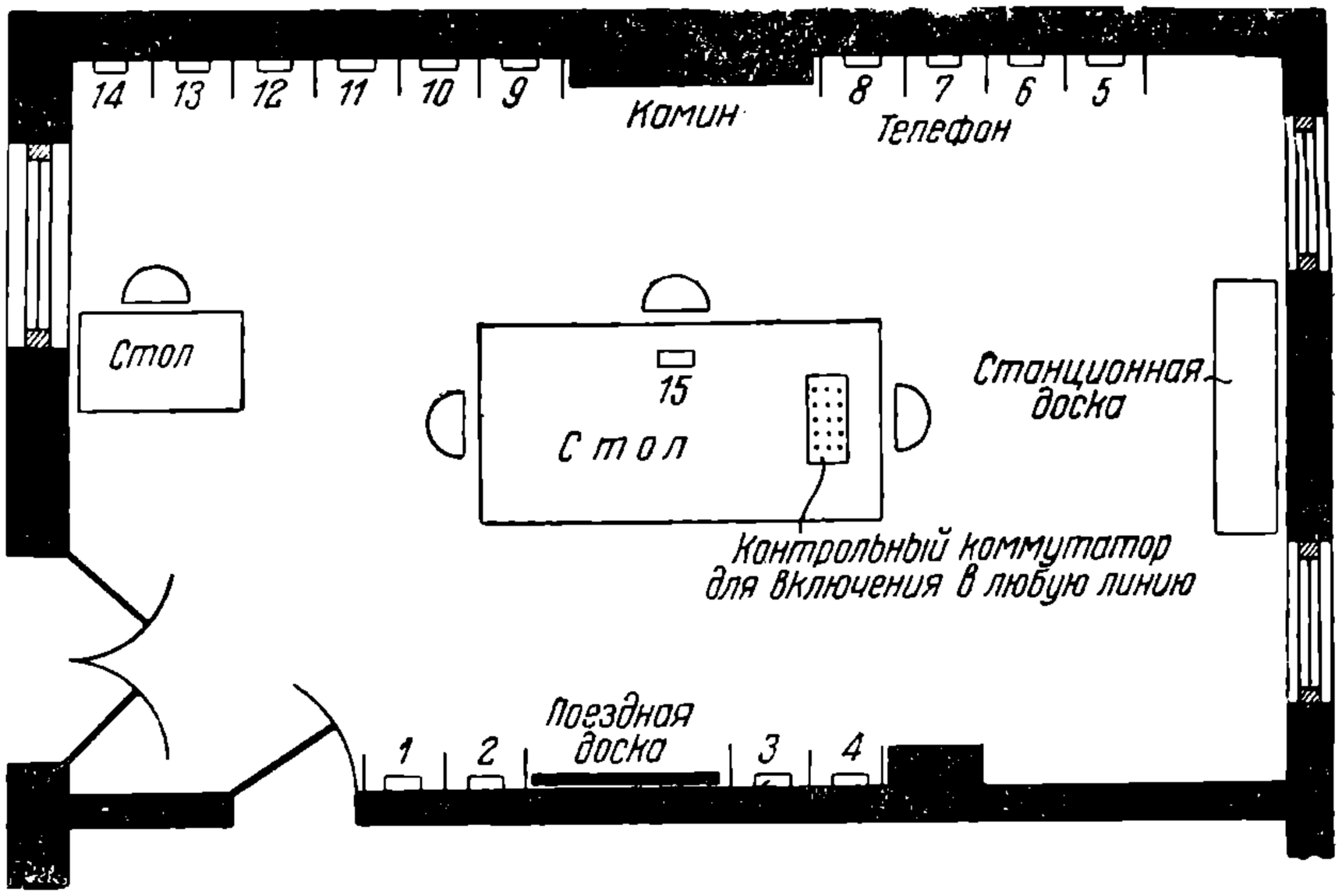
Размещение принадлежностей на диспетчерском столе рационализировано (фиг. 155).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При неизбирательной связи (Англия), когда в диспетчерском бюро устанавливается 14—18 телефонных индукторных аппаратов, каждый с вызывным звонком, приходится ограждать аппараты один от другого



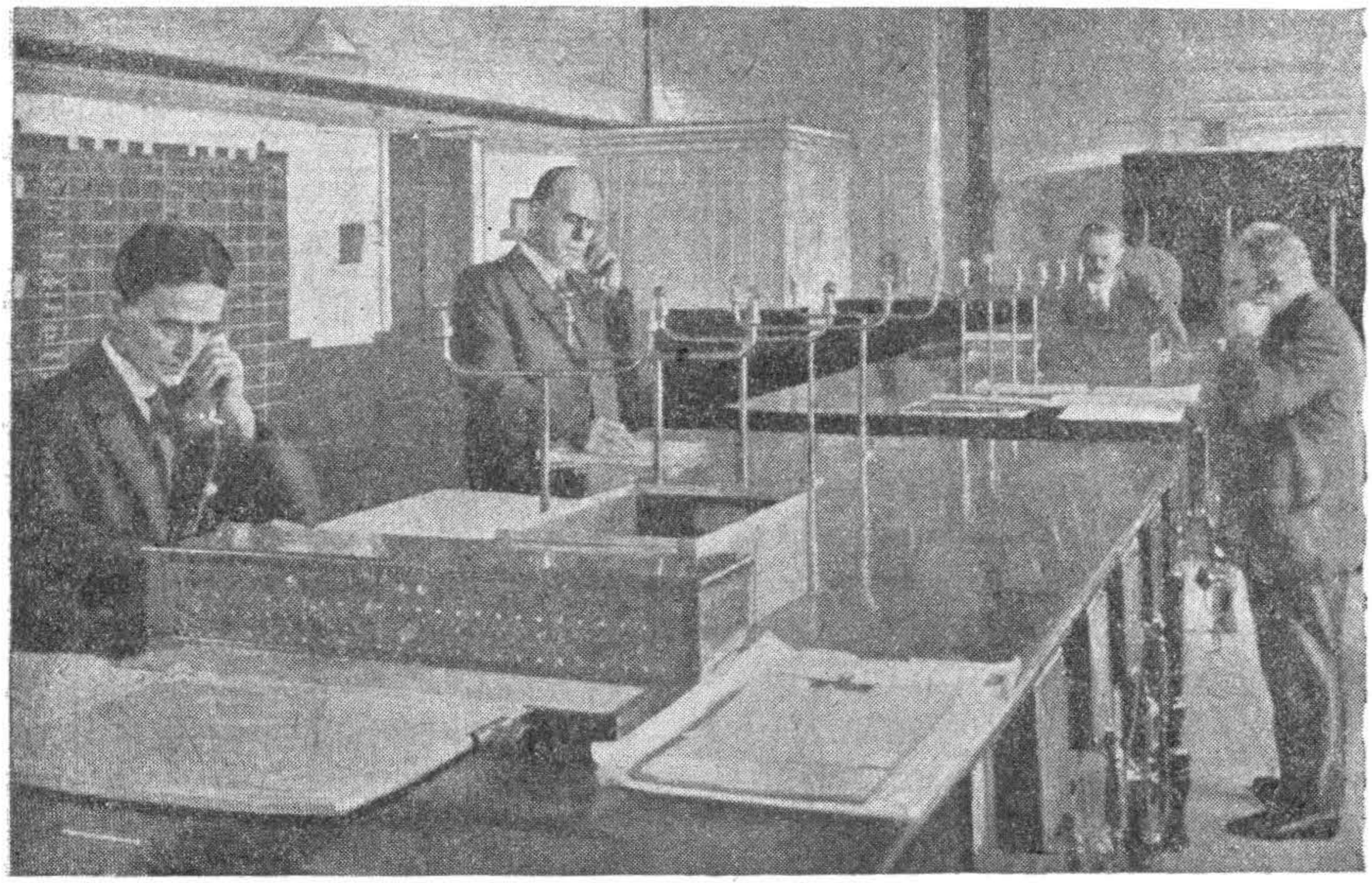
Фиг. 147. Диспетчерское бюро в Шарлевиле (Франция): *А—ДН*; *Б*—его контора; *В*—диспетчеры; *Г*—инспекторы; *Д*—комната механика; *Е*—светокопировальная; *Ж* - аккумуляторная



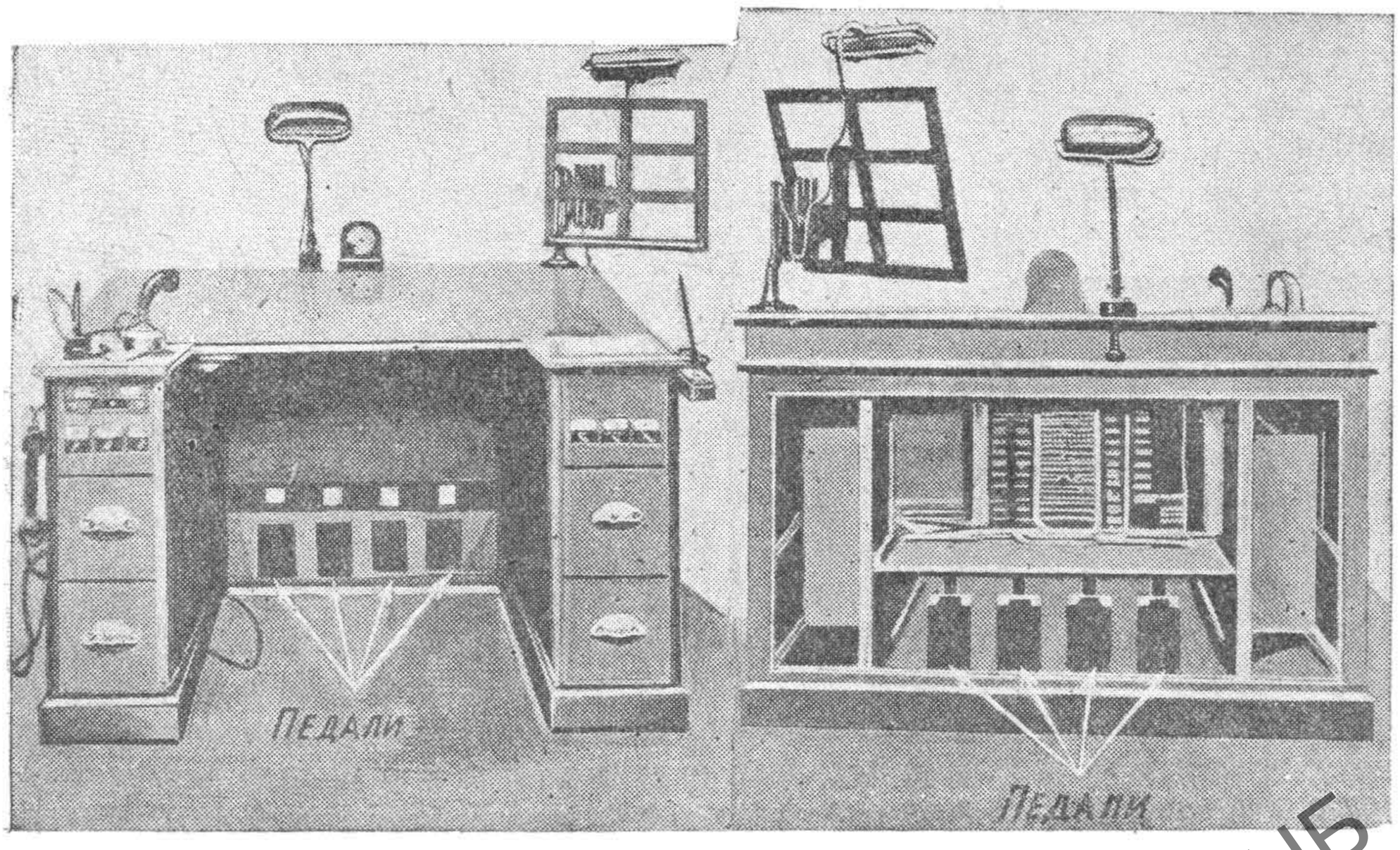
Фиг. 148. Участковое бюро в Рэгби (Англия): *1—15*—телефонные аппараты

открытыми кабинками, устроенными вдоль стен диспетчерской комнаты, или же развешивать телефонные аппараты под верхней доской общего огромного стола и дополнять звонки световыми ламповыми сигналами,

НБ УДУНТ (ДІІТ)



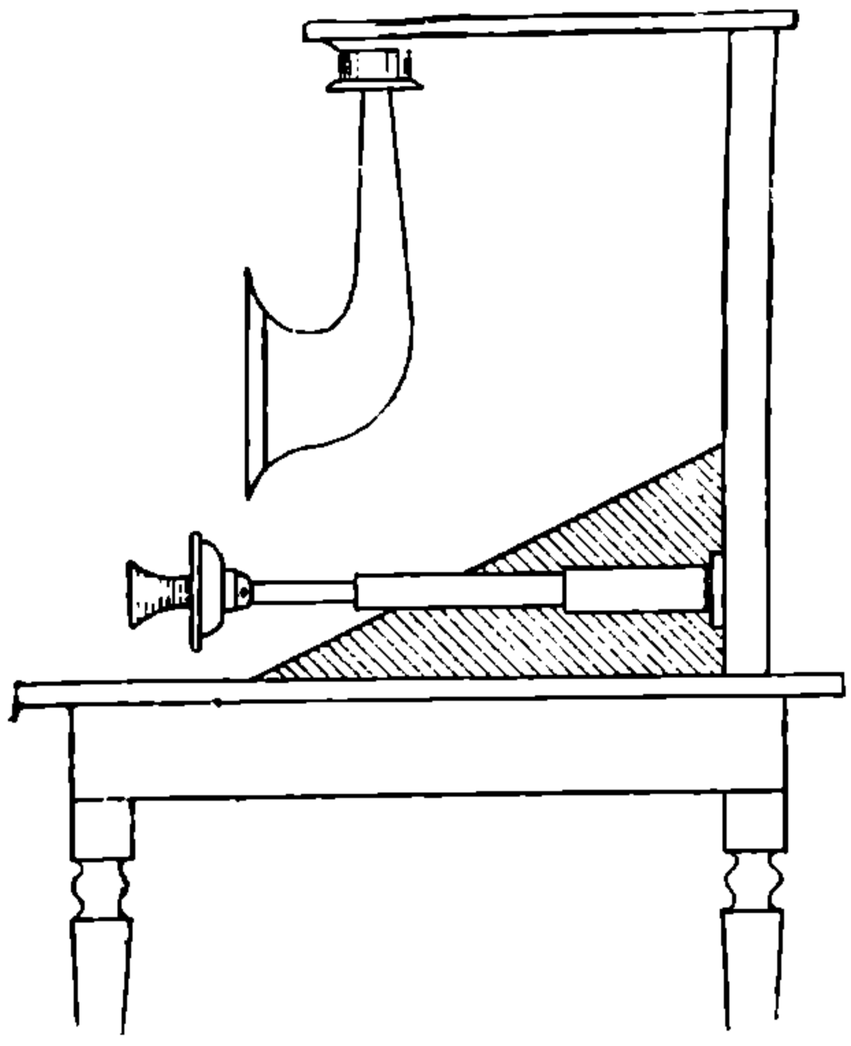
Фиг. 149. Участковое бюро в Виллесден (Англия)



Фиг. 150. Диспетчерский стол на французской железной дороге

НБ УДУНТ (ДІІТ)

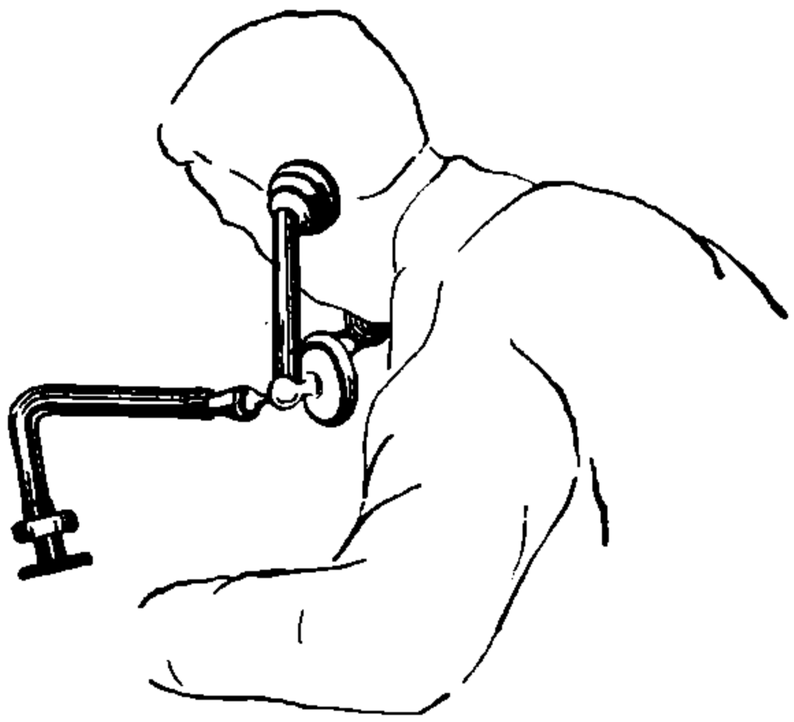
горящими до тех пор, пока не будет снята слуховая трубка с рычажного переключателя (фиг. 156). Для легкой возможности старшему диспетчеру вести контроль все линии заводятся в особый коммутатор.



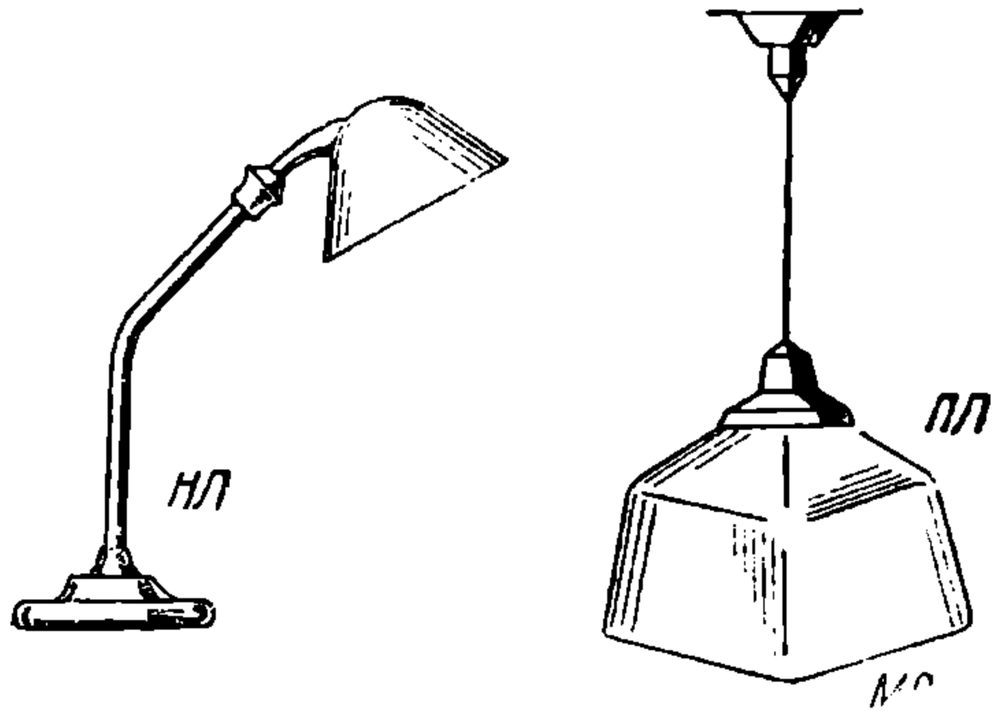
Фиг. 151. Диспетчерский стол на железной дороге Норфольк в США



Фиг. 152. Переговорная аппаратура на американской железной дороге



Фиг. 153. Переговорная аппаратура на американской железной дороге

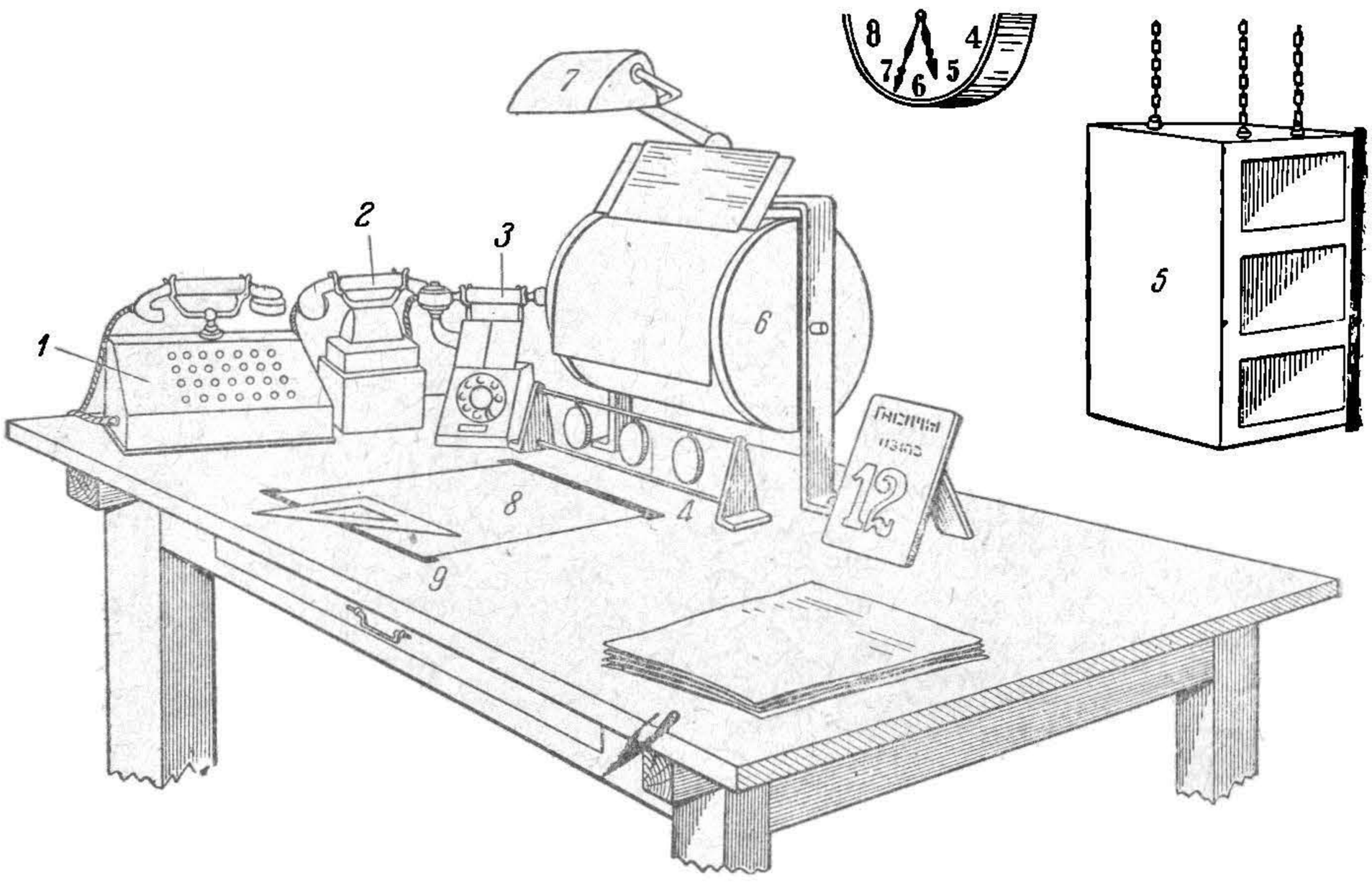


Фиг. 154. Лампы в диспетчерских помещениях: *ПЛ*—потолочная лампа, *НЛ*—настольная лампа, *МС*—молочное стекло

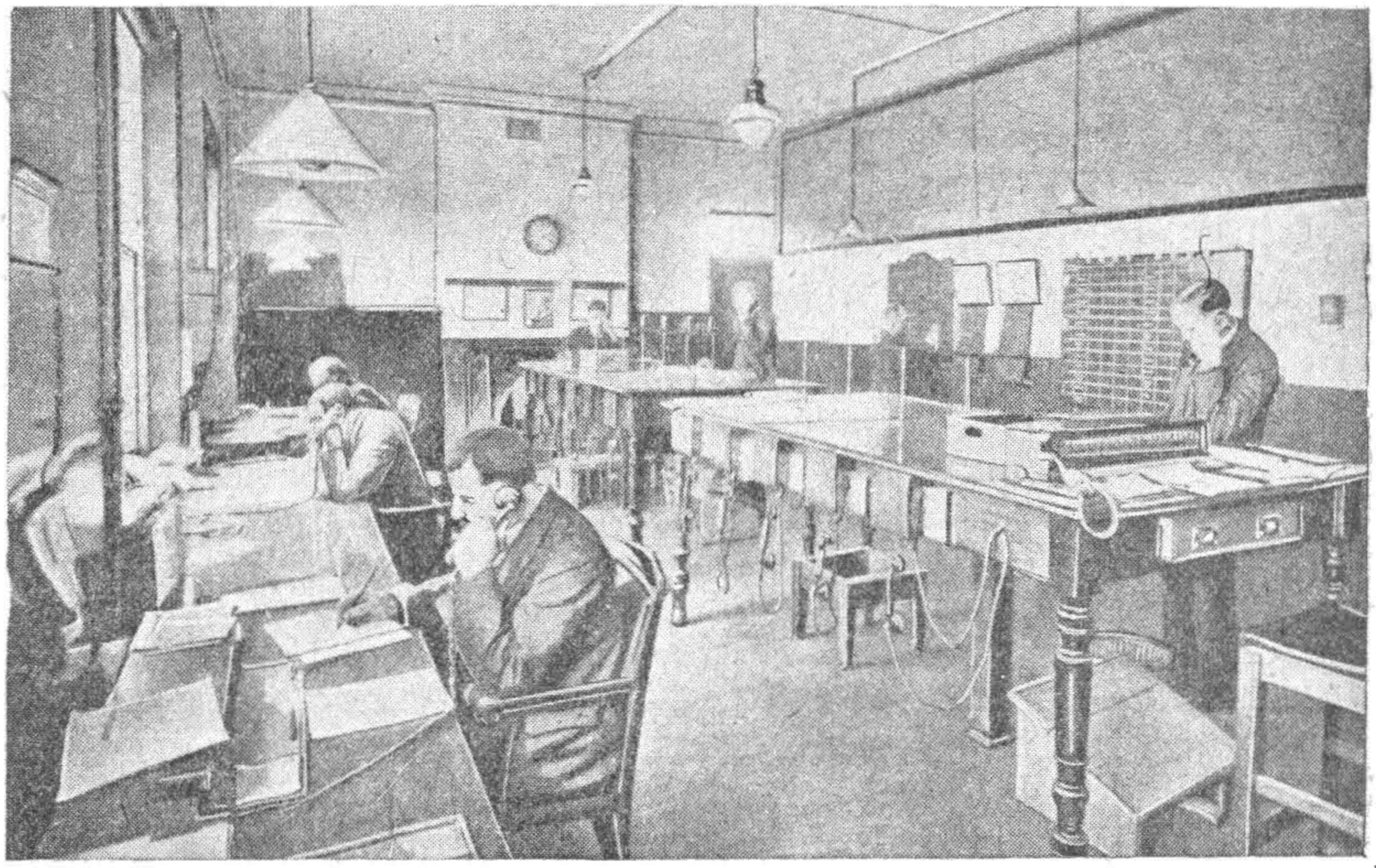
Во многих случаях хозяйство связи размещается по соседству с диспетчерскими дежурными помещениями (Франция), как показано на фиг. 147.

Для возможности сдваивания диспетчерских участков на часы затишья в движении поездов и поручения обслуживания двух участков одному диспетчеру во Франции практикуется переключение линий и сдваивание вызываемых ключевых шкафов (фиг. 157).

НБ УДУНТ (ДІІТ)



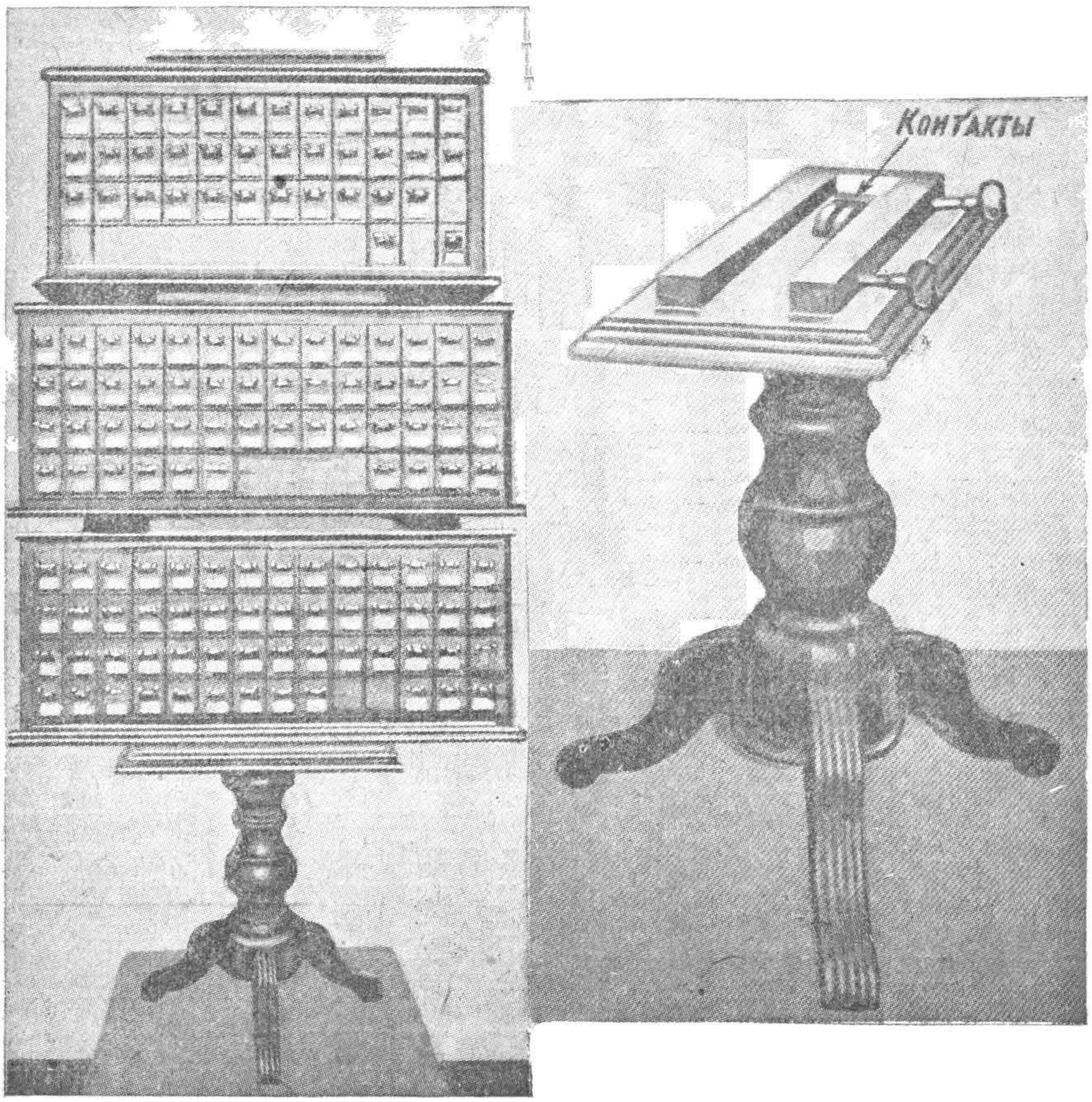
Фиг. 155. Германский диспетчерский стол: *1*—пульт с вызывными ключами, *2*—телефон местной сети, *3*—телефон АТС, *4*—многократный микрофон, *5*—репродуктор, *6*—барабан с графиком, *7*—лампа, *8*—график исполненного движения, *9*—щель для укрепления бланка графика



Фиг. 156. Диспетчерское бюро в Виллесдене (Англия)

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Во Франции (Шарлевиль) при диспетчерском бюро имеется светокопировальная комната для немедленного размножения отработанных графиков движения и рассылки их агентам эксплуатации и тяги для



Фиг. 157. Сдваивание ключевых шкафов

анализа. Для удобства копирования сетка графика исполненного движения отпечатана на специальной прочной прозрачной бумаге, на которой линии графика проводятся особыми цветными чернилами.

§ 27. Внутистанционная связь для регулирования движения поездов

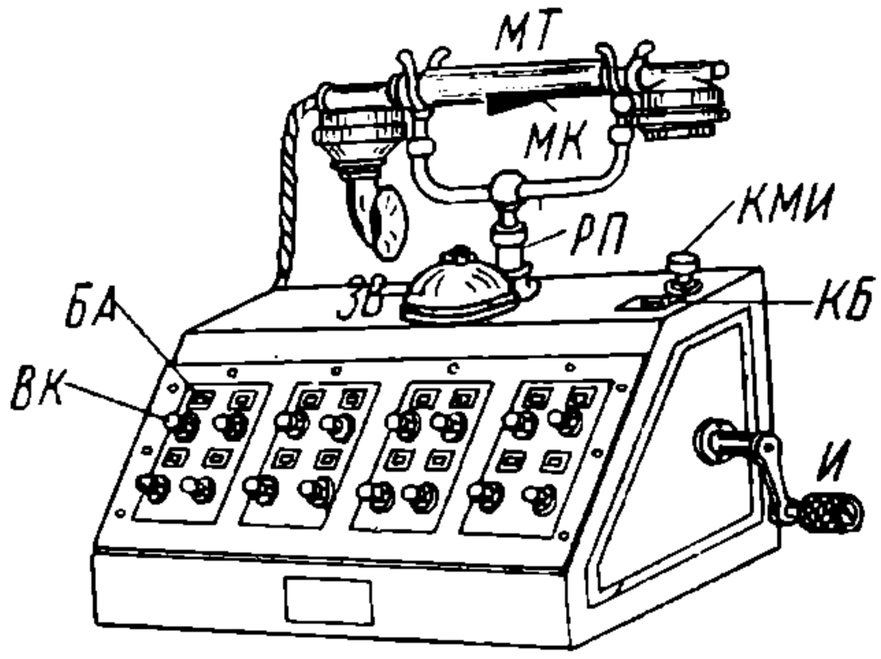
Стрелочная связь. Действия дежурного по станции являются распорядительной работой оперативного характера, непосредственно связанных с правильностью и безопасностью движения. Связь его с подчиненными ему стрелочными постами должна осуществляться немед-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

л е н н о; например при задании установки маршрута для проследования сквозного поезда недопустима потеря времени на ожидание соединения при посредстве телефонистки ЦТС и недопустимы случаи занятости абонента другими переговорами по телефону. В виду специального характера связи она подобно диспетчерской связи должна быть н е з а в и с и м о й от других видов служебной связи и подчиненной н е п о с р е д с т в е н н о дежурному по станции. В обслуживании она должна быть п р о с т о й по своим манипуляциям и у с т о й ч и в о й в работе. Она должна допускать г р у п п о в о й или ц и р к у л я р н ы й вызов, так как распоряжения дежурного по станции могут касаться нескольких постов. Во время разговора он должен быть осведомлен о поступающих вызовах и о ж и д а ю щ и х о ч е р е д и абонентах. Абонент должен знать: з а н я т а или с в о б о д н а линия. В экстренных случаях он должен иметь возможность перебить ведущийся разговор. У дежурного должен быть к о н т р о л ь в ы з о в а. Абоненты между собою могут быть соединены только дежурным по станции и могут вести разговор только с его разрешения.

Всем этим требованиям полностью не удовлетворяет даже селекторная диспетчерская связь по сложности своей конструкции и относительной дороговизне устройств. Тем более не удовлетворяет применявшаяся ранее связь при посредстве номерников или стенных коммутаторов с индукторными аппаратами МБ.

В настоящее время связь эта обслуживается специально сконструированным коммутатором системы ЦБ, что избавляет от необходимости иметь на стрелочных постах батареи элементов, уход за которыми осложняется климатическими условиями. Вызов от абонента сводится к простому снятию микротелефонной трубки с рычажного переключателя.

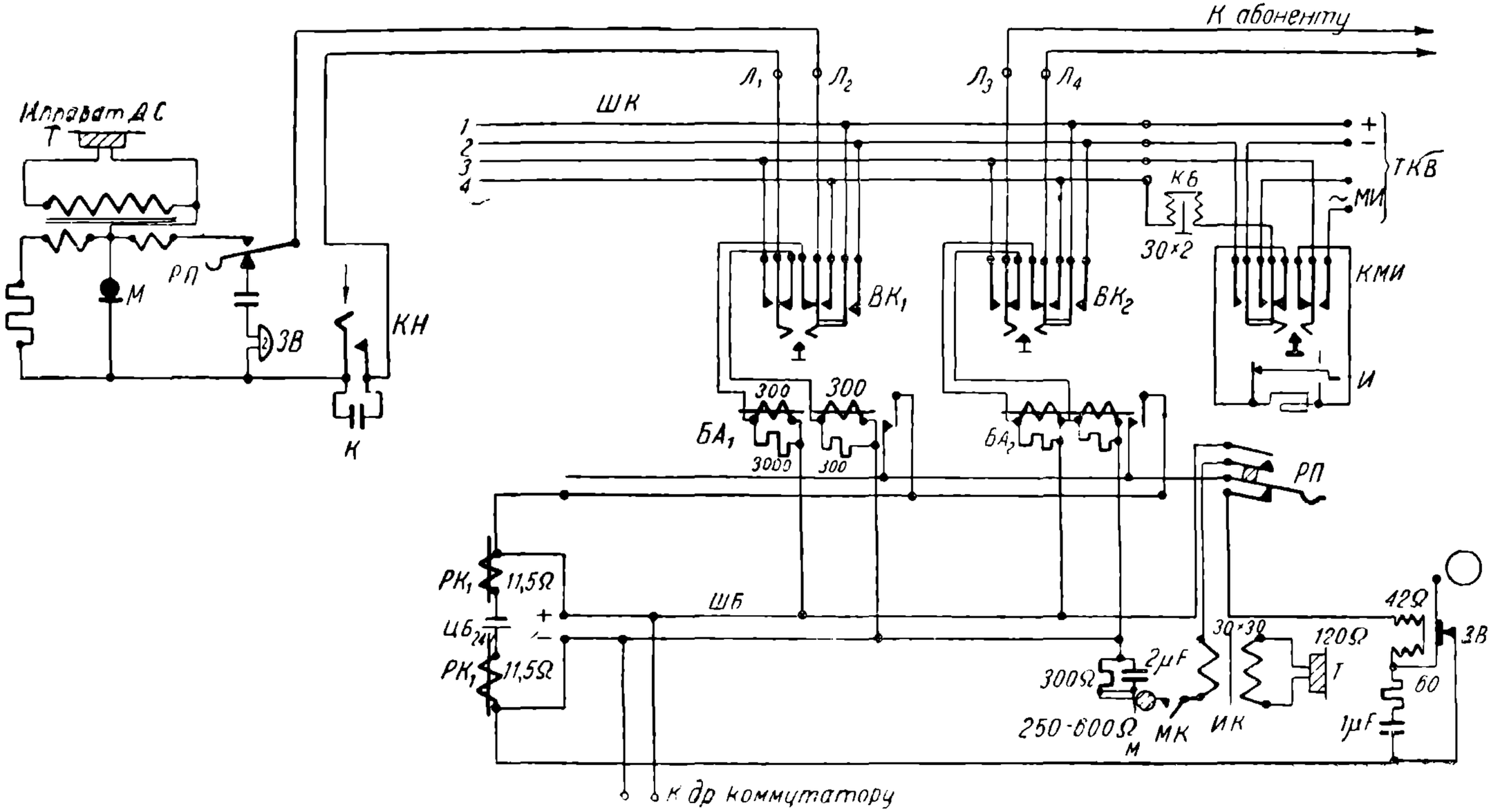


Фиг. 158. Стрелочный коммутатор, выпускаемый заводом «Транссвязь»

Дежурному по станции, кроме стрелочных постов, надо предоставить связь также с пакгаузом, весовой будкой, водокачкой и квартирой начальника станции, а последнему—обеспечить легкую возможность контроля переговоров по стрелочной связи.

Завод «Транссвязь». выпускает 15-номерные коммутаторы, включаемые параллельно, если потребуется большая емкость. Вид этого коммутатора показан на фиг. 158. Вызов одного или нескольких абонентов совершается посредством нажатия одной или соответственного числа абонентских вызывных кнопок *ВК* и одновременного вращения рукоятки индуктора *И*; при этом срабатывает контрольный бленкер *КБ*, указывающий на исправное прохождение вызова. При наличии источника вызывного тока вместо индуктора при нажатии кнопки *КМИ* включается машынный индуктор или же токовращатель. Если вызывает абонент, то срабатывает его бленкер *БА* и звонит звонок постоянного тока

НБ УДУНТ (ДІІТ)

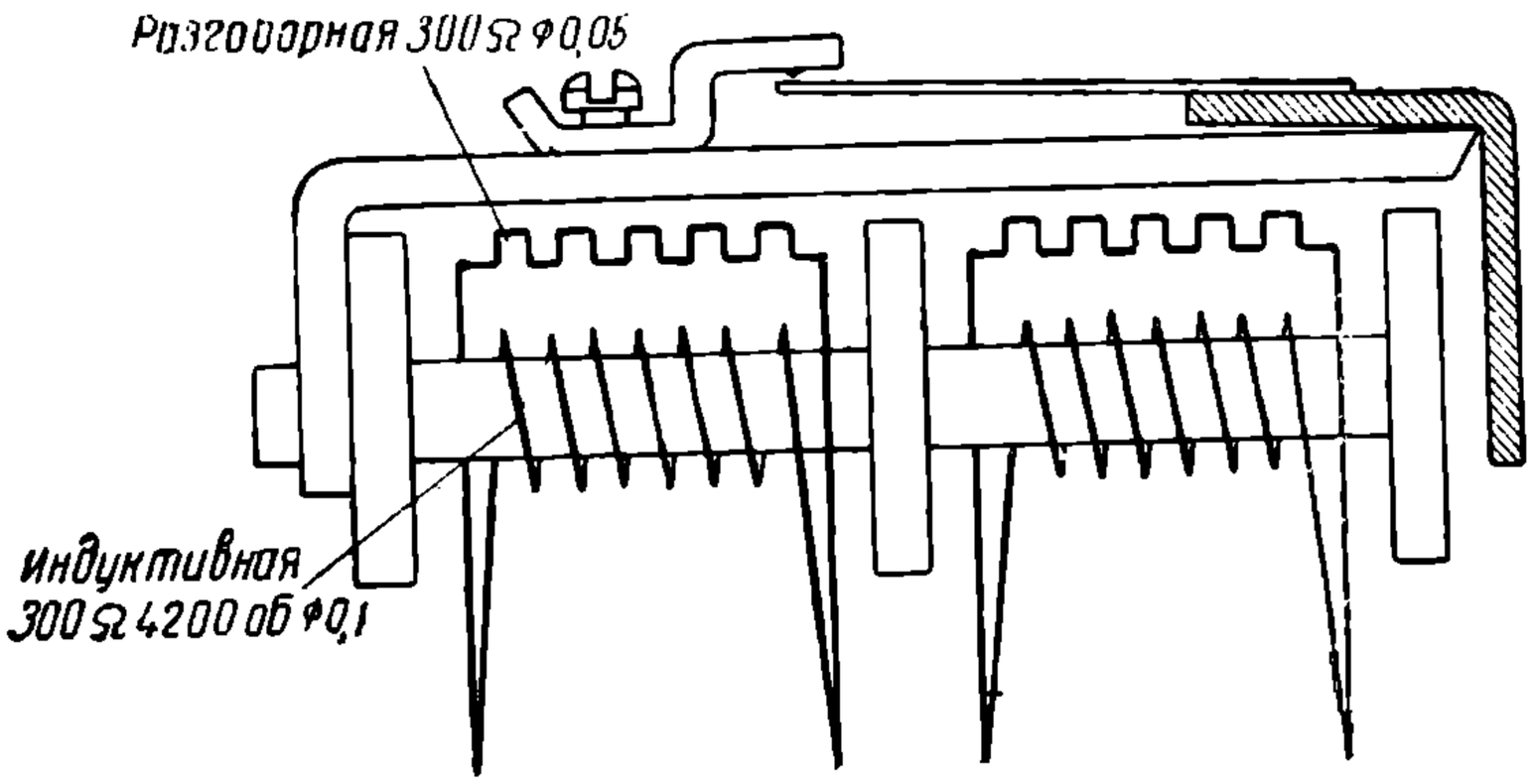


Фиг. 159. Схема стрелочного коммутатора

НБ УДУНТ (ДІІТ)

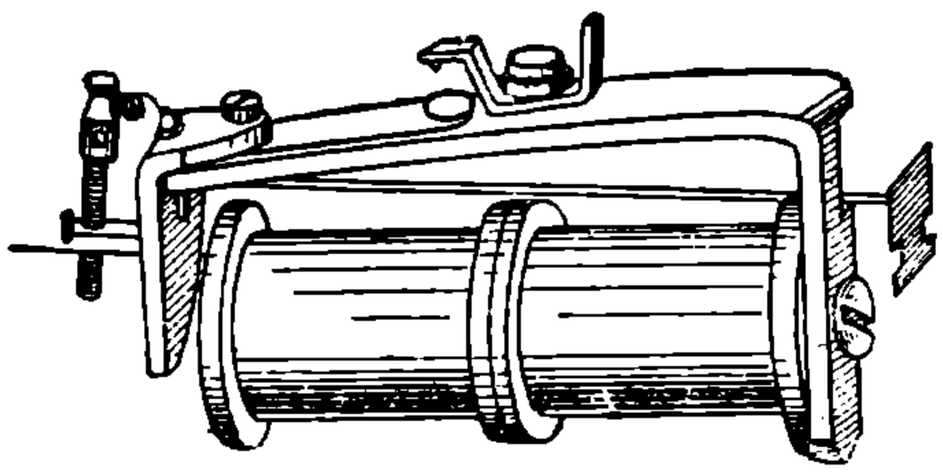
ЗВ. Снаружи стрелочных постов устанавливаются звонки-повторители с интенсивным звуком, для работающих на путях стрелочников. При снятой абонентской трубке бленкер остается открытым до тех пор, пока абонент не повесит своей трубки.

Схема описанного коммутатора (фиг. 159) требует следующего пояснения: абонентские бленкеры *БА* имеют по две обмотки (фиг. 160 и 161) с параллельно присоединенными сопротивлениями; двойной их комп-

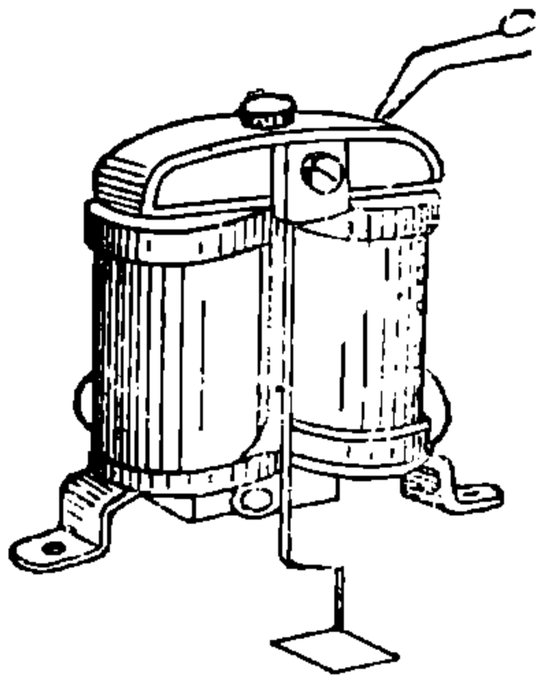


Фиг. 160. Схема конструкции вызывного бленкера

лект обеспечивает симметричность линии; обходные сопротивления свободно пропускают разговорные токи. При снятии абонентом трубки замыкается цепь *ЦБ* через реактивные катушки $РК_1$—$РК_1$, бленкер-



Фиг. 161. Абонентский бленкер



Фиг. 162. Контрольный бленкер

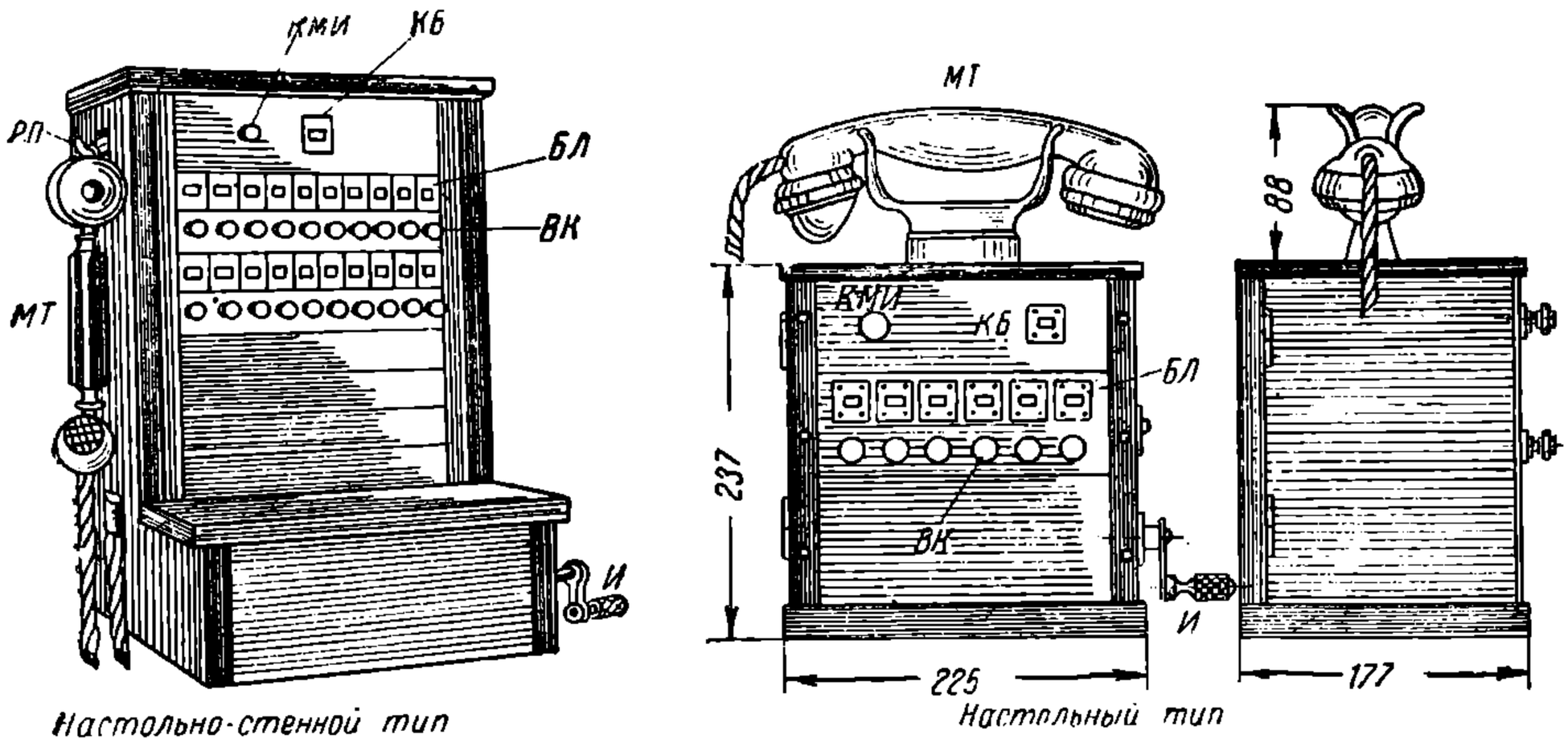
ные шины *ШБ*, обмотку бленкера *БА*, контакты вызывной кнопки *ВК*, линейные провода и аппарат абонента. Бленкер срабатывает, притягивает свой якорь и при положенном на рычаг микротелефоне замыкает звонковую цепь через $РК_1$—$РК_1$, шины якоря, контакты якоря рычажного переключателя *РП*, обмотку звонка *ЗВ* и прерыватель его. Искрогасителем является шунт искрового промежутка из сопротивления и емкости.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Вызов абонента совершается при нажатой кнопке *ВК*, которая при этом отключает его линию от *ЦБ* и приключает ее к индуктору *И* через обмотки контрольного бленкера *КБ* (фиг. 162) и контакты кнопки *КМИ*.

Разговор осуществляется при снятом микротелефоне. Питание микрофонов абонента и дежурного по станции происходит от той же батареи *ЦБ* 24 V: к абоненту ответвление от *ЦБ* через $БА_1$, $ВК_1$ и $Л_1$—$Л_2$, а к своему микрофону по *ШБ* через контакты *РП*, первичную обмотку индукционной катушки *ИК*, микрофонную кнопку *МК* на рукоятке микротелефона, микрофон *М* и сопротивление 300 Ω. Разговорный ток минует *ЦБ* и проходит через конденсатор, включенный параллельно сопротивлению 300 Ω.

Контрольный аппарат начальника станции (*ДС*) отличается от обыкновенных аппаратов *ЦБ*, устанавливаемых у прочих абонентов, нали



Фиг. 163. Стрелочный коммутатор, выпускаемый заводом «Красная заря»

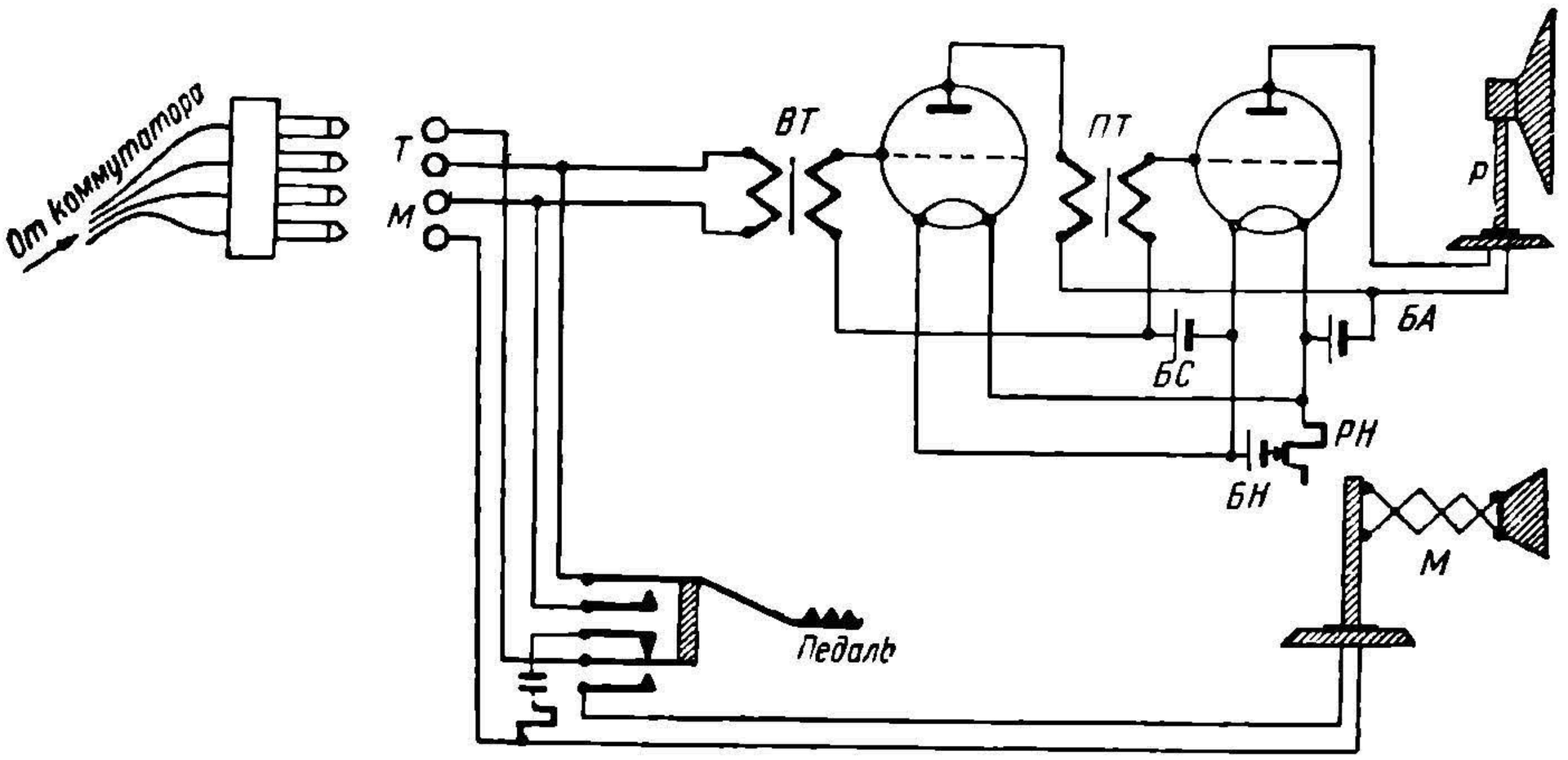
чием кнопки *КН*. При снятии с рычага трубки начальник станции включается в разговорную цепь и слышит происходящий разговор; бленкер же его на коммутаторе не срабатывает, так как конденсатор *К*, включенный между разомкнутыми контактами кнопки *КН*, препятствует замыканию бленкерной цепи. Замыкается она в случае вызова только при нажатии кнопки *КН*, отчего он и срабатывает.

Завод «Красная заря» монтирует коммутаторы стрелочной связи настенного типа; ранее он монтировал коммутаторы и настольного типа различной емкости: на 6, 10, 20 и 30 номеров, схема которых отличается от приведенной схемы несущественными деталями. Тот и другой типы показаны на фиг. 163. Действие сигналов гарантируется при сопротивлении линии не свыше 200 Ω на каждый провод.

К недостаткам стрелочного коммутатора надо отнести то, что для хорошего его действия необходимо равенство сопротивлений абонентных линий, подключенных по схеме параллельно к бленкерным шинам. Недостаток этот особенно резко сказывается в случаях обрыва и заземления линейных проводов или же в случаях короткого их замыкания, когда нарушается нормальная связь с прочими абонентами.

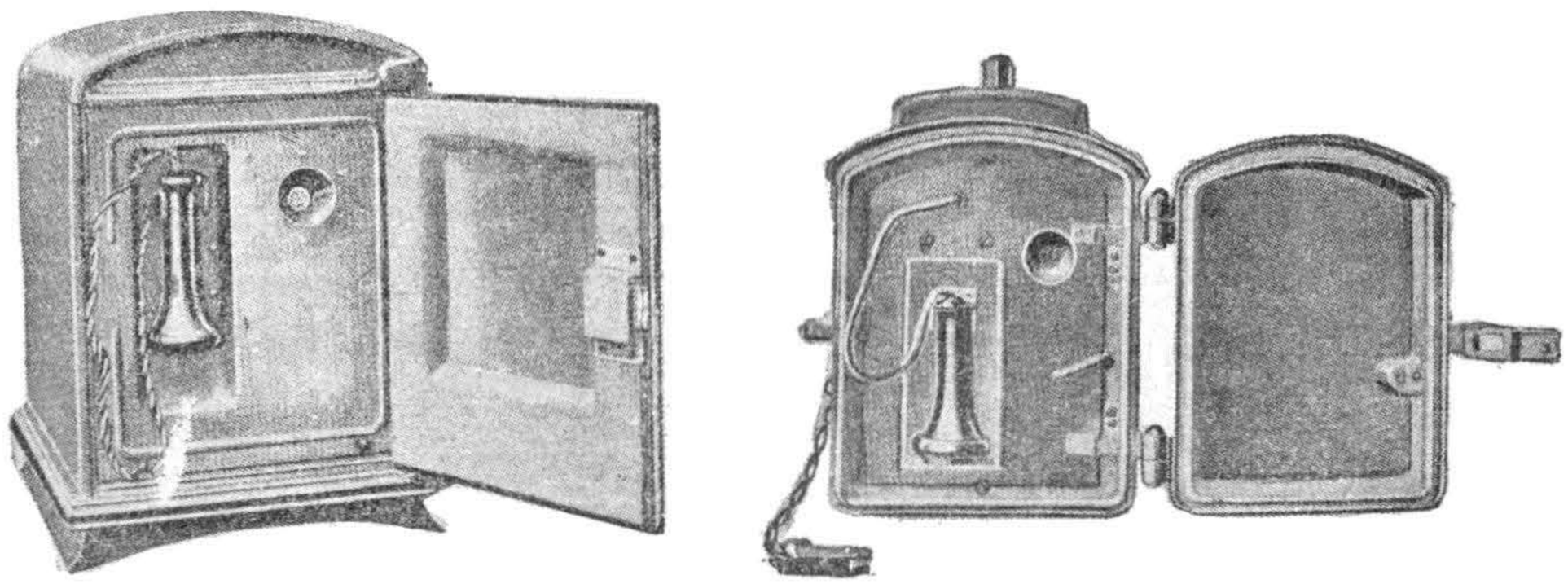
НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Повреждения стрелочной связи могут быть в следующих частях. Неисправные контакты вызывной кнопки могут сказаться на неполучении в коммутаторе или на посту вызова, а также на непрохождении разговора. При неисправном бленкере вызов не получается. Если дежурный по станции слышит, а пост не слышит, то это может произойти от неис-



Фиг. 164. Схема усилителя коммутатора внутристанционной связи

правности контактов в рычажном переключателе и неисправности микрофонной цепи. Неисправность кнопки машинного индуктора или самого индуктора не позволяет вызвать пост. Неисправность абонентского аппарата вызывает те же самые последствия, как и неисправность аппарата *ЦБ* в обычных условиях, т. е. абонент не слышит разговора или не получает вызова, или же сам не может вызвать.



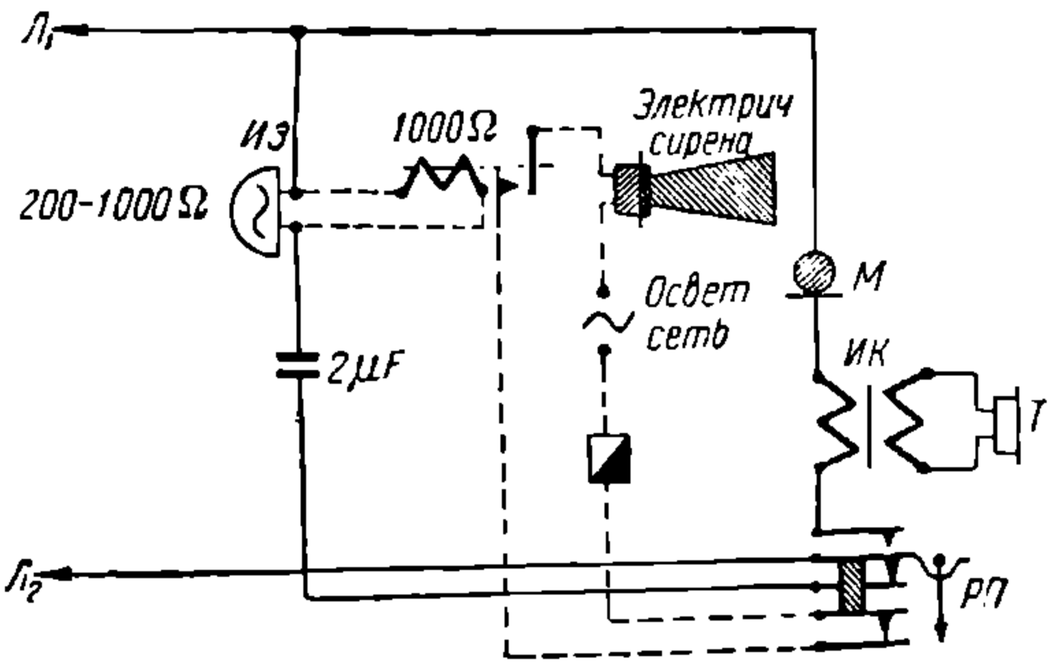
Фиг. 165. Телефонный диспетчерский аппарат для установки на открытом воздухе

Связь диспетчера внутристанционного командования. Отделение сигнализации и связи Научно-исследовательского института ж.-д. транспорта занято разработкой системы коммутатора, типа усилителя, переговорной аппаратуры, способов питания, оборудования точек на территории станции и другой аппаратуры для

НБ УДУНТ (ДІІТ)

связи диспетчера внутристанционного командования. До разработки этого нового типа для внутристанционного командования применяются описанные выше стрелочные коммутаторы, дополняемые усилителем, громкоговорящим приемом и микрофоном на раздвижном бракете по типу диспетчерской поездной аппаратуры. Схема этого приспособления с двухламповым однокаскадным усилителем показана на фиг. 164. При нажатой педали замыкается микрофонная цепь и шунтируется накоротко вход в усилитель, чем парализуется взаимодействие между громкоговорителем и микрофоном и тем самым уничтожается свист.

На территории станции точки связи оборудуются: в закрытых помещениях обыкновенными телефонными аппаратами *ЦБ*, а на открытом воздухе либо штепсельными розетками, защищенными от влияния погоды, для включения вилки переносного микротелефона, либо в запертых ящиках телефоными аппаратами, либо же телефонными аппаратами специальной конструкции для установки в сырых помещениях; например в Англии на трамвайных диспетчерских линиях устанавливают аппараты, изображенные на фиг. 165. У нас применяются аппараты милицейской службы (фиг. 166). Вызов в этих аппаратах совершается либо посредством звонка, либо же электрической сиреной от осветительной сети. При розетках и наружных телефонах устанавливаются звонки интенсивного звука.



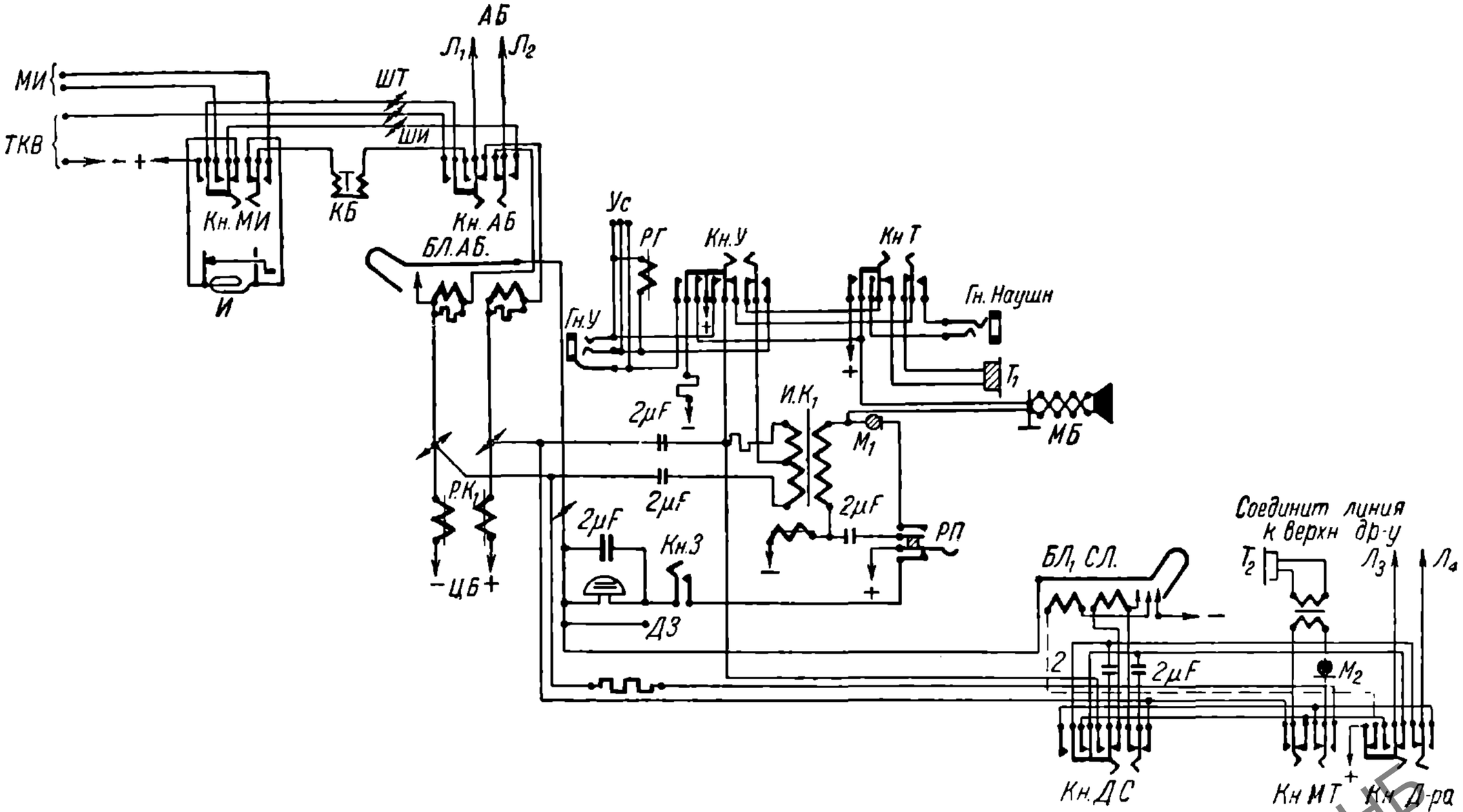
Фиг. 166. Телефонный аппарат милицейской службы

Завод «Красная заря» в последнее время разработал новый тип «малого диспетчерского коммутатора», в основу которого положена изложенная схема (фиг. 167). Новая схема имеет ряд дополнительных кнопок, а именно: звонковую *Кн. З* для включения или выключения звонка, параллельно которому к клеммам *ДЗ* можно присоединять звонок-повторитель, телефонную кнопку *Кн. Т* для переключения с микрофона на наушную арматуру или усилитель на микрофон на раздвижном бракете *МБ*; кнопку усилителя *Кн. У* для переключения на катодный усилитель, приключаемый к клеммам *УС* или при посредстве штепселя к гнезду *Гн. У*; включающие кнопки *Кн. ДС* с бленкером, *Кн. МТ и Кн. Д-ра*.

Принципиальная схема нового усилителя завода «Красная заря» показана на фиг. 168.

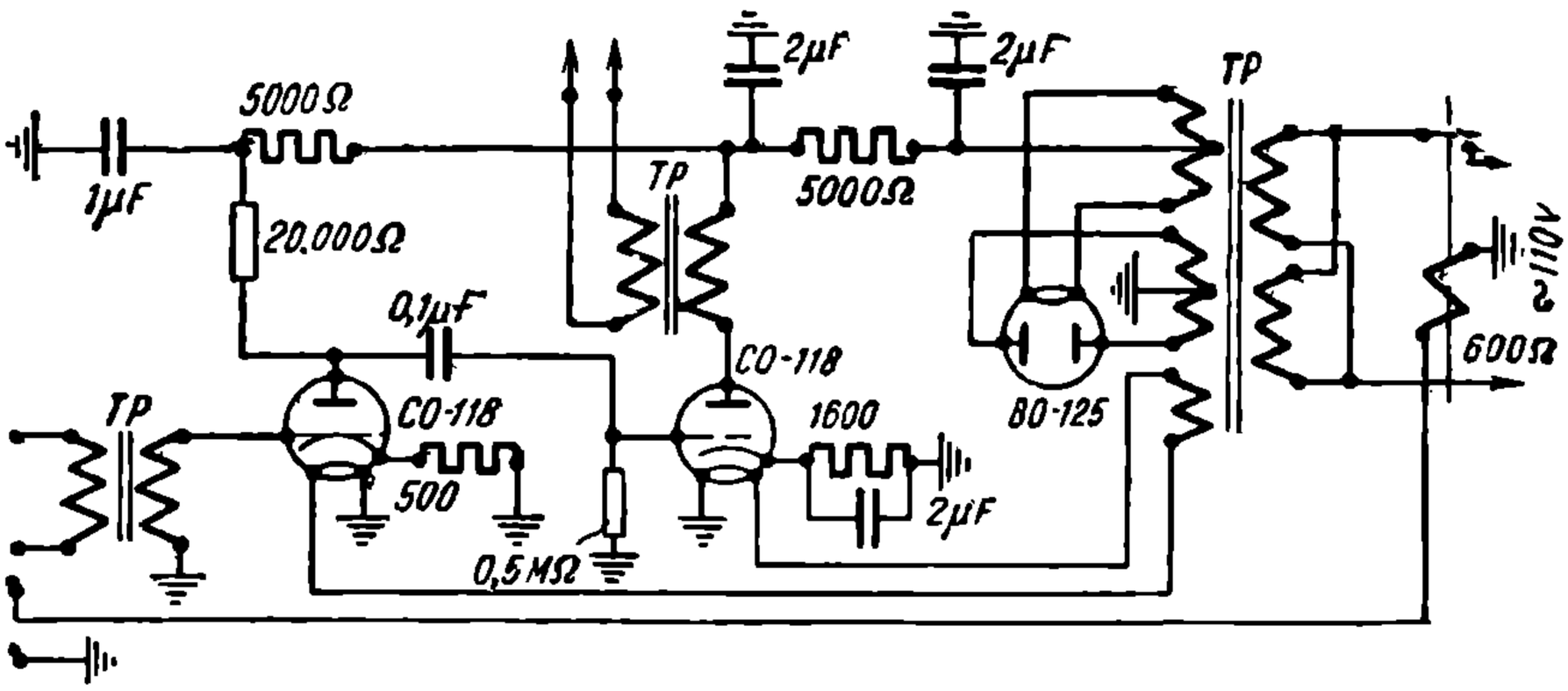
Что касается вопроса о связи деповского диспетчера, то в настоящее время специальных типов связи для этой цепи не разработано. Наиболее подходящим является пока коммутатор внутристанционного командования.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 167. Принципиальная схема малого диспетчерского коммутатора

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 168. Принципиальная схема усилителя для стрелочного коммутатора

§ 28. Связь заводского диспетчера

Изучение вопроса о заводской диспетчерской связи имеет большое значение для паровозных и вагонных заводов и крупных железнодорожных мастерских.

В виду новизны дела, окончательно установленных конструктивных форм диспетчерской связи в промышленности, оправдавших себя достаточно долгой практикой, еще не имеется. Истекший, относительно недолгий, период времени перестройки организации заводов на диспетчерскую систему показал, что конкретные формы заводской связи и сигнализации могут быть разнообразными в зависимости от особенностей производства. Выяснилось также, что формы железнодорожной диспетчерской связи не могут быть перенесены целиком в заводскую практику.

Общие условия, которым должна удовлетворять заводская диспетчерская связь, следующие.

Схема связи и сигнализации должна предусматривать телефонную связь главного общезаводского диспетчера с внутрицеховыми диспетчерами и отделами заводского управления. Внутрицеховой диспетчер должен быть связан с рабочими участками цеха; он должен располагать средствами поисковой сигнализации; от рабочего места должна быть обратная сигнализация к диспетчеру и наконец от участков должна быть сигнализация к обслуживающим бригадам.

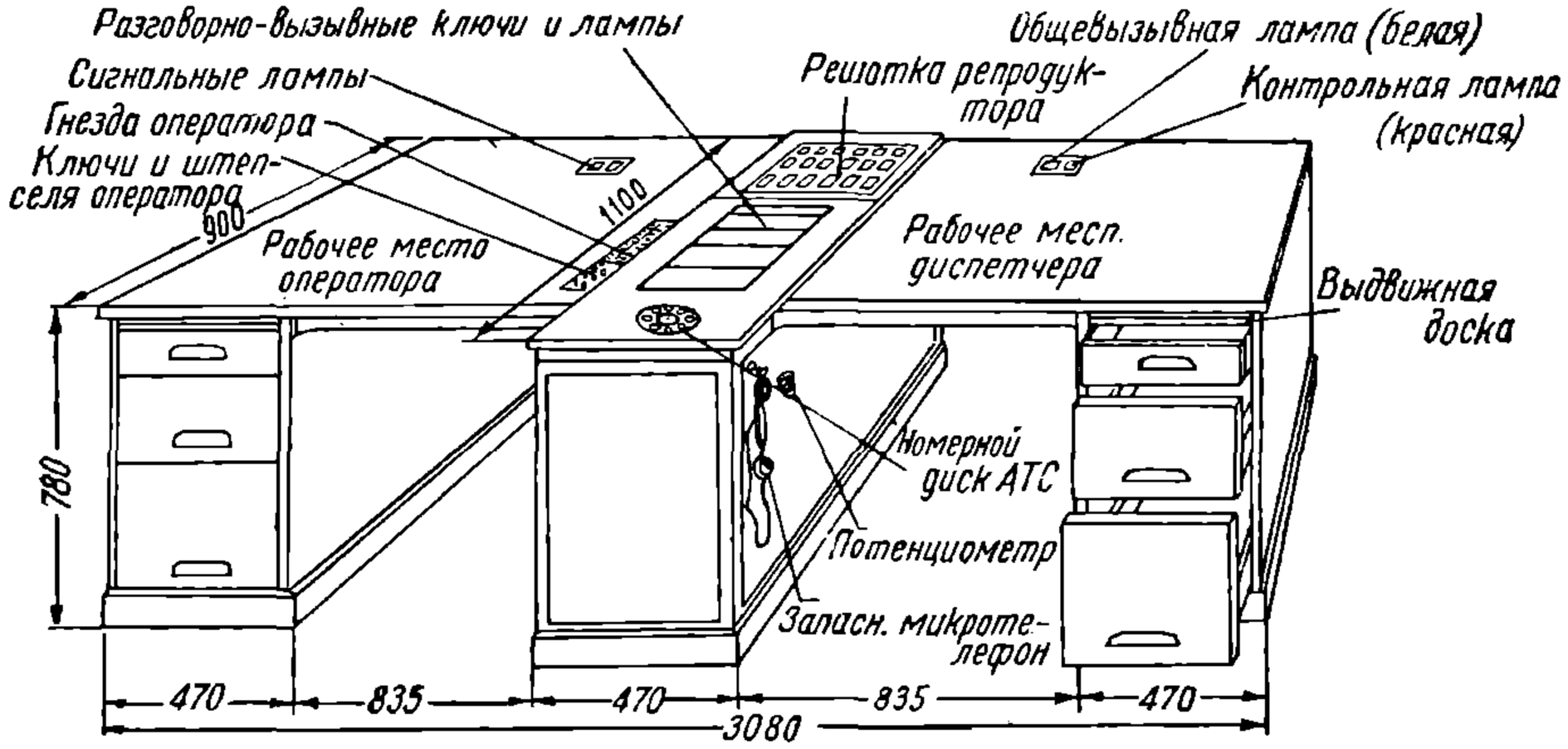
Подобно остальным описанным выше видам диспетчерской связи заводская связь должна быть обособленной, независимой от общезаводской телефонной сети (РТС или АТС). Требования, предъявляемые к коммутатору диспетчера, включают в себя все те условия, которым отвечает коммутатор внутристанционного диспетчера, и, кроме того, к нему предъявляются следующие требования: он должен иметь возможность соединяться с другими диспетчерскими коммутаторами; должна быть обеспечена хорошая слышимость при телефонных (групповых) совещаниях; не прерывая разговора, диспетчер должен иметь возможность вызывать и присоединять других абонентов; в случае экстренности абонент должен иметь возможность подавать диспетчеру сигнал «срочно», должна иметься возможность включаться в заводский коммутатор

НБ УДУНТ (ДІІТ)

РТС или АТС; диспетчер должен иметь возможность использовать заводскую радиотрансляционную установку для передачи циркулярных распоряжений.

При отсутствии специально разработанной аппаратуры, а также и в виду того, что коммутатор внутристанционного диспетчера во многом удовлетворяет требованиям цеховой связи, некоторые заводы для связи цехового диспетчера установили такой коммутатор.

Нормальный тип диспетчерского стола оказался неподходящим для заводского диспетчера, так как рабочее место последнего должно быть приспособлено для двух одновременно работающих лиц: диспетчера и



Фиг. 169. Рабочее место диспетчера на заводе Шарикоподшипник в Москве

его помощника-оператора, который, при занятости диспетчера разговором, должен иметь возможность отвечать на вызовы абонентов и вести независимый от диспетчера разговор. Наклонная доска стола железнодорожного поездного диспетчера оказалась неподходящей в заводских условиях. Общепринятая ножная педаль также не привилась. На Первом государственном подшипниковом заводе им. Л. М. Кагановича пульт диспетчера совмещен с рабочим местом оператора, а вся аппаратура связи, которой манипулируют диспетчер и его помощник, смонтирована на горизонтальной доске стола (фиг. 169). При этом возможны следующие варианты их размещения, показанные на фиг. 170.

Завод «Красная заря» сконструировал «универсальный диспетчерский коммутатор», удовлетворяющий всем изложенным выше требованиям, предъявляемым к заводской диспетчерской связи. Он пригоден для обслуживания многостепенной связи, а именно: от коммутатора главного диспетчера к своей периферии—диспетчерам отделов завода; далее от коммутатора диспетчера отдела к диспетчерам отдельных цехов и наконец от цехового диспетчера к его периферии—рабочим местам.

Отдельные его части (фиг. 171), смонтированные на четырех панелях, имеют следующее назначение.

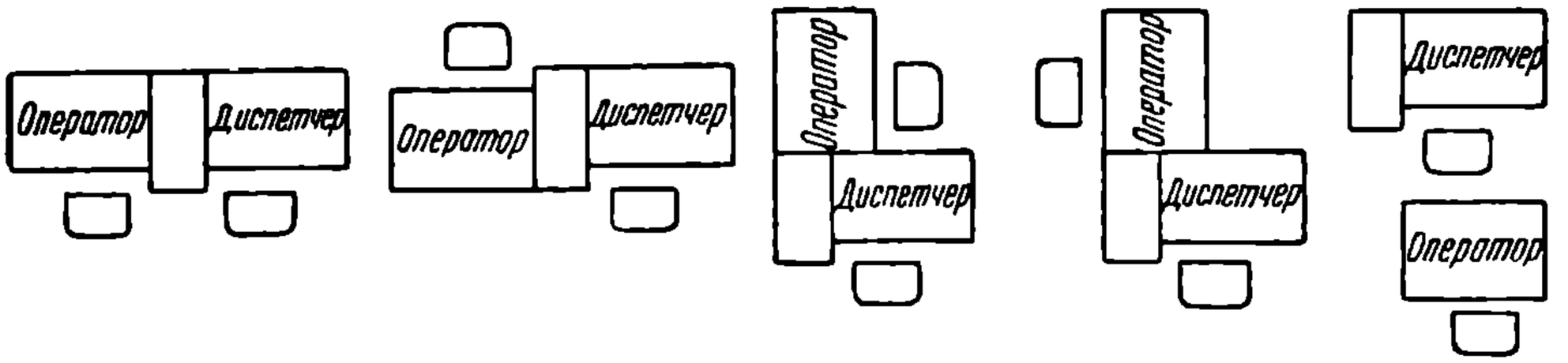
Первая п а н е л ь: *Л*—абонентские вызывные лампы зажигаются при вызове абонентом диспетчера, т. е. при снятии абонентом микротелефона с рычага своего аппарата *ЦБ*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

КЛ—абонентские ключи; для вызова абонентов диспетчер ставит в верхнее положение соответствующие ключи, которые автоматически возвращаются в нормальное положение; для передачи абонента оператору диспетчер переводит ключ в нижнее положение.

КН—кнопки для посылки световых сигналов.

Вторая панель: *П—КЛ*—абонентские лампы и ключи; *ЗИ*—кнопки запасного искателя, на случай порчи основного; *МИ*—кнопка токовращателя или машинного индуктора; *Ф*—кнопка фонического вызова, посылаемого абоненту при предварительном переводе ключа его



Фиг. 170. Пять различных способов размещения рабочих мест диспетчера и оператора

в верхнее положение; *ЗВ*—звонковая кнопка для включения звонка в ночное время.

Третья панель: *ОЦ*—кнопка циркулярного вызова; $Ц_1$—$Ц_2$—$Ц_3$—$Ц_4$—кнопки групповых вызовов; предварительная постановка абонентских ключей в нижнее положение исключает их из этого вызова; циркулярный вызов абонент отличает по прерывистому звонковому сигналу; у диспетчера загораются лампы и гасятся по мере снятия абонентами своих трубок; после этого диспетчер переходит к передаче циркулярного распоряжения, нажав кнопку. Кнопка *У* служит для перехода от микротелефона $МТ_1$ или $МТ_2$ к громкоговорящей установке. Лампа *НАЧ* загорается при вызове диспетчера начальником; *1*—ключ для вызова начальника и переговоров с ним (верхнее положение, при котором гасится лампа); *Д—2*—лампа и ключ диспетчера вышестоящей ступени; *СШ*—кнопка для переключения этих линий к оператору; *ГОР—ЗД—АТС—3—4—5*—лампы и кнопки соединительных линий с коммутаторами: городским, заводским и АТС. Для включения мраморного микрофона нажимается кнопка *РС*; к этому диспетчер прибегает при циркулярной передаче; абонентские микрофоны при этом лишаются питания и абоненты не могут перебить циркулярной передачи, *Н*—номеронабиратель, *Р*—регулятор усиления.

Четвертая панель: *Г*—основной репродуктор-громкоговоритель.

Верхняя доска: $МТ_1$—$МТ_2$—микротелефоны; $РП_1$—$РП_2$—рычажные переключатели.

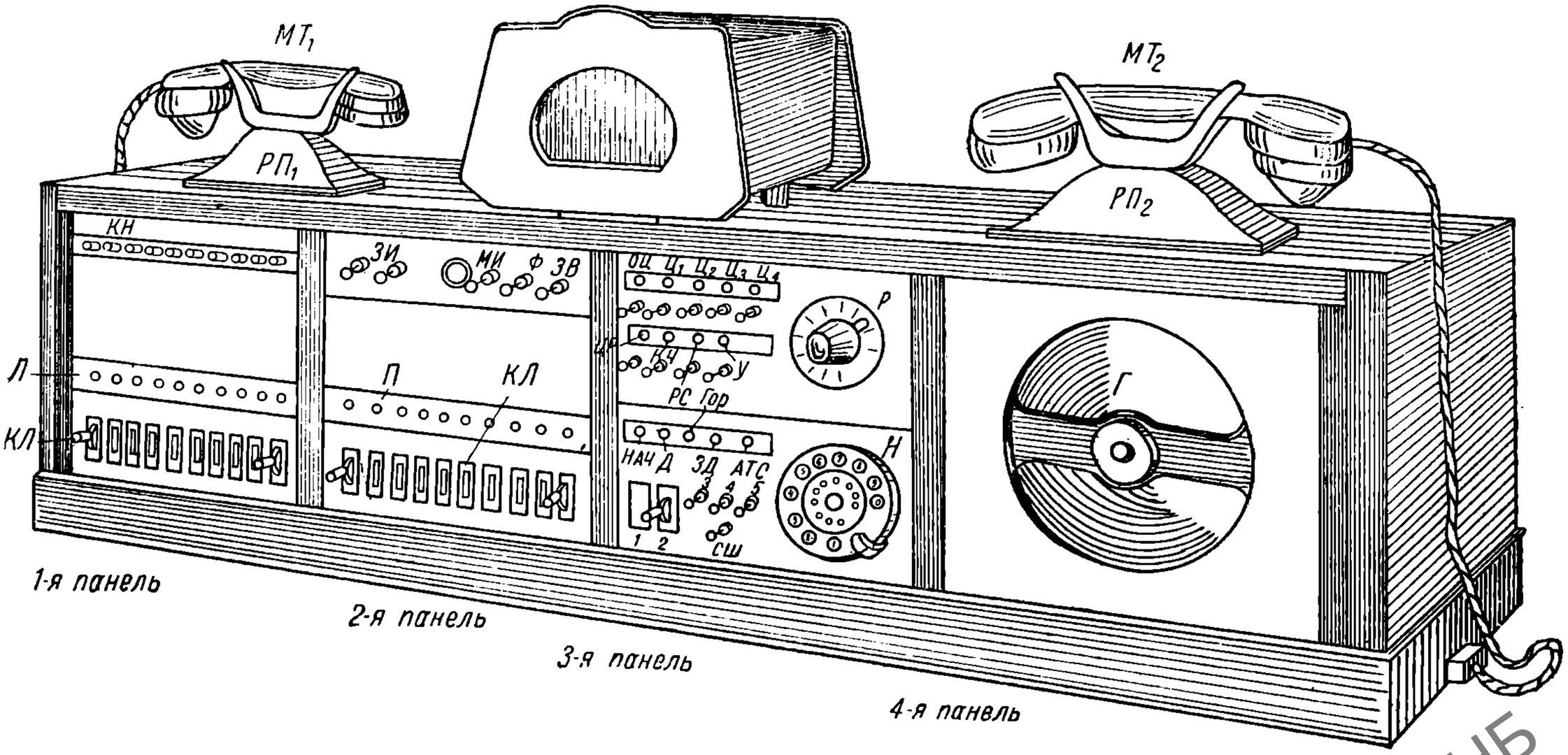
Боковые стенки имеют гнезда для включения: микротелефонов, запасного громкоговорителя и мраморного микрофона.

Вид коммутатора сзади (крышка снята) показан на фиг. 172.

Все реле вынесены на особый статив; на другом стативе размещены части усилителей. Стативы—двухпанельные.

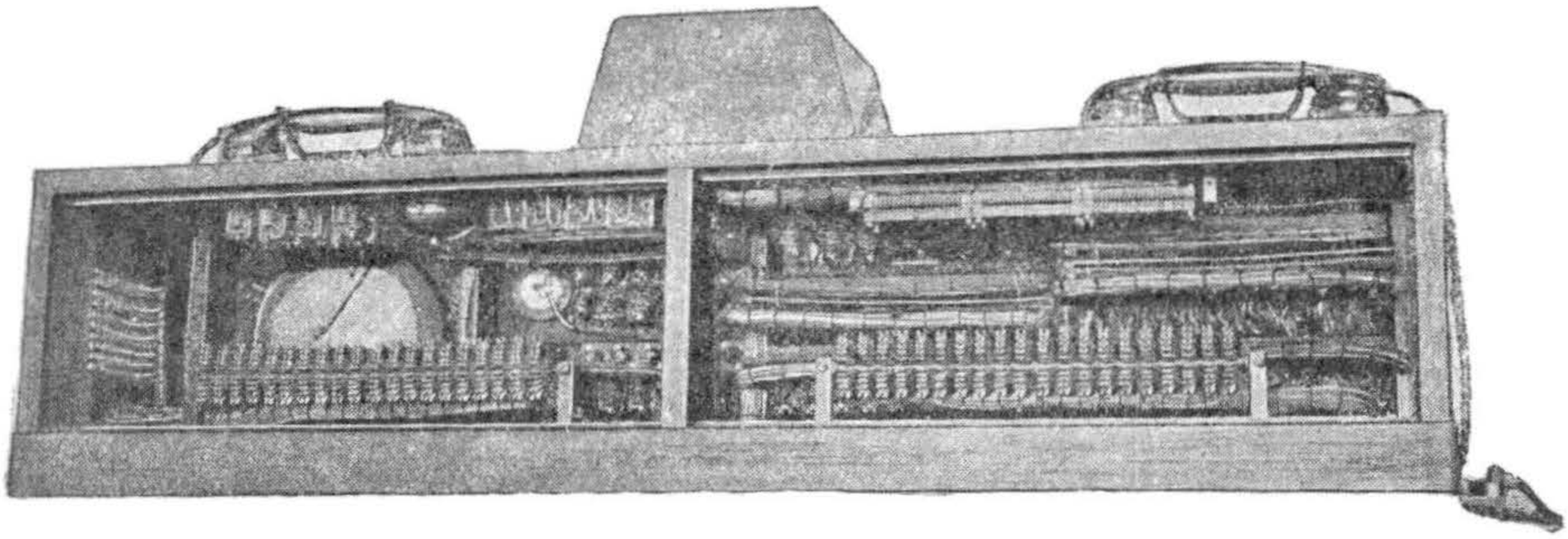
На фиг. 173 показан статив токораспределения и усилителей.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

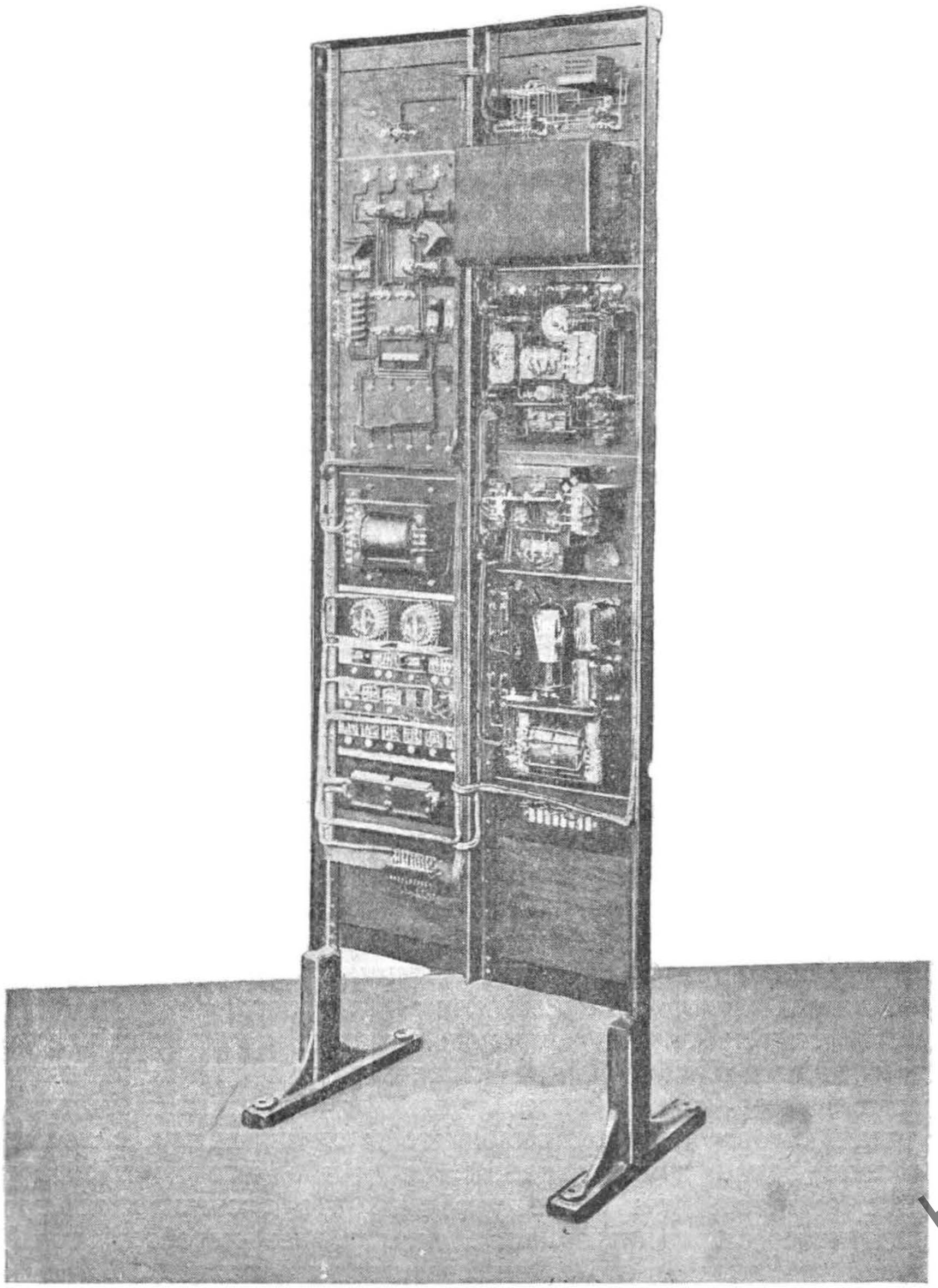


Фиг. 171. Универсальный диспетчерский коммутатор

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 172. Вид сзади универсального диспетчерского коммутатора



Фиг. 173. Статив токораспределения и усилителей

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА IV

ДИСПЕТЧЕРСКИЕ ТРАНСЛЯЦИИ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

§ 29. Промежуточные трансляции

Практика диспетчерской системы уже на первых ступенях своего развития установила необходимость иметь связь на дальнее расстояние. Общий принцип предпочтительности централизованного руководства удаленными участками требует дальности связи в некоторых случаях до 1000 *км*. Это расстояние может еще более удлиниться, когда требуется установить связь между диспетчерами соседних отделений.

В Америке и Западной Европе подвеска медных диспетчерских проводов соответственного сечения дает хорошее разрешение задачи дальнего телефонирования без применения промежуточных усилителей.

У нас в СССР по экономическим соображениям и для уменьшения расхода меди для диспетчерских проводов применяется железная проволока диаметром 5 *мм*. При таком роде проводов дальность телефонирования сокращается до 180—200 *км* и на многих диспетчерских участках требуется установка телефонных трансляций.

К этим трансляциям предъявляются более жесткие требования, чем к дальней междугородной связи в обычных условиях, так как по диспетчерской линии переговоры ведутся не только между оконечными пунктами, но и с любым промежуточным и даже с группой их или циркулярно со всеми.

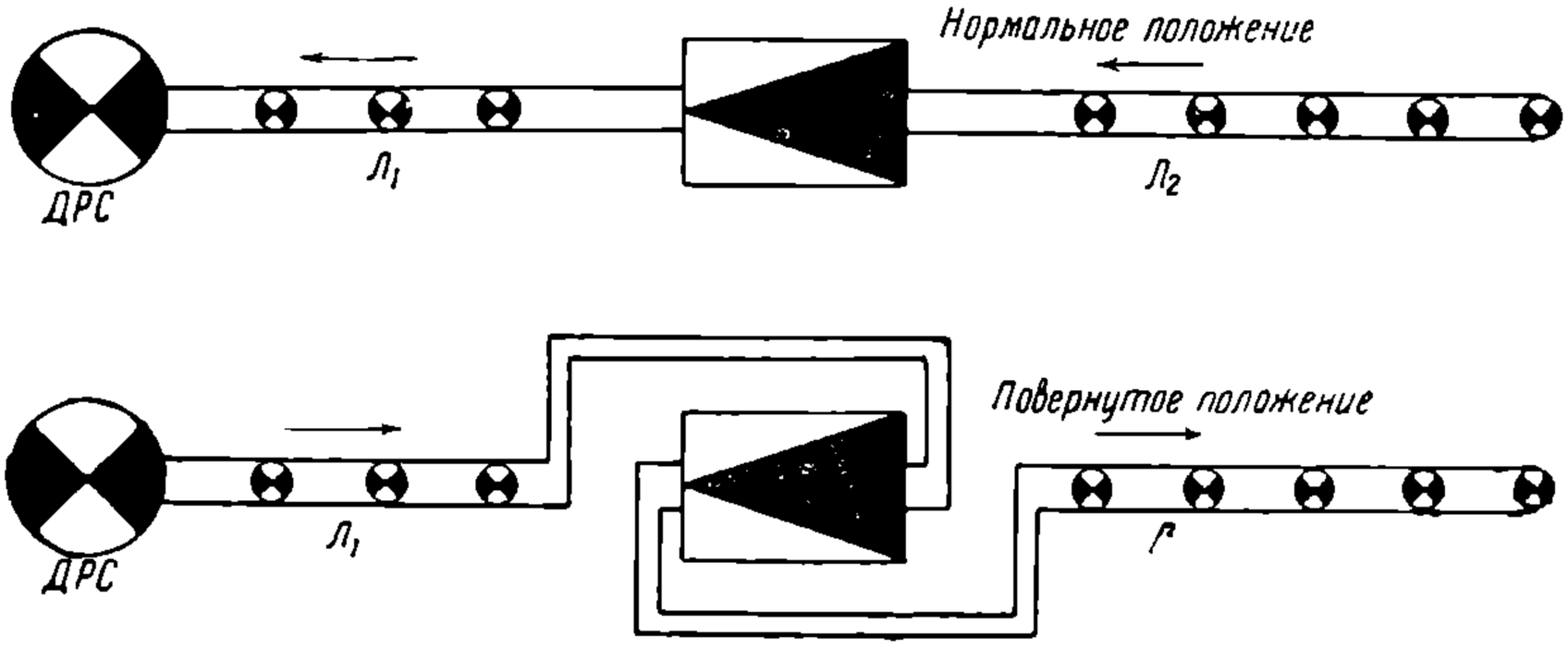
Дуплексные трансляции с балансными искусственными линиями оказываются для этой цели непригодными, так как при разговоре с различными линейными станциями будет меняться характеристика линии. Поэтому для диспетчерской связи наиболее подходящим оказывается применение трансляции симплексного действия. На этом принципе и сконструирован диспетчерский промежуточный усилитель, не имеющий примера в практике заграничных железных дорог.

Вместо четырех линейных проводов и двух комплектов усилителей, как это требуется схемой работы симплексных трансляций, применено простое и остроумное приспособление для поворота входного конца трансляции к говорящему, а выходного к слушающему, с использованием только одной двухпроводной линии и одного комплекта усилителя. Это оказалось тем более удобным, что диспетчерский разговор представляет собою в чистом виде диалог, без перебоев, т. е. когда один говорит, другой в это время слушает, и обратно.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В схеме трансляции усилитель совмещен с приспособлением для переприема вызывных импульсов. Это важное дополнение необходимо для раздвинутых рамок дальности связи, так как напряжение вызывной батареи по условиям безопасности нельзя повышать более 250 V; этого же последнего будет вполне достаточно для перекрытия расстояния до трансляции. Трансляция имеет приспособление для автоматического поворота впереди лежащей трансляции в случае, если участок настолько длинен, что оказалась необходимость установки нескольких трансляций. При посылке вызова трансляция не препятствует прохождению обычного сигнала контроля вызова.

Все это достигнуто без использования фантомных цепей, так как наложенная цепь нужна для других целей: на диспетчерские провода



Фиг. 174. Поворот трансляции

рекомендуется посредством катушек Кайло накладывать телеграфные цепи, в виду того, что катушки эти способствуют разряду селекторных конденсаторов.

К лампам усилителя предъявляются строгие требования в отношении отсутствия искажений. Это необходимо потому, что если разговор передается со станции, расположенной вблизи трансляции, то амплитуда анодного тока будет иметь широкий диапазон, который может не уложиться в пределах прямолинейной части характеристики.

Перейдем к рассмотрению конструкции трансляции.

Поворот или опрокидывание трансляции заключается в следующем (фиг. 174). Нормально трансляция установлена таким образом, что возможно осуществить передачу разговора в сторону диспетчерской распорядительной станции *ДРС* от пунктов, расположенных за трансляцией. В этом случае удаленным станциям обеспечена возможность вызова диспетчера голосом, так как к входной стороне трансляции присоединены концы проводов линии $Л_2$, а к выходной стороне—линии $Л_1$.

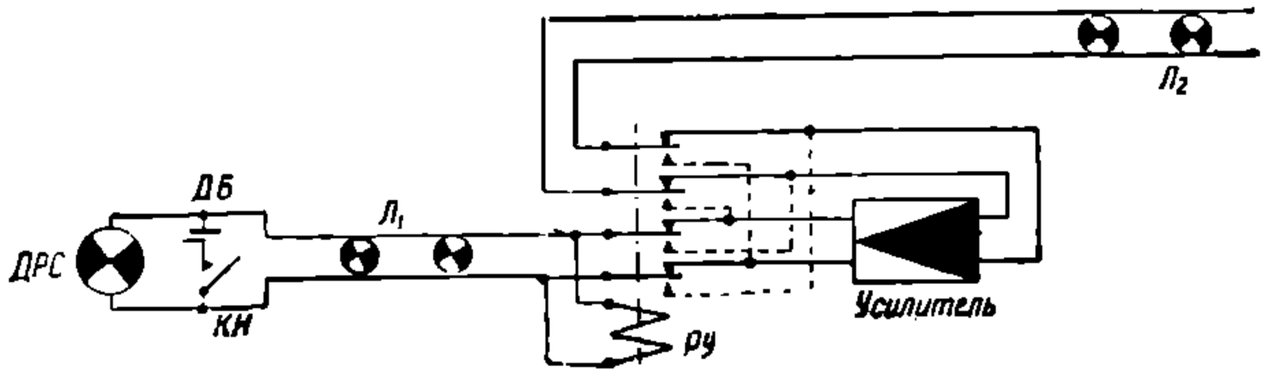
При обратной передаче разговора, т. е. от диспетчера, последний нажимает разговорную педаль или кнопку, с которой совмещается дополнительное приспособление, поворачивающее—опрокидывающее—трансляцию. Это достигается тем, что к входной стороне трансляции переключаются концы линии $Л_1$, а к выходной—линии $Л_2$; в результате оказывается возможной обратная передача разговора.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При отпускании кнопки трансляция устанавливается в нормальное положение:

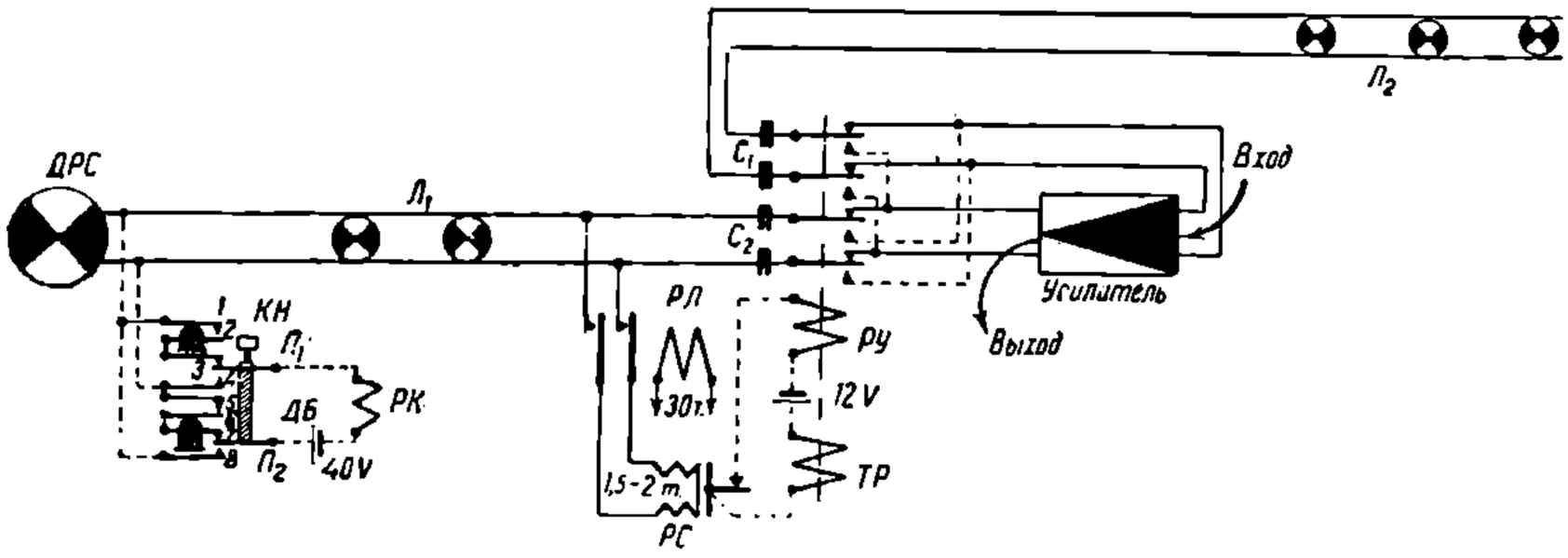
Принцип поворота трансляции основан на следующем: при нажатии диспетчером разговорной кнопки *КН* (фиг. 175) замыкается цепь добавочной батареи *ДБ* через провода линии $Л_1$ и обмотку реле управления *РУ*; последнее срабатывает и переключает концы линии $Л_1$—$Л_2$, присоединенные к якорям реле, с одной стороны трансляции к другой стороне.

В действительности эта схема сложнее (фиг. 176). Реле *РУ* включено не в линейную цепь *ДБ*, а в местную цепь 12-вольтовой батареи для боль



Фиг. 175. Принцип поворота трансляции

шей надежности действия. Одновременно с действием реле *РУ* срабатывает также и включенное в ту же цепь реле *ТР*, транслирующее «о п р о к и д ы в а ю щ и й» ток. Цепь *РУ* замыкается чувствительным поляризованным реле *РС*; для срабатывания его добавочная батарея



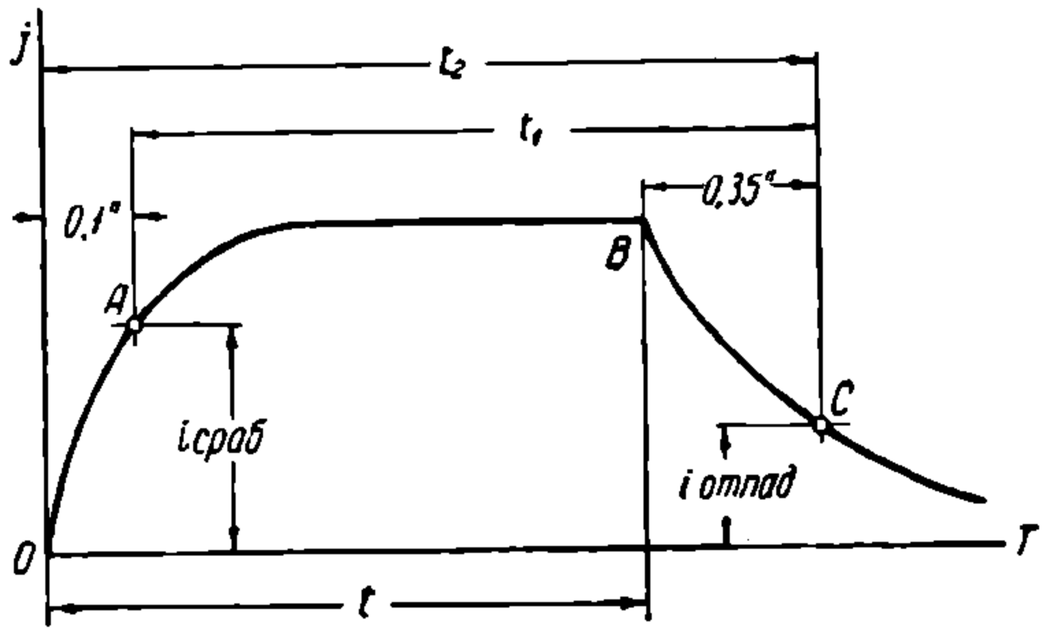
Фиг. 176. Схема поворота трансляции

ДБ должна быть включена в линию соответственными полюсами. Это реле не должно срабатывать от вызывных импульсов тока, так как необходимо иметь через усилитель сигнал контроля вызова. Первый вызывной импульс для реле *РС* несоответственного направления и оно не срабатывает от него; оно не срабатывает и от дальнейших импульсов, так как отключается от линейных проводов $Л_1$ якорями медленно действующего реле *РЛ* и, кроме того, не будет шунтировать вызывных токов: конденсаторы $С_1$—$С_2$ преграждают путь в усилитель вызывным импульсам.

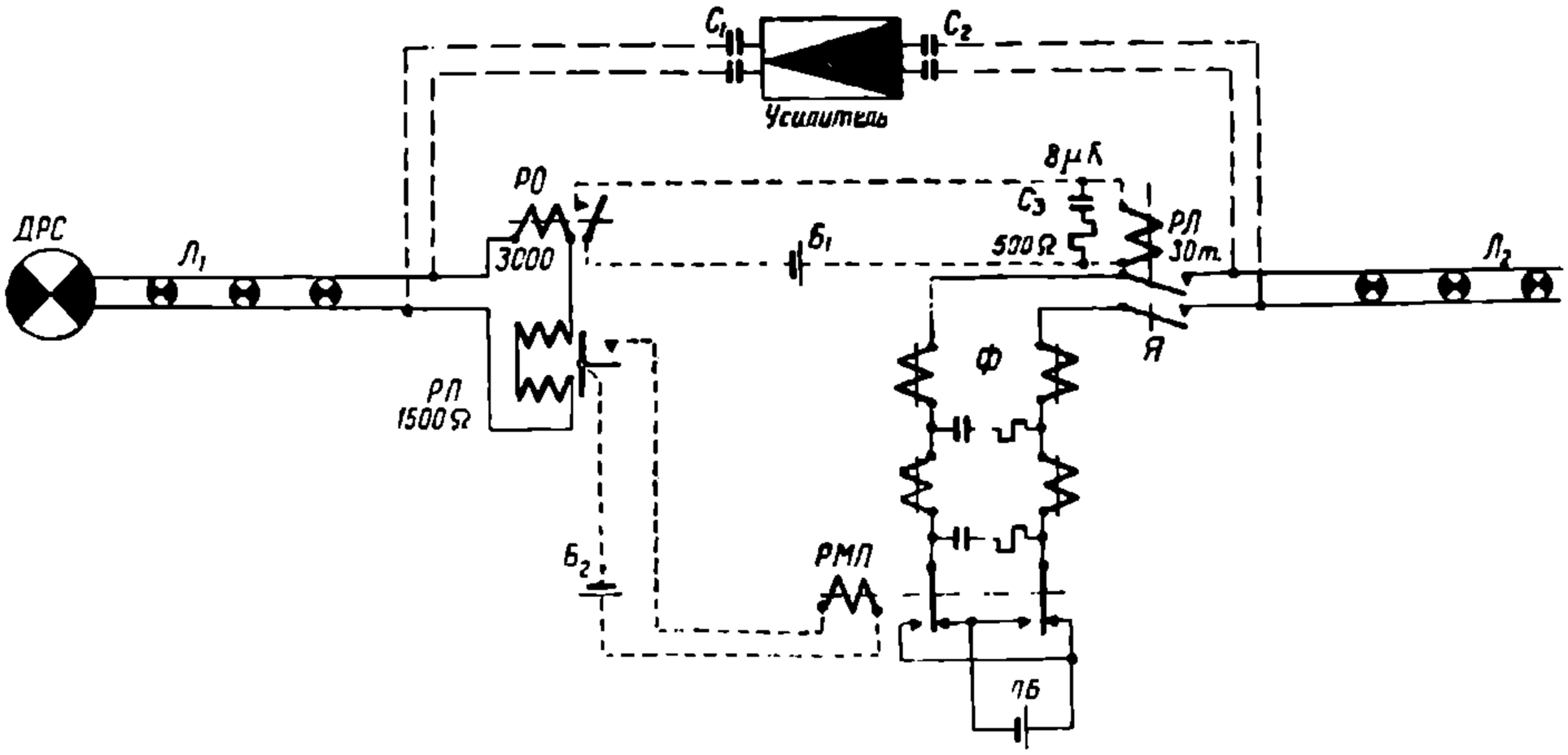
Кнопка диспетчера *КН* имеет сложное устройство для двухполюсной работы. При нажатии ее происходит следующий процесс: пружины $П_1$—$П_2$, опускаясь, некоторое время находятся в соприкосновении с контактами *3*—*7*; за этот промежуток времени на короткое время замкнутся

НБ УДУНТ (ДІІТ)

контакты *1—2* и *5—6*, а затем уже пружины $П_1$—$П_2$ отойдут от контактов *3—7* и придут в соприкосновение с контактами *4—8*. Следовательно перед посылкой опрокидывающего тока будет на короткое время послан в линию ток противоположного направления. Этот ток, разряжая линию со многими конденсаторами, ускоряет поворот трансляции, что имеет важное значение при установке нескольких трансляций, когда вследствие запаздывания поворота первые звуки передаваемой речи могут оказаться сорванными. Если бы кнопка была сконструирована по принципу о д н о п о л ю с н о й работы, то при нажатии кнопки нарастание тока в цепи шло бы по кривой *OAB* (фиг. 177), а убывание при отпускании по кривой *BC*. Если срабатывание реле происходит при достижении силы тока, соответствующей точке *A*, а отпадание якоря — точке *C*, то подсчеты показывают, что при 40 селекторах запаздывание поворота достигает 0,1 сек., а запаздывание возвращения усилителя в нормальное положение — 0,35 сек. Следовательно время передачи разговора *t*



Фиг. 177. Кривая опрокидывающего тока



Фиг. 178. Схема переприема вызова

не будет полностью совпадать с продолжительностью повернутого положения t_1, а полное время t_2 будет отличаться от полезно использованного времени на 0,45 сек. При нескольких трансляциях явление еще более усугубится. При д в у х п о л ю с н о й работе кнопки явление запаздывания в значительной степени ослабевает.

Кнопку однополюсной работы можно допускать при небольшом числе селекторных аппаратов и одной трансляции. Если обстоятельства дела

НВ УДУНТ (ДІІТ)

предвидят возможность переговоров между собою линейных станций, разделенных трансляцией, например при перерыве связи для регулирования движения поездов, то аппараты таких станций также должны снабжаться опрокидывающей кнопкой.

Катушка *РК* при кнопке предупреждает замыкание разговорных токов через нажатую кнопку.

Переприем вызова осуществляется по схеме, показанной на фиг. 178. При посылке диспетчером вызова от первого же вызывного импульса срабатывает обыкновенное реле *РО* и замыкает цепь медленно действующего линейного реле *РЛ*, которое якорями *Я* включает вызывную батарею *ЛБ* в удаленную часть линии $Л_2$.

От второго импульса срабатывает не только реле *РО*, но и поляризованное реле *РП*, в виду того, что направление тока этого импульса соответствует включению реле *РП*. Срабатыванием поляризованного реле замыкается цепь реле *РМП*, меняющее полюса, которое и производит переключение полюсов линейной батареи. В промежутках между импульсами реле *РО*, хотя и отпускает свой якорь, однако, реле *РЛ* не успевает это сделать вследствие того, что в обмотке его поддерживается ток разряда конденсатора C_3 емкостью **8** μF, следовательно линейная батарея остается включенной в линию на все время посылки вызова. Реле *РЛ* отключает другими своими якорями опрокидывающую батарею и реле *РС* (фиг. 176). Если бы реле *РЛ* отпускало свои якоря быстро, то могло бы сработать реле *РС*, включить батарею *ДБ* и послать мешающий импульс, который мог бы задержать селекторный кодовый диск в промежуточном положении во время обратного его хода. При следующих импульсах явление повторяется. Таким образом, видно, что действия, производимые вызывным ключом на распорядительной станции, повторяются в точности на трансляционном пункте, т. е. осуществляется переприем вызова.

На фиг. 179 изображена полная принципиальная схема промежуточной трансляции. *ДС*—переменное добавочное омическое сопротивление.

Усилительная часть трансляции, как указано уже, должна работать без искажений. Тип ламп: *УБ-107* для предварительного усиления и *УТ-1* — выходная [1]. *РК*—регулятор усиления. Каждая из действующих ламп имеет запасную, включаемую автоматически при перегорании основной. Достигается это включением в цепь накала электромагнитов, удерживающих свои якоря у холостых контактов; при перегорании нити накала отпадающий якорь включает в цепь запасную лампу через уравнительное сопротивление, эквивалентное обмотке электромагнита. $ЖС_1$ и $ЖС_2$—железные бареттеры, при наличии которых эквивалентного балластного сопротивления не требуется. В новых моделях запасные лампы не устанавливаются.

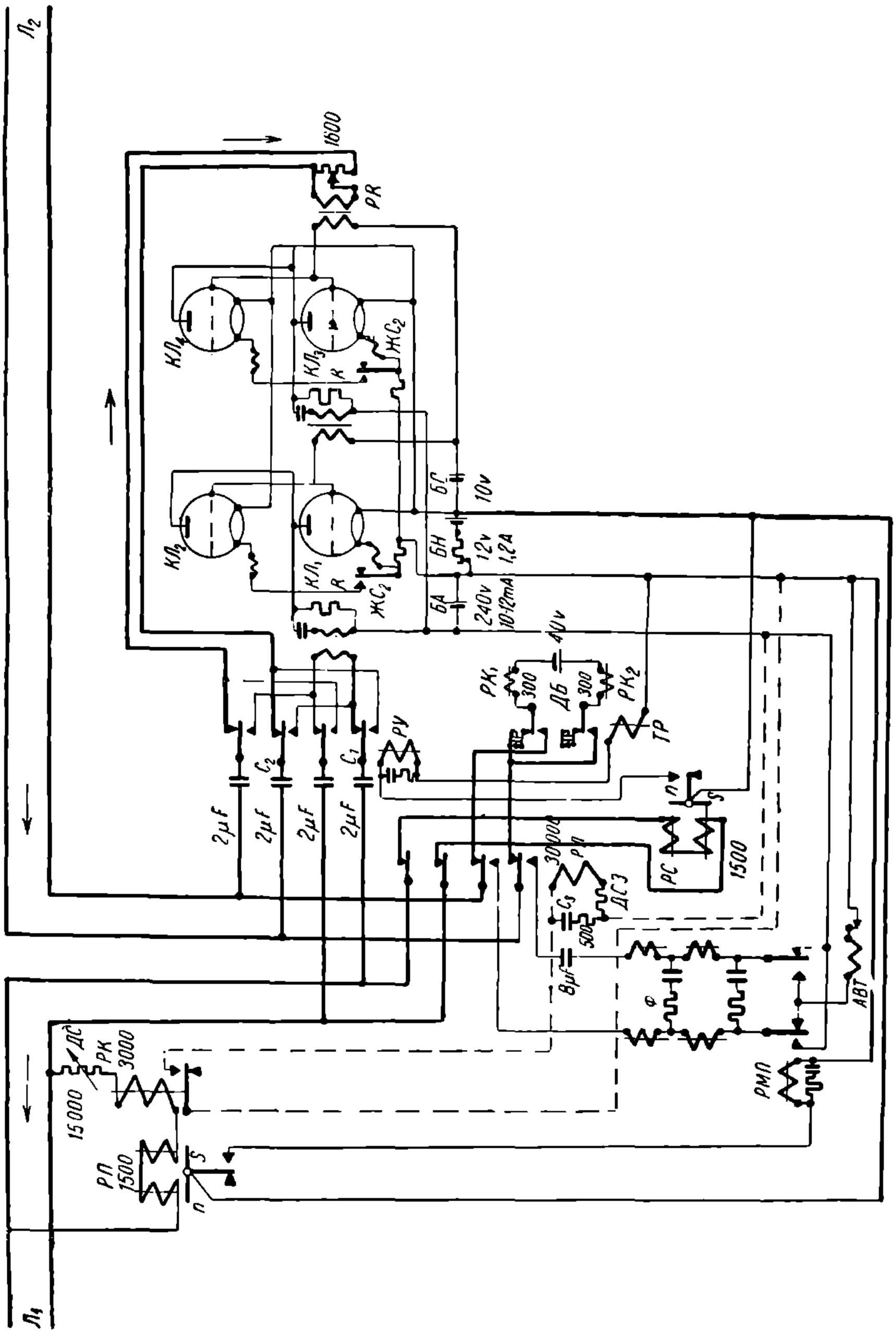
Согласно стандартам НКПС (ОСТ 6966), установленным для диспетчерских промежуточных симплексных трансляций, усиление трансляций должно соответствовать затуханию железной 5-*мм* линии длиною

---

[1] Эти лампы были взяты в первоначальных типах, так как других, более подходящих, ламп не было. В настоящее время применяется целый ряд и других ламп.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

180 *км* с наклоном кривой усиления для такой же линии длиною 120 *км* (фиг. 180); допускаемое отклонение не более 10%. В виду этого усиление



Фиг. 179. Схема диспетчерской трансляции с переприемом для дальнейших трансляций

трансляции—3,5—4 непера. Входное сопротивление должно быть:

$$Z = 5000\ \Omega,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

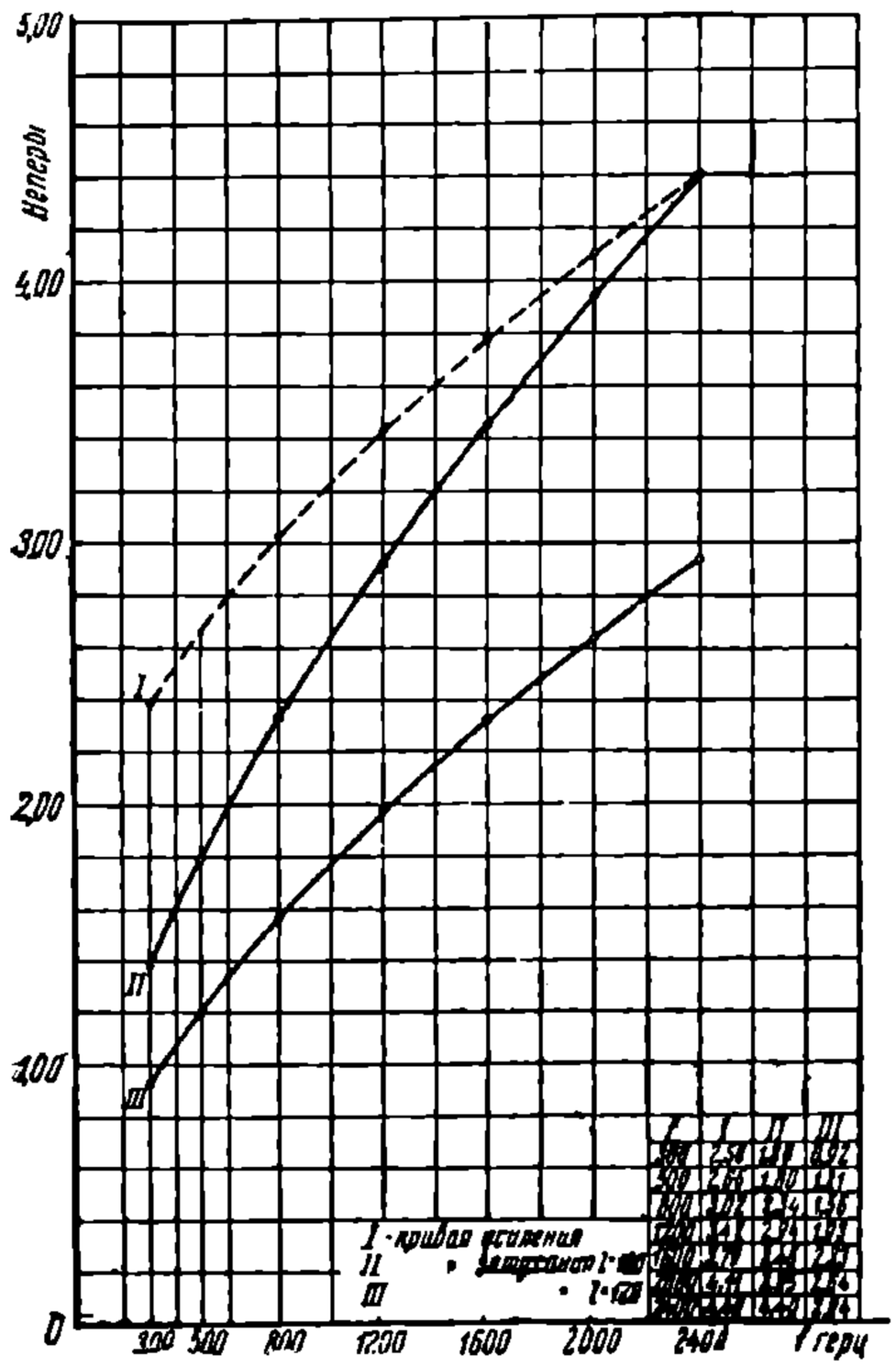
при соблюдении условия:

$$Z = 2\left(\frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2}\right) \leq 0{,}2,$$

где Z_1—заданная величина входного сопротивления,

Z_2—измеренное входное сопротивление трансляции.

Уровень на выходе трансляции до 40 mW неискаженной мощности. Регулятор усиления с 10 ступенями через 0,2 непера. Питание анода—стандартное—240 или 160^V; батарея накала—12^V. Усилитель экранированный.



Фиг. 180. Характеристика лампы *УТ-1*

Управление и транслирование вызова осуществляется из центра. Входное сопротивление телефона при трансляции:

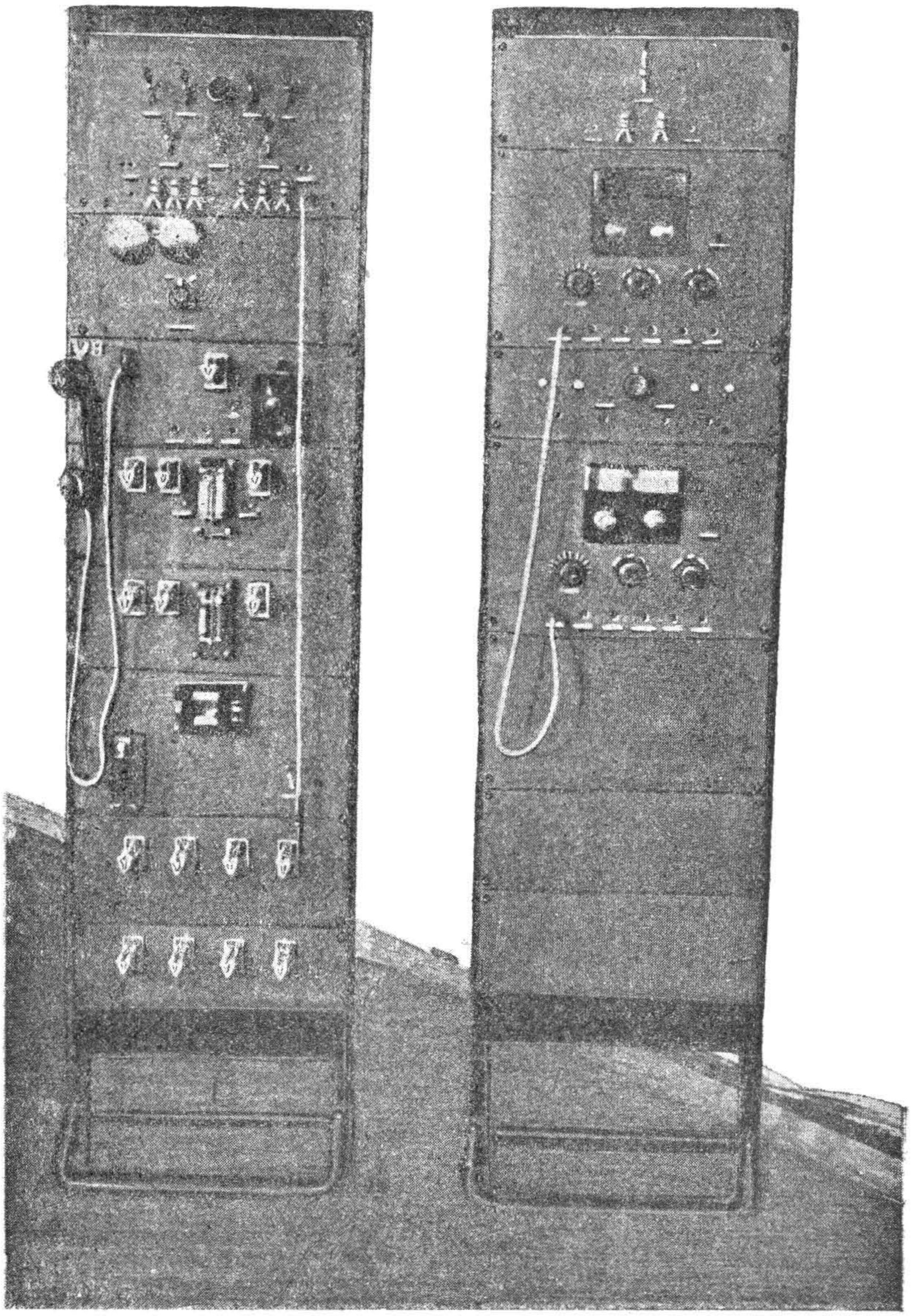
$$Z = 10\,000\ \Omega$$

Монтаж предусмотрен на стойках с железными платами, что и выполняется в настоящее время заводами. На фиг. 181 показана фотография трансляции, выпускаемой заводом «Транссвязь». До этого времени в большом количестве трансляции монтировались в двух стенных шкафах. В одном из шкафов размещены приборы, транслирующие вызов (фиг. 182 и 183), а в другом—усилитель и остальные части. Буквы на фотографиях соответствуют обозначениям на схеме.

На фиг. 184 приведена схема диспетчерской распорядительной станции с приспособлением для управления трансляциями. Вся вызывная часть нормально отключена от линейных проводов $Л_1$—$Л_2$, что гарантирует невозможность ответвления телефонных токов через фильтр *Ф*. Педаль диспетчера *НП* (или параллельно подключенная кнопка на диспетчерской линейке *ЛД*) значительно упрощена. При нажатии ее замыкается цепь двух реле: транслирующего *ТР* и разделительного *РР*. Первое управляет опрокидывающей кнопкой *КН*, включающей в линию добавочную батарею *ДБ*; второе реле выключает из линии нормально включенный громкоговоритель и включает для передачи разговора мраморный микрофон *ММ*. Репродуктор и микрофон имеют свои усилители с соответственно включенными концами выходной и входной сторон. При передаче репродуктор шунтируется накоротко. Катушки *РК* предупреждают ответвление разговорных токов через *ДБ*.

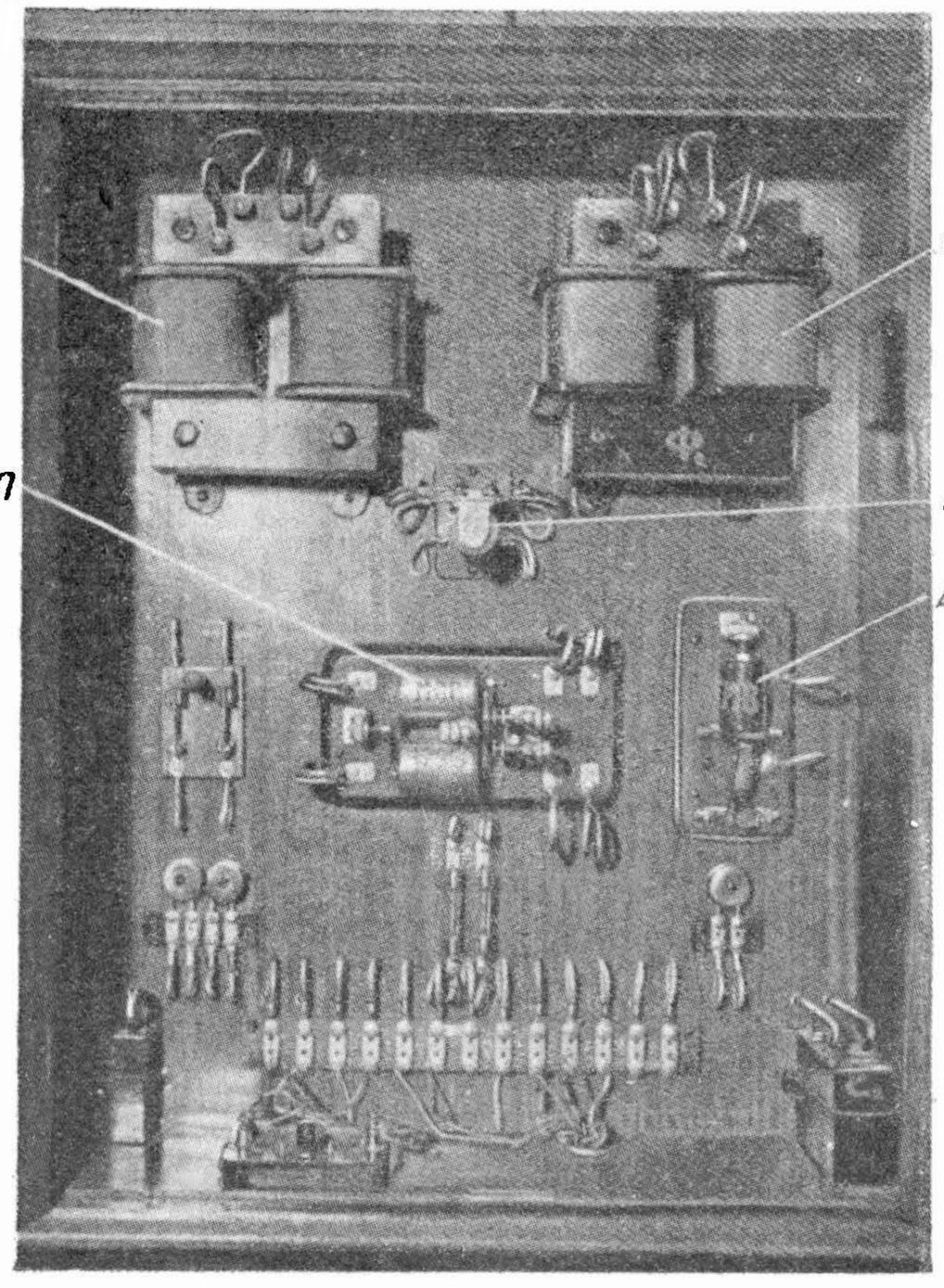
На фиг. 185 и 186 показаны схемы линейных станций с опрокидывающими кнопками: однополюсного и двухполюсного действия. Последняя схема показывает, что включение добавочной батареи *ДБ* делается по-

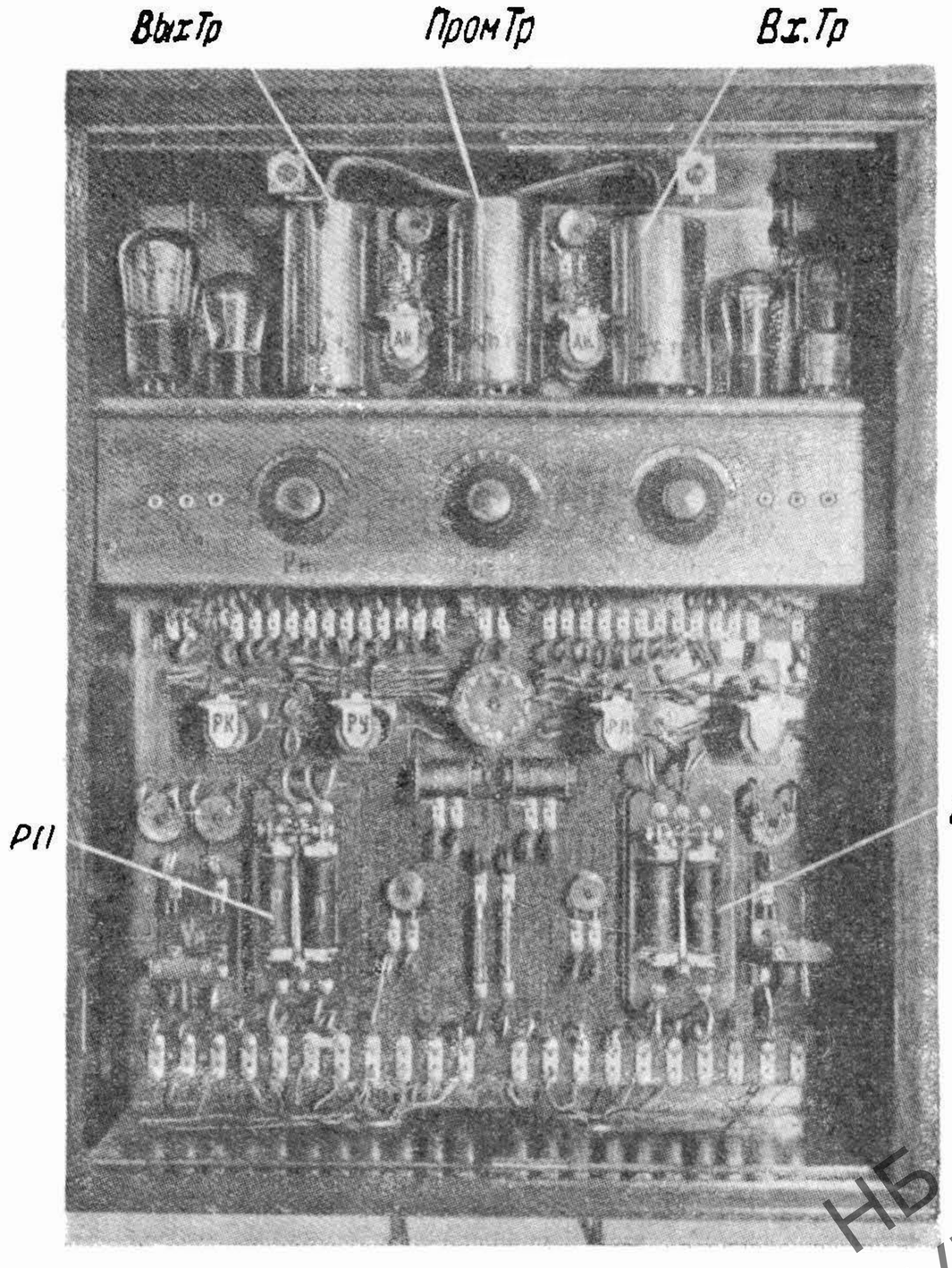
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 181. Диспетчерская трансляция завода «Транссвязь»

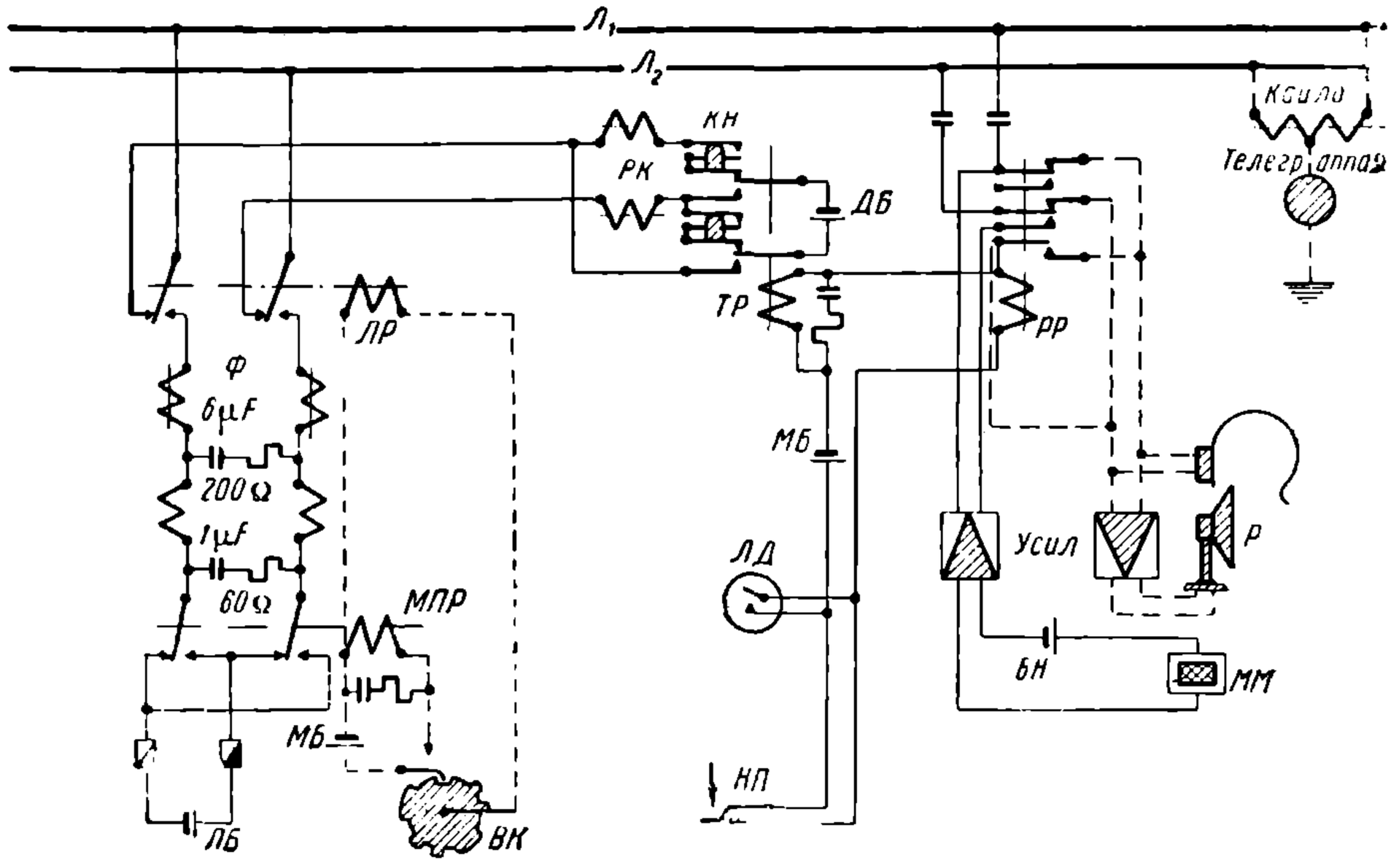
НБ УДУНТ (ДІІТ)



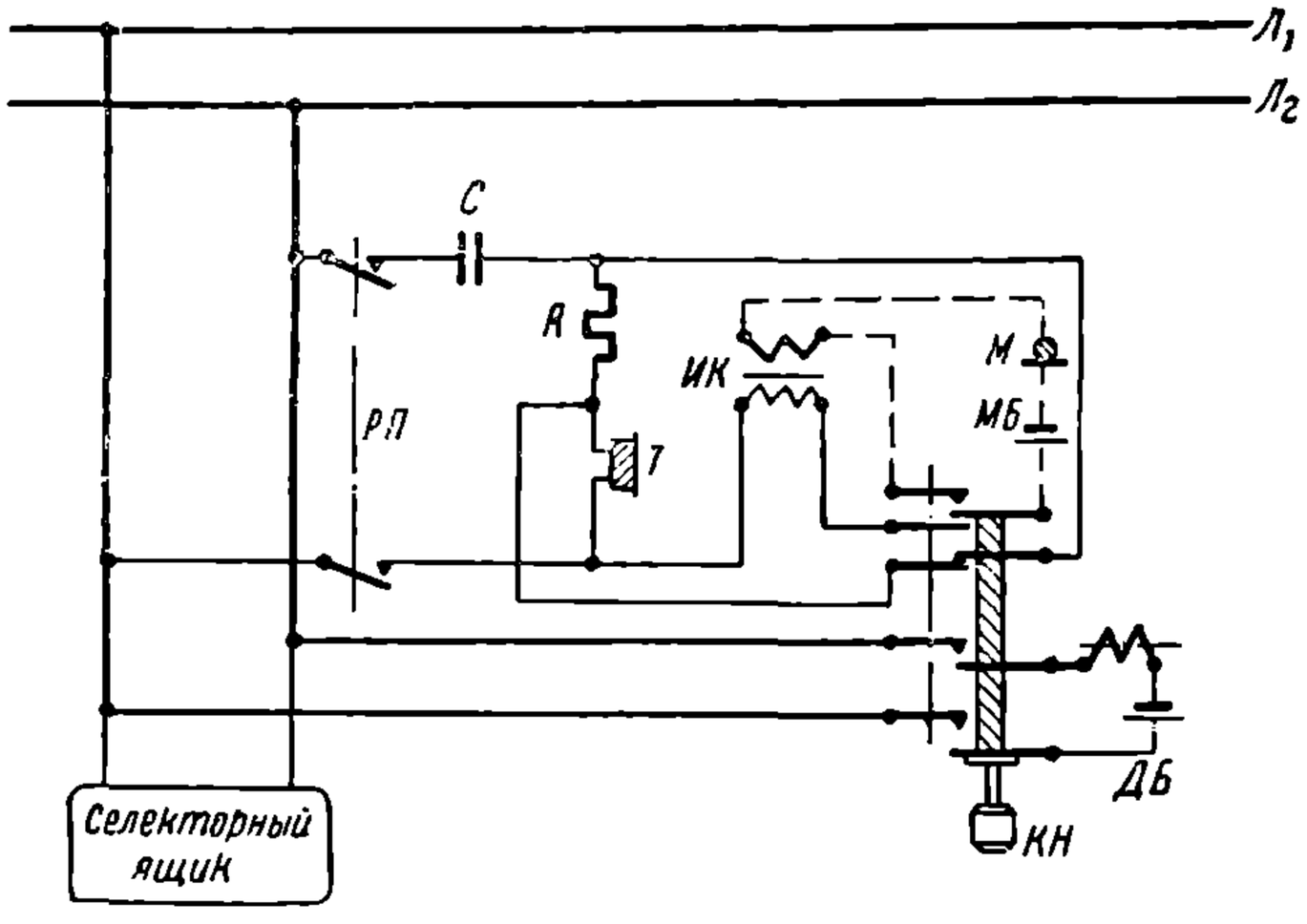


Фиг. 182 и 183. Диспетчерская трансляция системы в настенных шкафах

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 184. Диспетчерская распорядительная станция с приспособлением для управления трансляциями



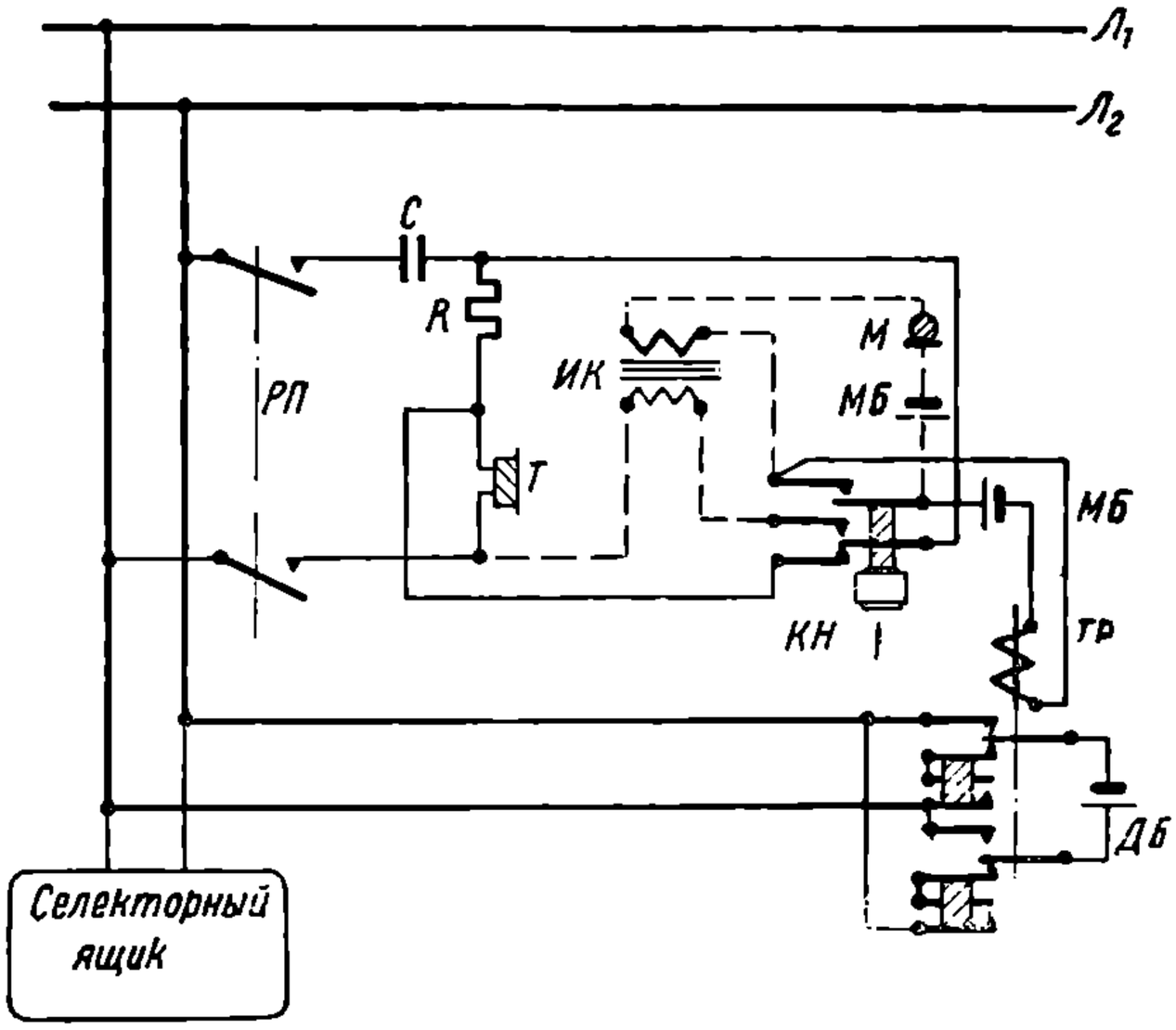
Фиг. 185. Линейная станция с упрощенной схемой кнопки для управления трансляцией

средством реле *TP*, цепь которого замыкается при нажатии разговорной кнопки *КН*.

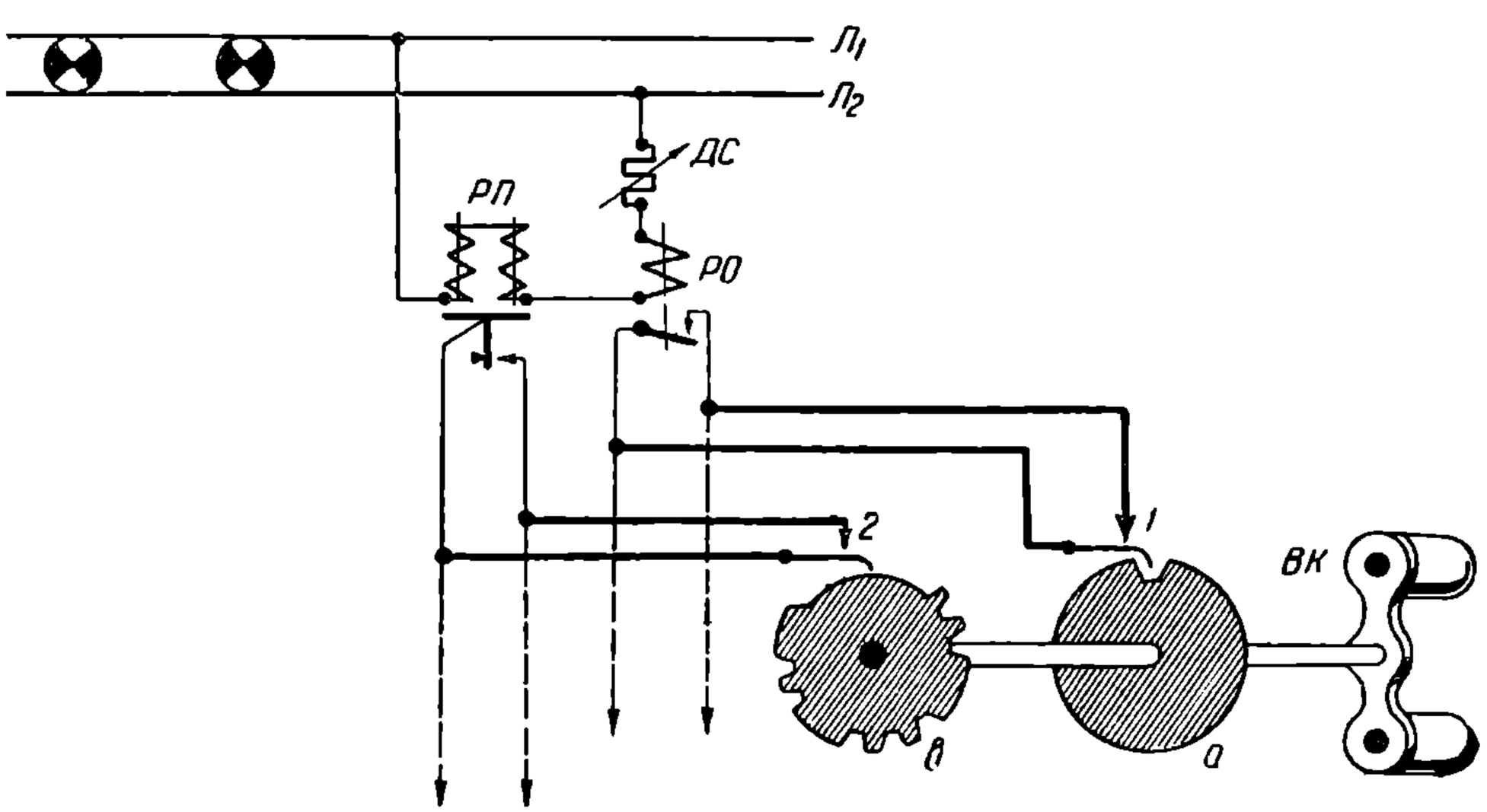
Иногда встречается необходимость посылки вызова с трансляционного пункта, как например: при испытаниях или в случае превращения трансляционного пункта в диспетчерскую распорядительную станцию. На фиг. 187 показан способ, которым этого возможно достигнуть. Для

НБ УДУНТ (ДІІТ)

этого необходимо, чтобы пружина *1* вызывного ключа *ВК* заменяла собою действие обыкновенного реле *РО*, а пружина *2*—действие поляризованного реле *РП*. Ответвления от якорных контактов обоих реле, показанные на схеме, разрешают задачу.



Фиг. 186. Линейная станция с 2-полюсной кнопкой



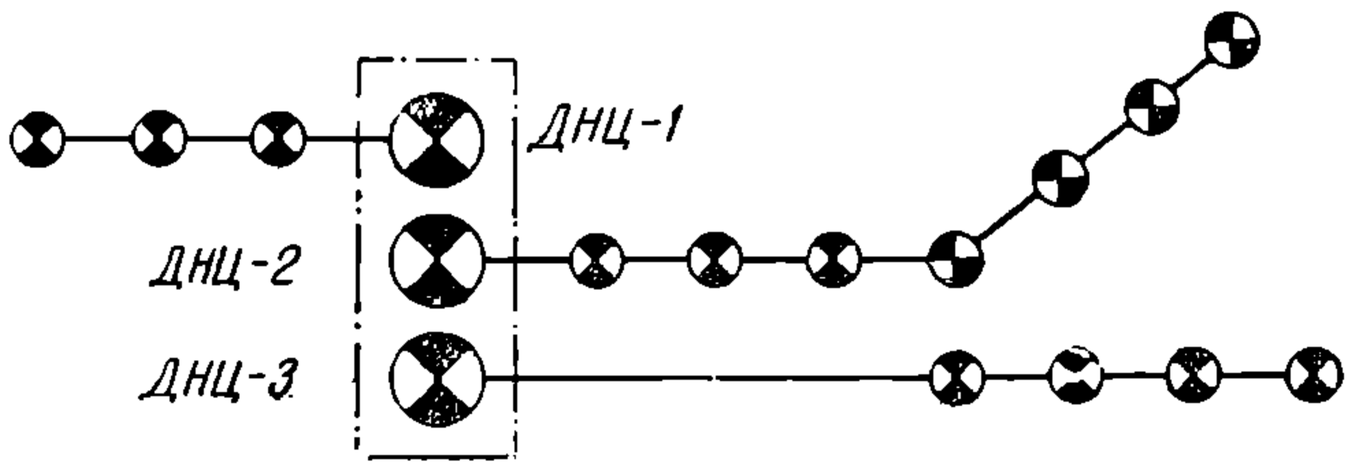
Фиг. 187. Приспособление для использования трансляции в качестве распорядительной станции

§ 30. Связь между диспетчерами смежных участков

Диспетчеры размещены при отделении службы движения. Как общее правило, руководство всеми участками одного и того же отделения осуществляется из одного места.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

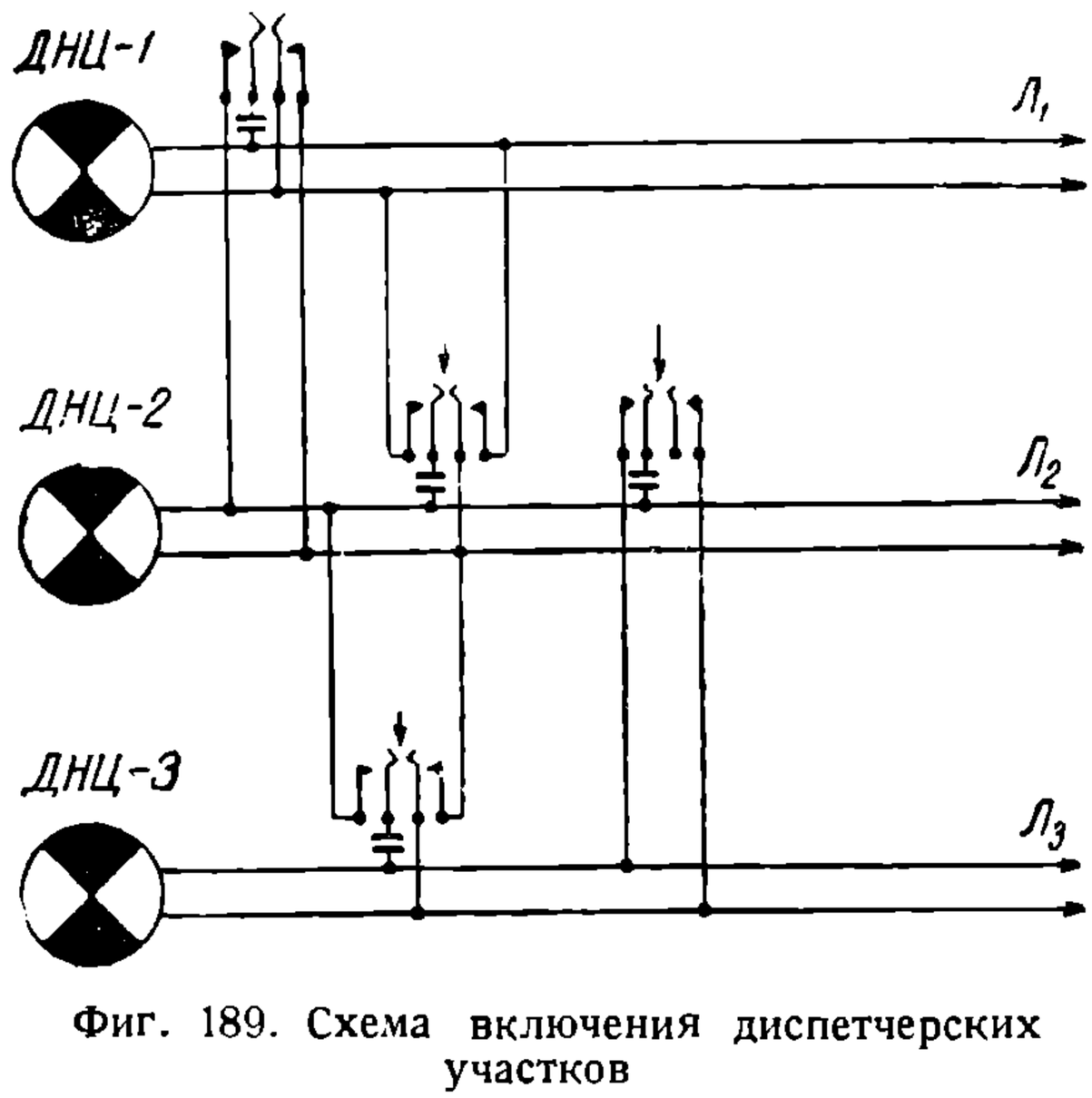
Согласование вопросов, затрагивающих компетенцию диспетчеров смежных участков, делается старшим диспетчером. Получение же справок совершается непосредственно дежурными диспетчерами. При размещении в одном здании в комнатах, примыкающих одна к другой, лучше всего осуществлять связь между диспетчерами посредством включения своей линии в линию того диспетчера, с которым требуется переговорить. Такое включение на время разговора удобнее всего делать посредством кнопок, монтируемых на диспетчерском столе. Если диспетчерские участки имеют конфигурацию, изображенную на фиг. 188, и если диспетчер *ДНЦ-2* имеет надобность в переговорах с двумя другими, а последние только с соседними, то схема включения посредством кнопок будет такой, как это показано на фиг. 189. Ответвления к кнопкам удобно делать от вводных щитков. Вместо кнопок можно иметь рубильники, переключатели вращающиеся и с параллельно передвигающимися контактами.



Фиг. 188. Схема диспетчерских участков

Связь между диспетчерами разных отделений.

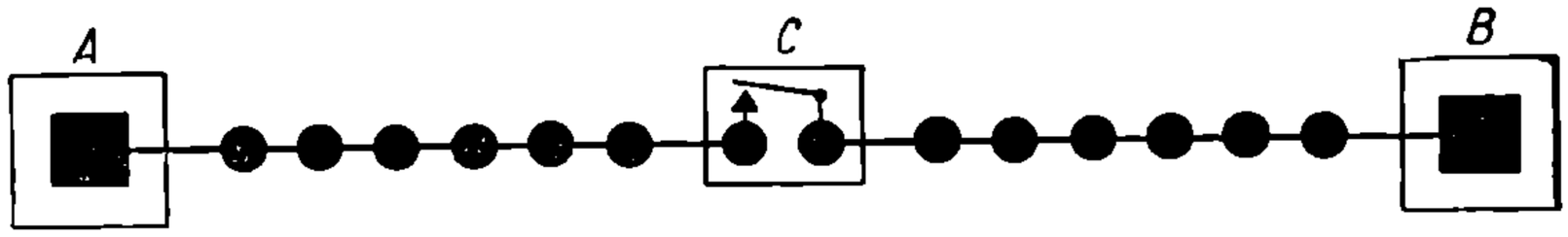
На фиг. 190, 191, 192 и 193 приведены разные случаи соединения диспетчерских участков посредством рубильников.



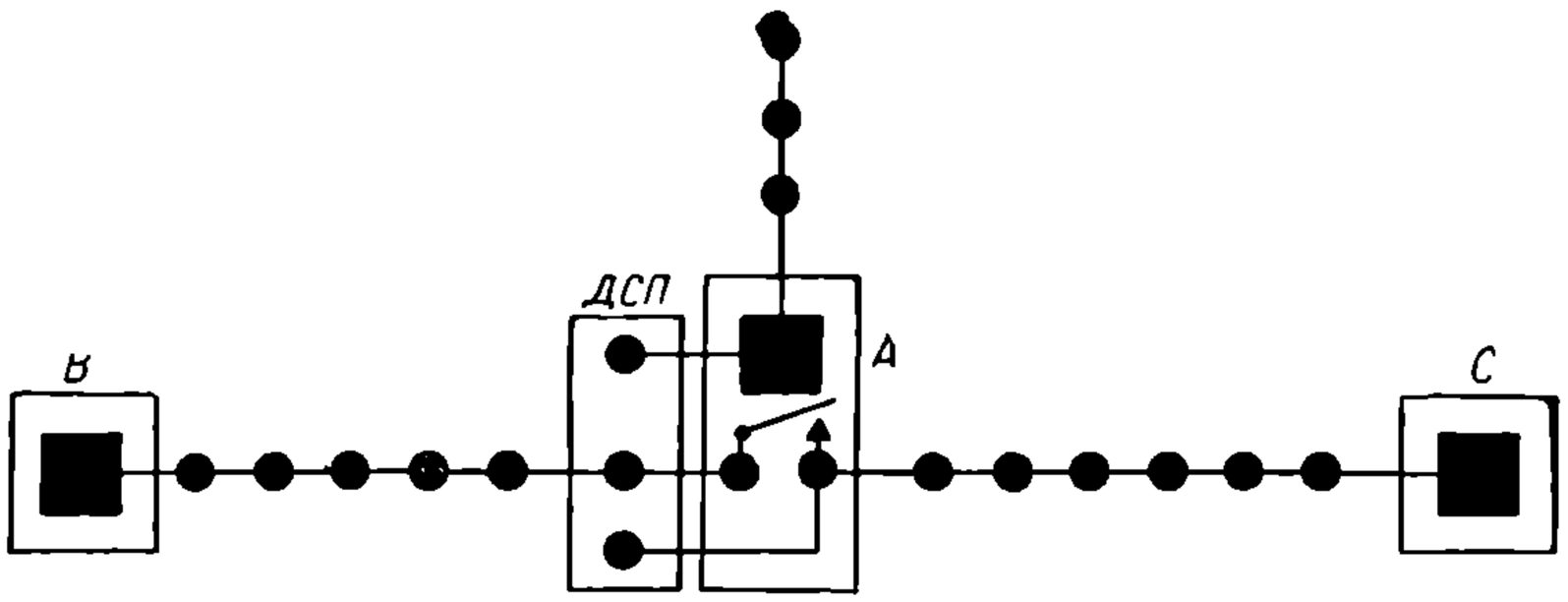
Фиг. 189. Схема включения диспетчерских участков

Лучшим способом быстрого и удобного соединения диспетчерских цепей является автоматическое устройство, которое осуществляет соединение без посредства оператора (фиг. 194). Если диспетчер *ДНЦ-1* пожелает переговорить с диспетчером смежного участка *ДНЦ-2*, то для соединения цепей $Л_1$ и $Л_2$ на прямую на смежной станции устанавливаются дополнительные селекторы: соединительный *СС* и разъединительный *РС*. При посылке вызова в соединительный селектор его звонковые контакты замыкают цепь местной батареи *МБ* через обмотку соединительного реле *СР* и омическое сопротивление. Реле срабатывает: два его якоря в контактах *1—2* соединяют на прямую диспетчерские цепи,

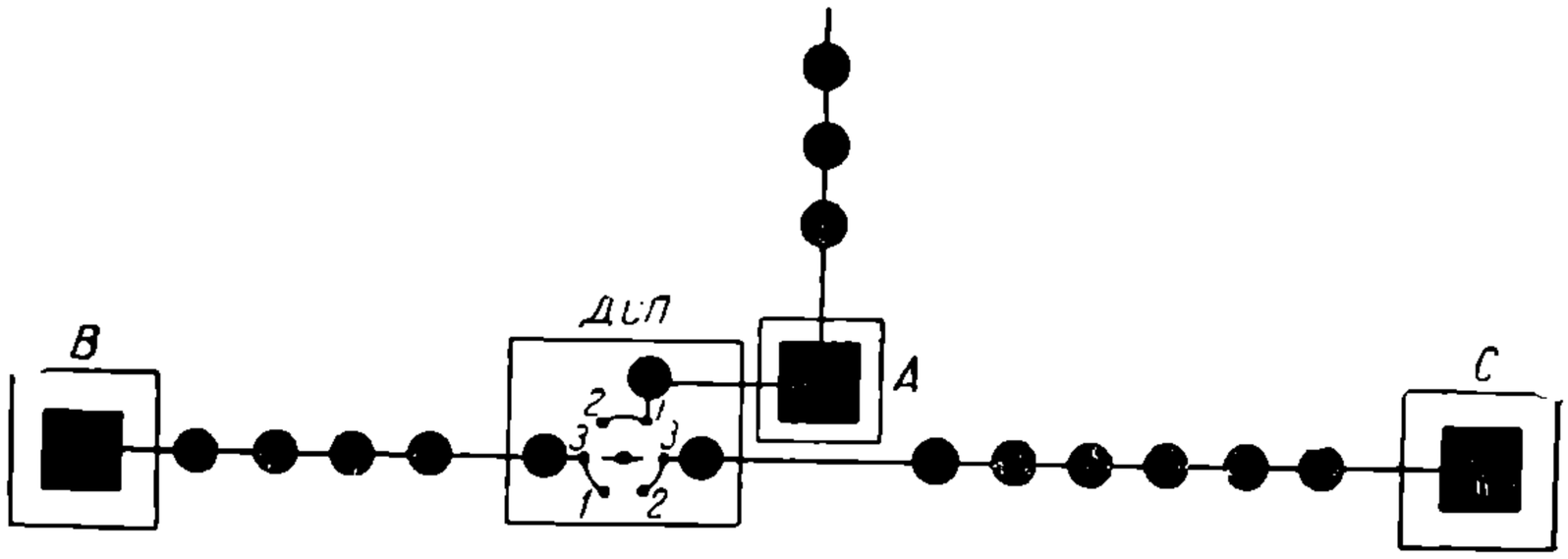
НБ УДУНТ (ДІІТ)



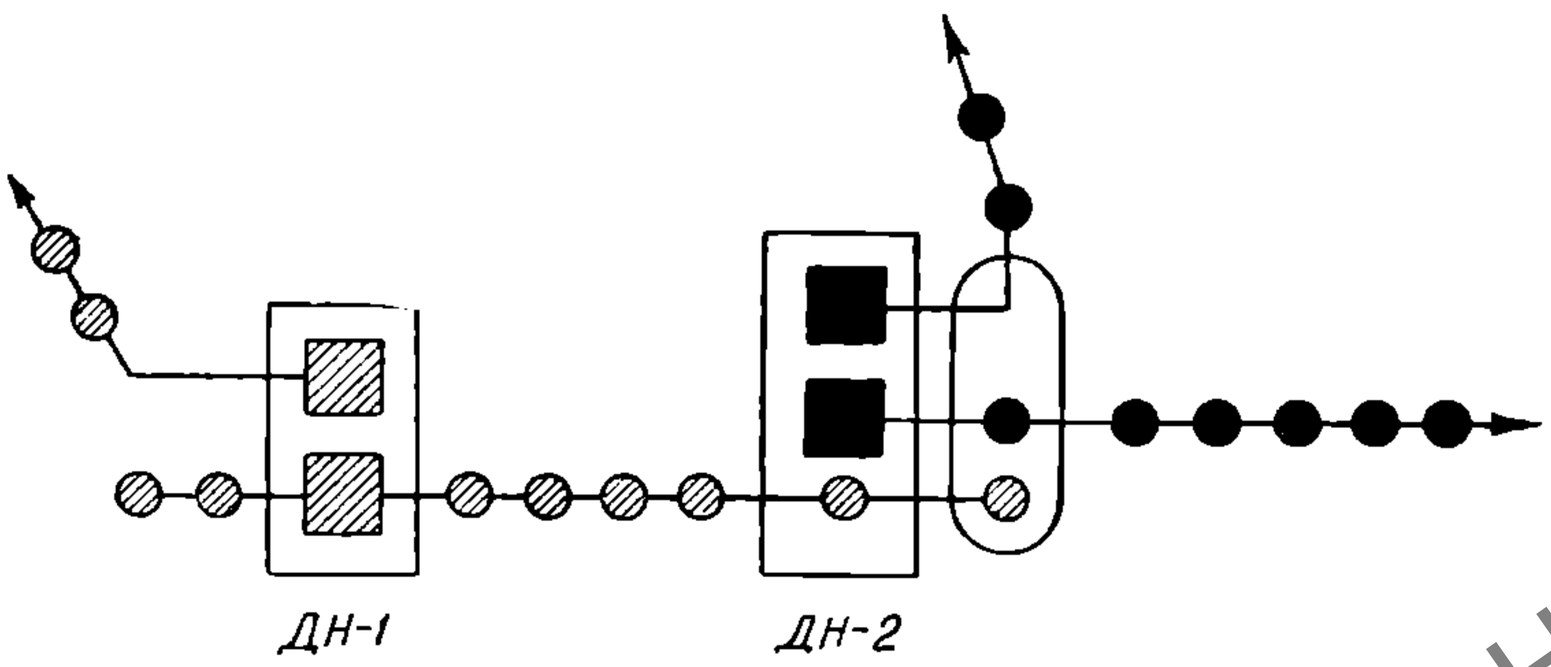
Фиг. 190. Связь между диспетчерами соседних участков, соприкасающихся *C* оконечными станциями



Фиг. 191. Связь между 3 участками: 1) *B*—вызывает *A* ключом, 2) *A*—вызывает *B* голосом, 3) *A*—вызывает *C* голосом, 4) *B* и *C* соединяются диспетчером



Фиг. 192. Связь между 3 участками через переключатель диспетчерских цепей

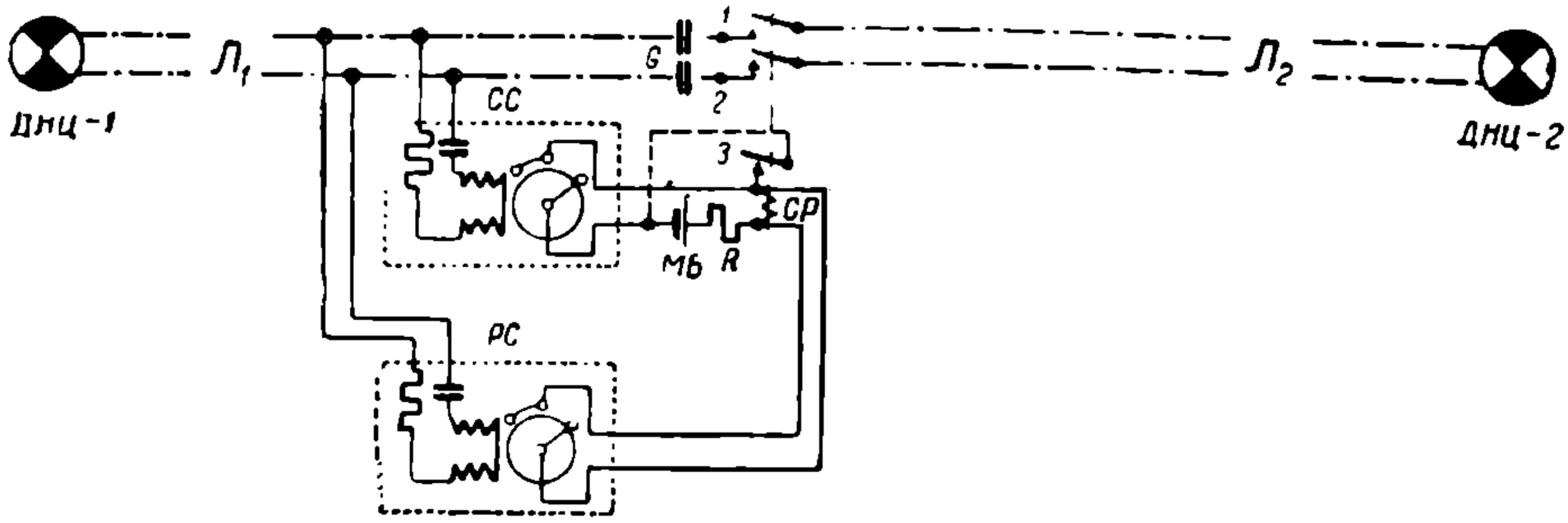


Фиг. 193. Схема связи соседних диспетчеров

НБ УДУНТ (ДІІТ)

а третий якорь в контакте *3* заблокировывает цепь реле на все время переговоров, иначе звонковые контакты, размыкаясь через 1,5—2 сек., разъединили бы цепи.

По окончании разговора диспетчер посылает вызов в разъединительный селектор. Звонковые контакты его шунтируют накоротко обмотку реле, лишают ее тока; вследствие этого якоря отпадают и устройство приводится в первоначальное состояние.



Фиг. 194. Схема устройства для соединения диспетчерских цепей

Конденсаторы *С* необходимы в случае, если на цепь накладывается работа телеграфа. Без них работа наложенных цепей происходила бы с перебоями.

Для возможности соединения цепей по инициативе другого диспетчера *ДНЦ-2* схема должна быть дополнена еще двумя селекторами, включаемыми, подобно первым, с правой стороны схемы, как это показано на следующем чертеже 195.

Во избежание срабатывания селекторов при посылке диспетчером циркулярного вызова и нежелательного соединения цепей при каждом циркулярном вызове настройка соединительного и разъединительного селекторов делается по 19-значному коду.

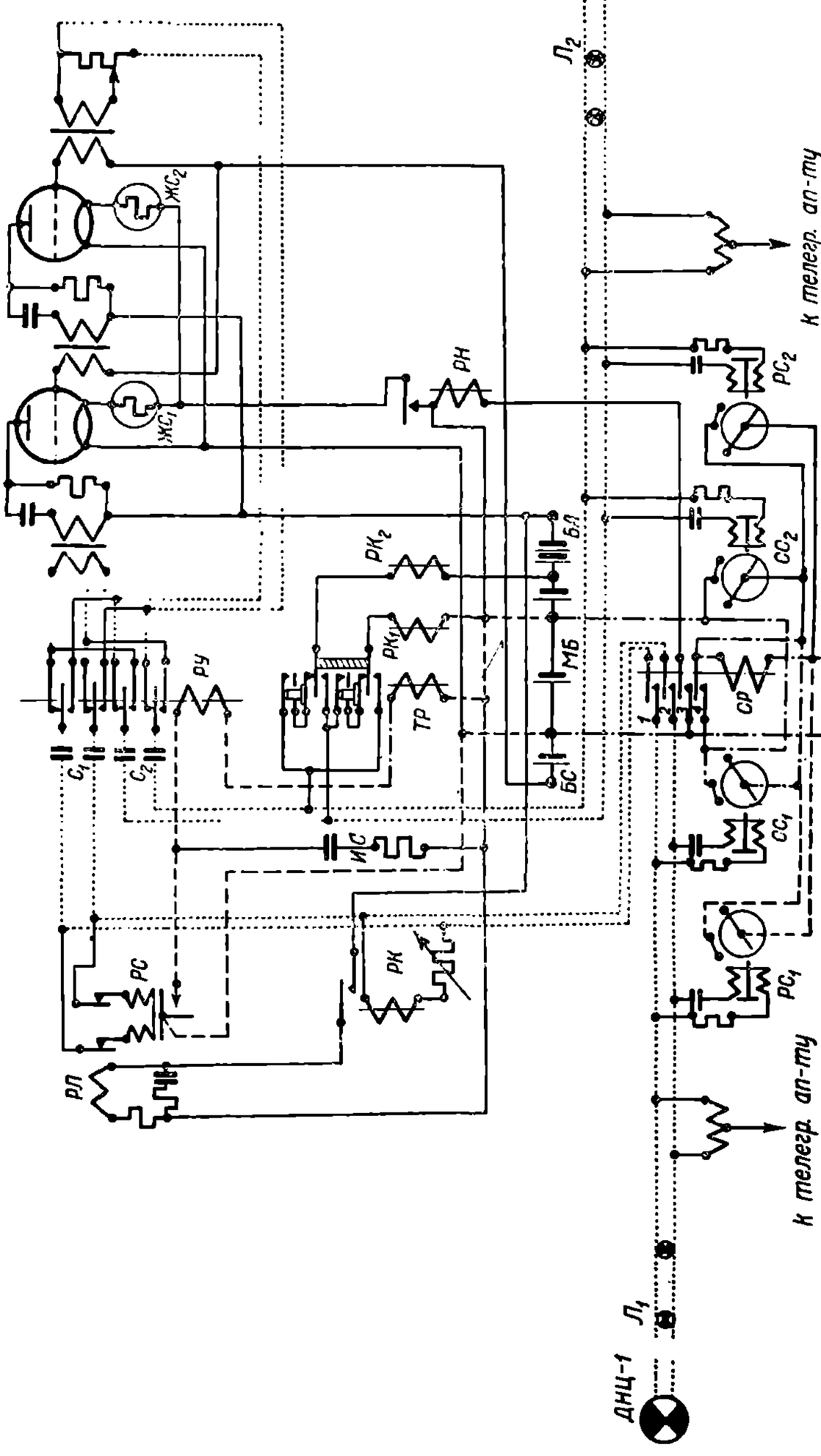
Для автоматического соединения диспетчерских цепей предложены и другие схемы (Шаренберга, Колокольникова и др.).

Если соединяемые цепи образуют линию значительной длины с таким большим затуханием, что хорошая передача оказывается невозможной, то в таких случаях надо на смежной станции устанавливать автоматическую соединительную трансляцию. Эта трансляция совмещает в себе описанное автоматическое устройство, не только соединяющее на прямую две диспетчерские цепи, но и включающие симплексный усилитель (фиг. 195).

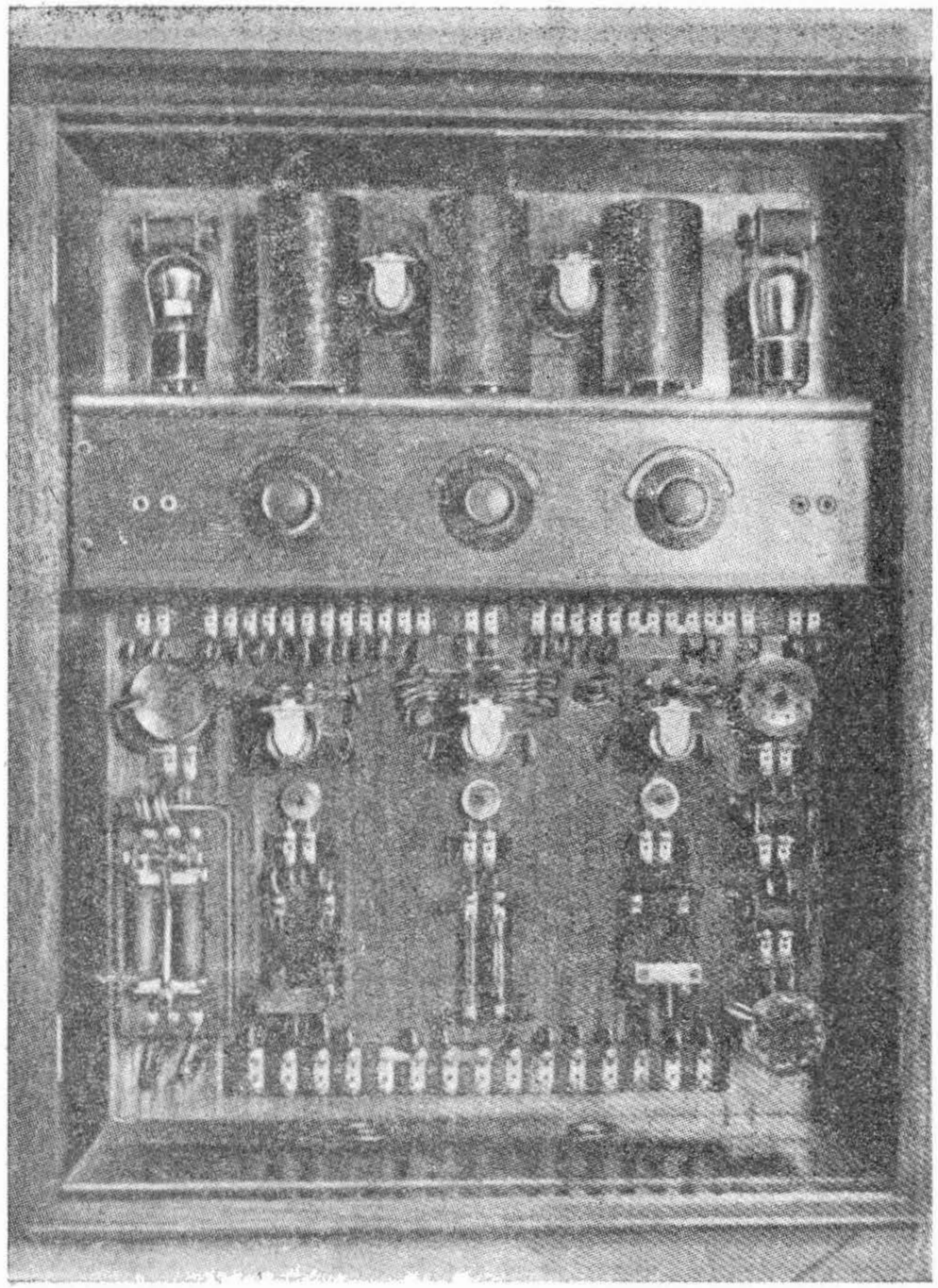
Как показывает схема, в нем сохранены все части диспетчерской трансляции, за исключением приспособлений для переприема вызова: поляризованное реле *РС* замыкает цепь реле управления *РУ*, опрокидывающего усилитель, и цепь реле *ТР*, транслирующего опрокидывающий ток, на случай, если на смежном диспетчерском участке находятся трансляции, которые надо повернуть (например, когда конец одного диспетчерского участка соприкасается со срединой другого); совокупное действие системы двух реле *РК* и *РЛ* отключает реле *РС* при вызове, который диспетчер может послать во время разговора (на-

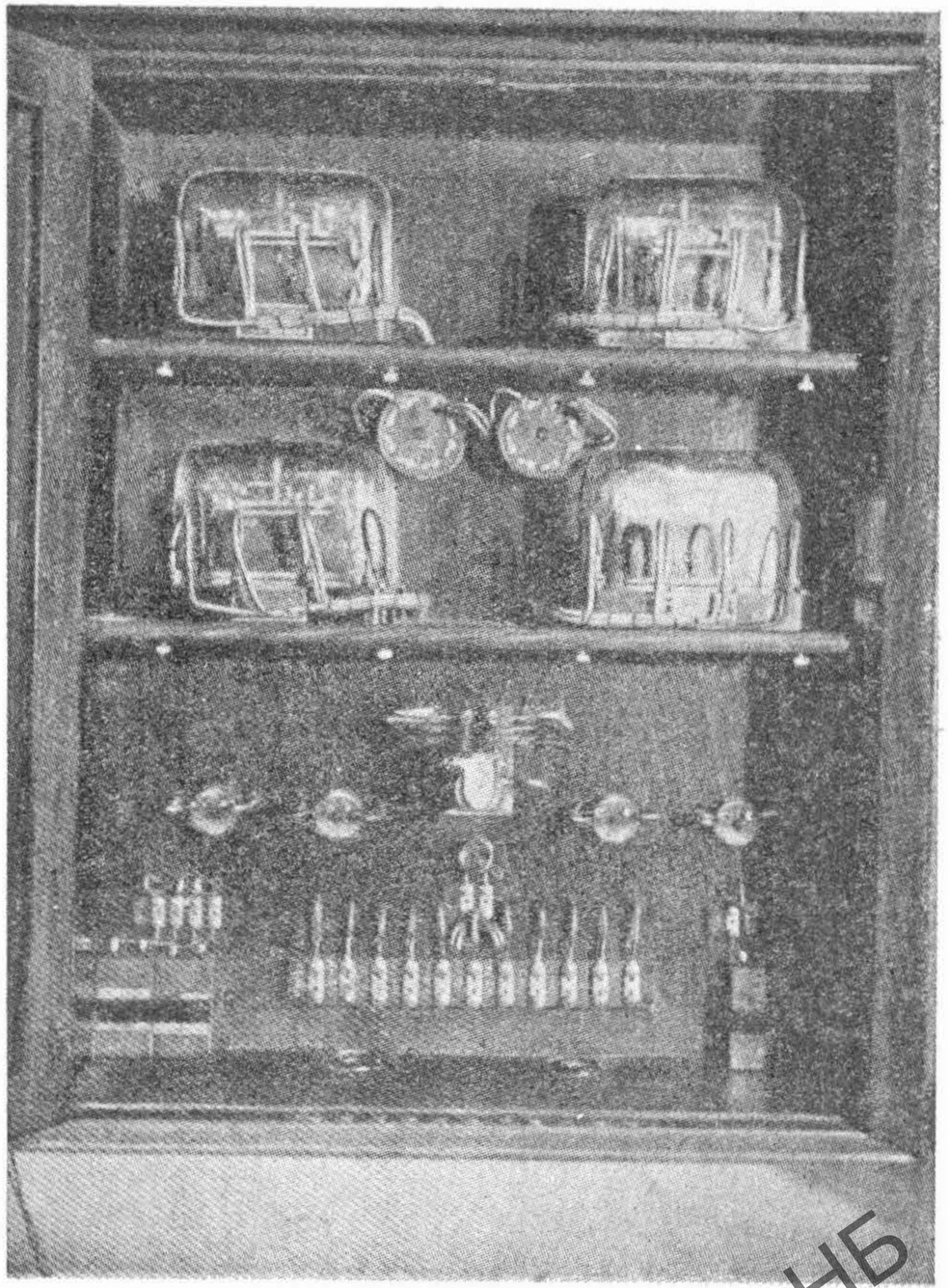
НБ УДУНТ (ДІІТ)

НЕ УДУНТ (ДШТ)



Фиг. 195. Схема соединительной трансляции





Фиг. 196. Диспетчерская соединительная трансляция

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пример на оконечную станцию своего участка), и тем самым предупреждает ненужный поворот усилителя.

В виду того, что к этой трансляции приходится прибегать сравнительно редко в течение суток, лампы зажигаются только на время разговора; это достигается тем, что в соединительном реле *СР* добавляется четвертый якорь, образующий контакт *3*, вследствие чего замыкается цепь реле накала *РН*, срабатывание которого в свою очередь замыкает цепь накала электронных ламп.

Вызов другого диспетчера делается голосом. Схема допускает наложение телеграфной работы. Тип ламп и остальных частей трансляции одинаков с таковыми в промежуточной трансляции.

Ранее соединительные трансляции монтировались в двух настенных шкафах (фиг. 196). В настоящее время они монтируются на стандартных стативах.

§ 31. Дальняя дорожная диспетчерская связь

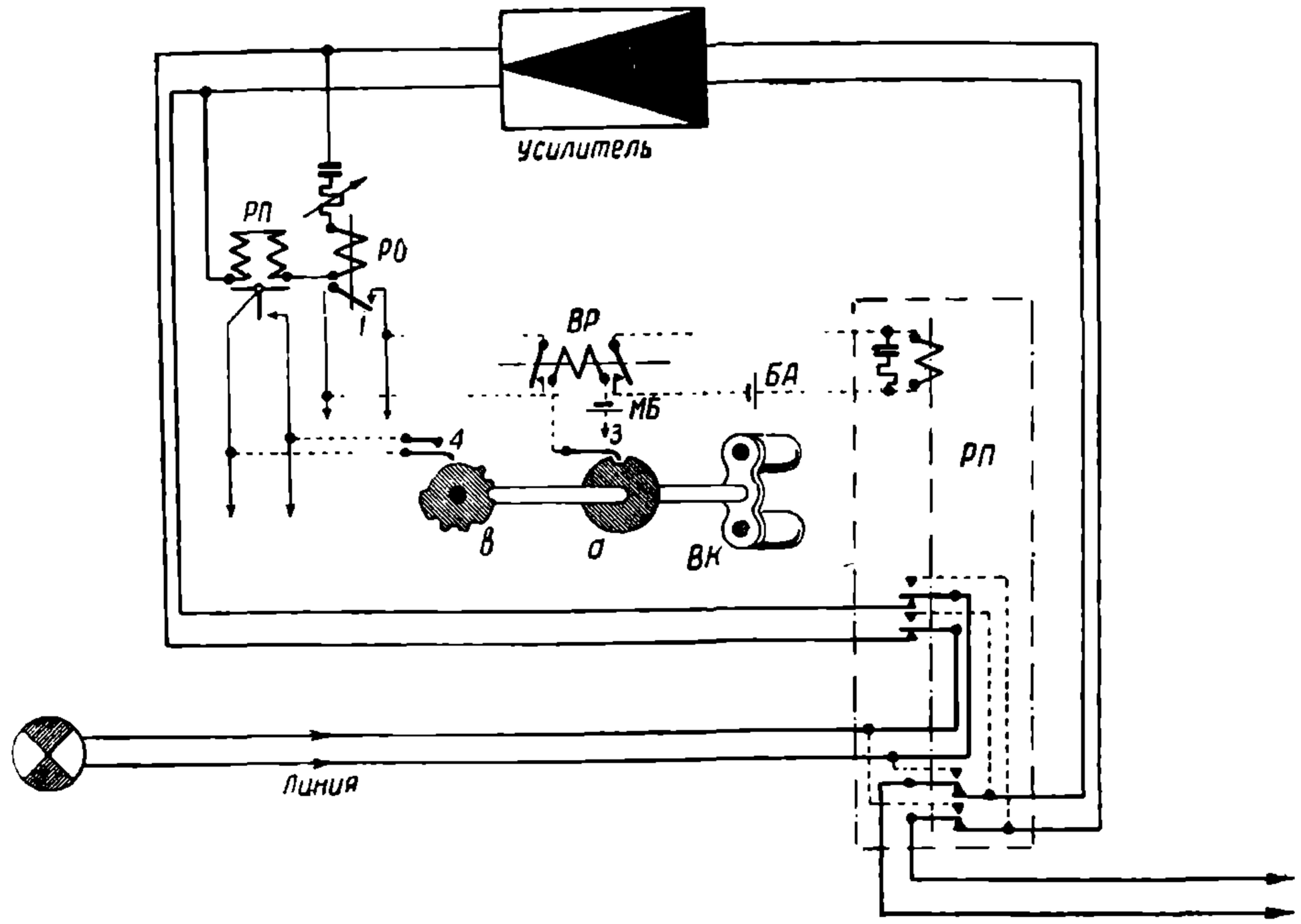
Прямое назначение дальней дорожной диспетчерской связи заключается в возможности проведения телефонных диспетчерских совещаний дорожного масштаба. Для этого необходимо обеспечить связь между распорядительным пунктом при управлении дороги и начальниками отделений движения. В виду того, что в каждом пункте может одновременно участвовать несколько лиц (начальники служб в управлении и начальники участков разных служб в отделениях), наиболее удобным представляется оборудование особых переговорных студий, куда должны собираться участники совещания. Студии эти оборудуются так, чтобы условия акустики были наиболее благоприятны. В студии помещается стол для участников совещания, громкоговоритель и несколько параллельно включенных микрофонов для отдельных лиц. По соседству со студией размещаются остальные приборы связи и рабочее место дежурного механика.

В свободное от совещаний время суток дальняя дорожная связь может быть использована для других переговоров. В этом случае необходимо иметь возможность взаимного вызова, что связано с приспособлением трансляций для посылки вызова в ту и другую стороны, а также необходимо приспособить их для переприема вызова с обратной стороны. В случае повреждения какой-либо части линии такое оборудование позволит поддерживать связь по остальной части линии.

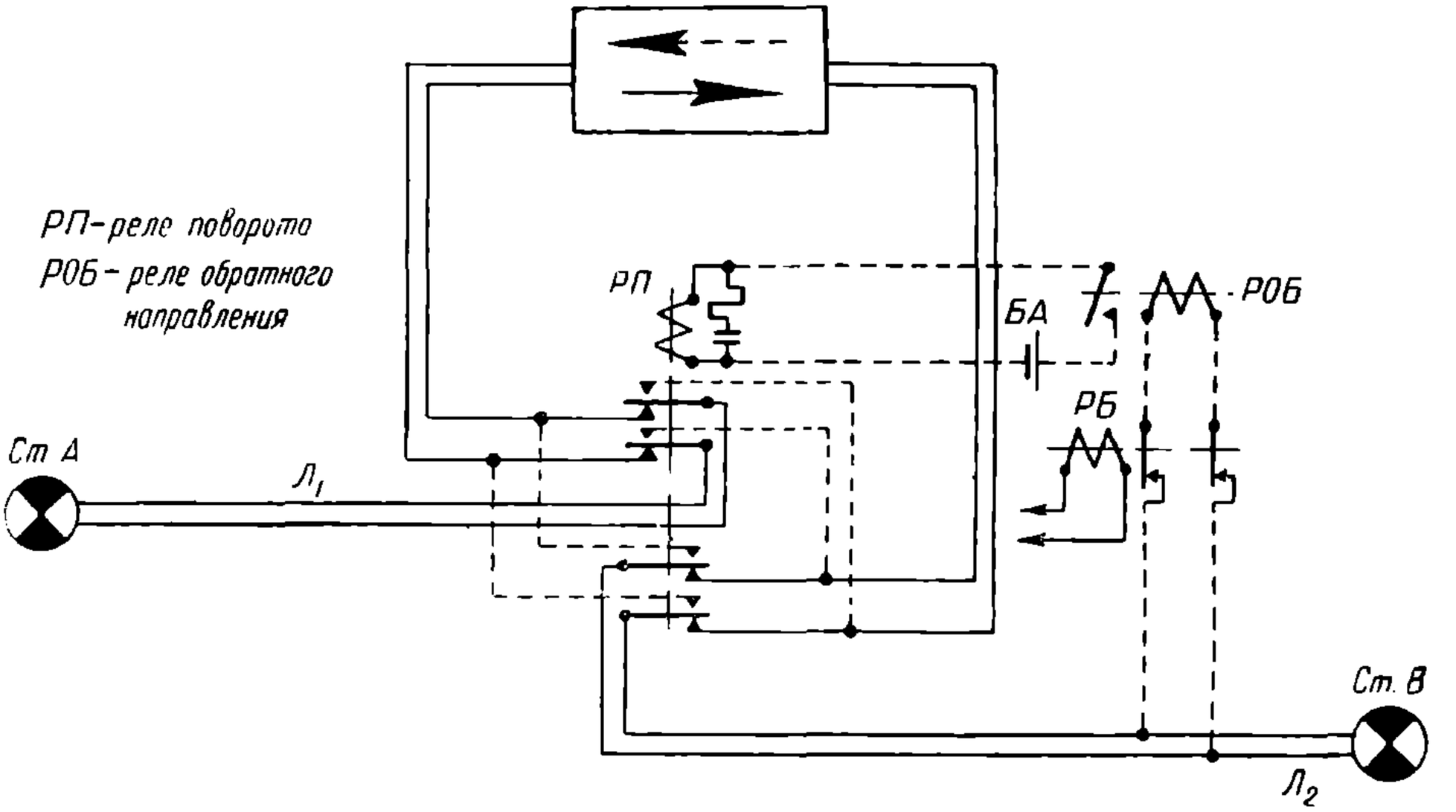
При диспетчерских совещаниях вопрос вызова упрощается, так как это делается голосом и воспринимается через громкоговоритель. При этих совещаниях существенную роль играет возможность поворота усилительной части трансляции; звонковый же вызов требуется в других случаях.

Приспособление трансляции к посылке вызова в удаленную от распорядительной станции часть линии, т. е. в сторону переприема вызова показано в предыдущем § 30. На фиг. 197 показана схема приспособления трансляции к посылке о б р а т н о г о вызова, т. е. вызова станций той части линии, которая расположена от трансляции в сторону распорядительной станции. При вращении заведенного вызывного ключа *ВК* диск *а* заставляет замкнуться контакт *3* на все время

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 197. Приспособление трансляции для обратной посылки вызова



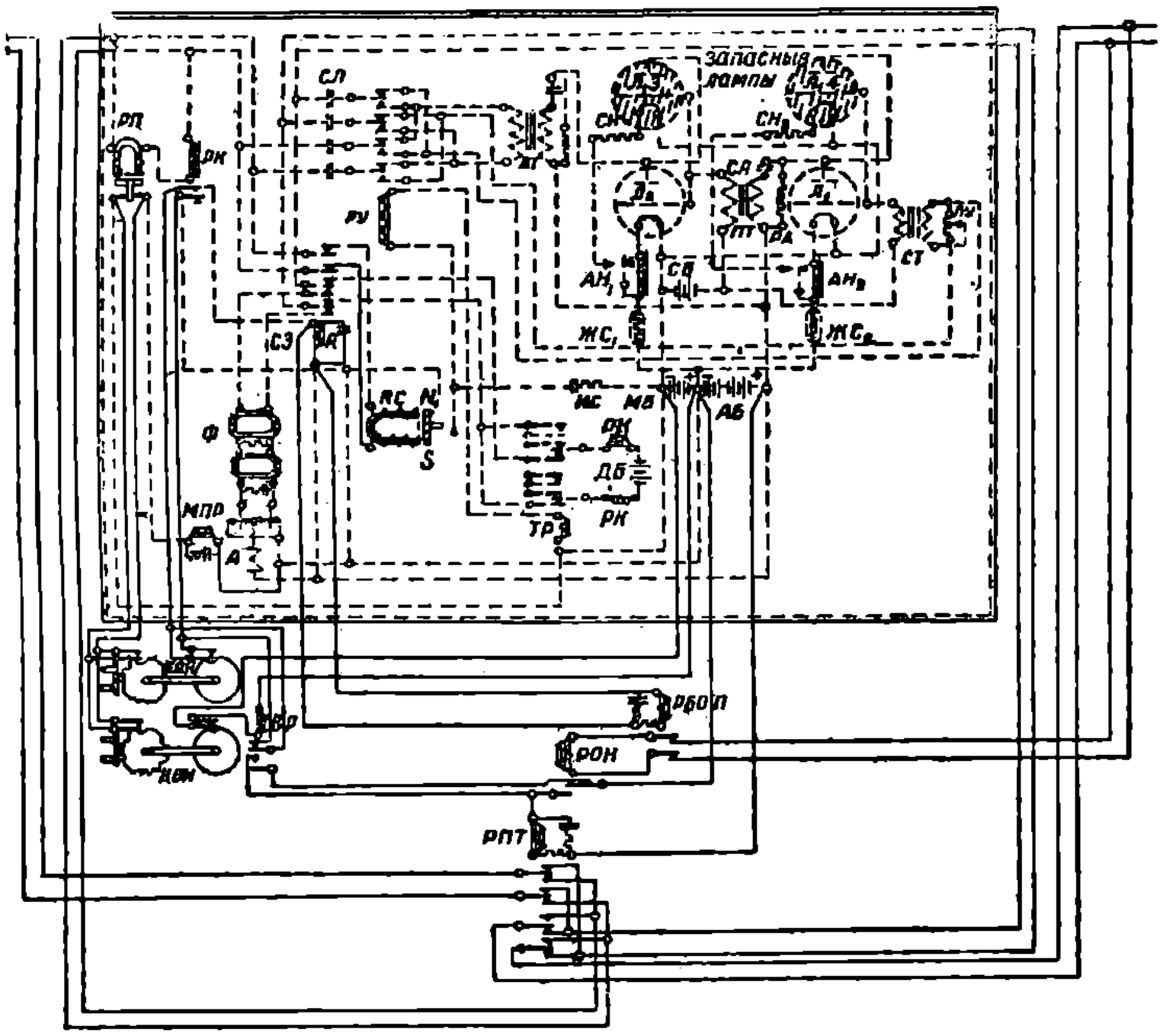
Фиг. 198. Двухсторонний переприем вызова через диспетчерскую трансляцию

вращения ключа; этим замыкается цепь местной батареи *МБ* через обмотку вспомогательного реле *ВР*, которое срабатывает и левым якорем включает вызывную батарею в линию, т. е. делает то же самое, что происходит при притяжении якоря *I* реле *РО*; правый якорь *ВР* замыкает анодную батарею *БА* через обмотку медленно действующего реле пово-

НВ УДУНТ (ДІІТ)

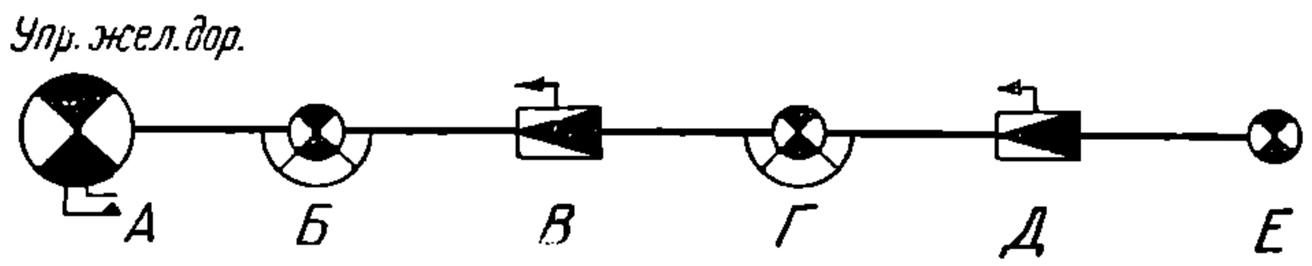
рота *РП*. Последнее срабатывает и тем самым переключает удаленную часть линии от выходного конца трансляции к входному, а ближайшую часть линии—обратно к выходному концу.

Схема приспособления для д в у х с т о р о н н е г о переприема вызова через диспетчерскую трансляцию изображена на фиг. 198. При посылке



Фиг. 199. Полная схема диспетчерской трансляции

о б р а т н о г о вызова со станции *В* первый же импульс вызывного тока ответвляется через обмотку реле обратного направления *РОБ*, которое срабатывает от этого и замыкает цепь анодной батареи *БА* через обмотку медленно действующего реле поворота *РП*, которое и переключает на все время вызова линии $Л_1$ и $Л_2$.



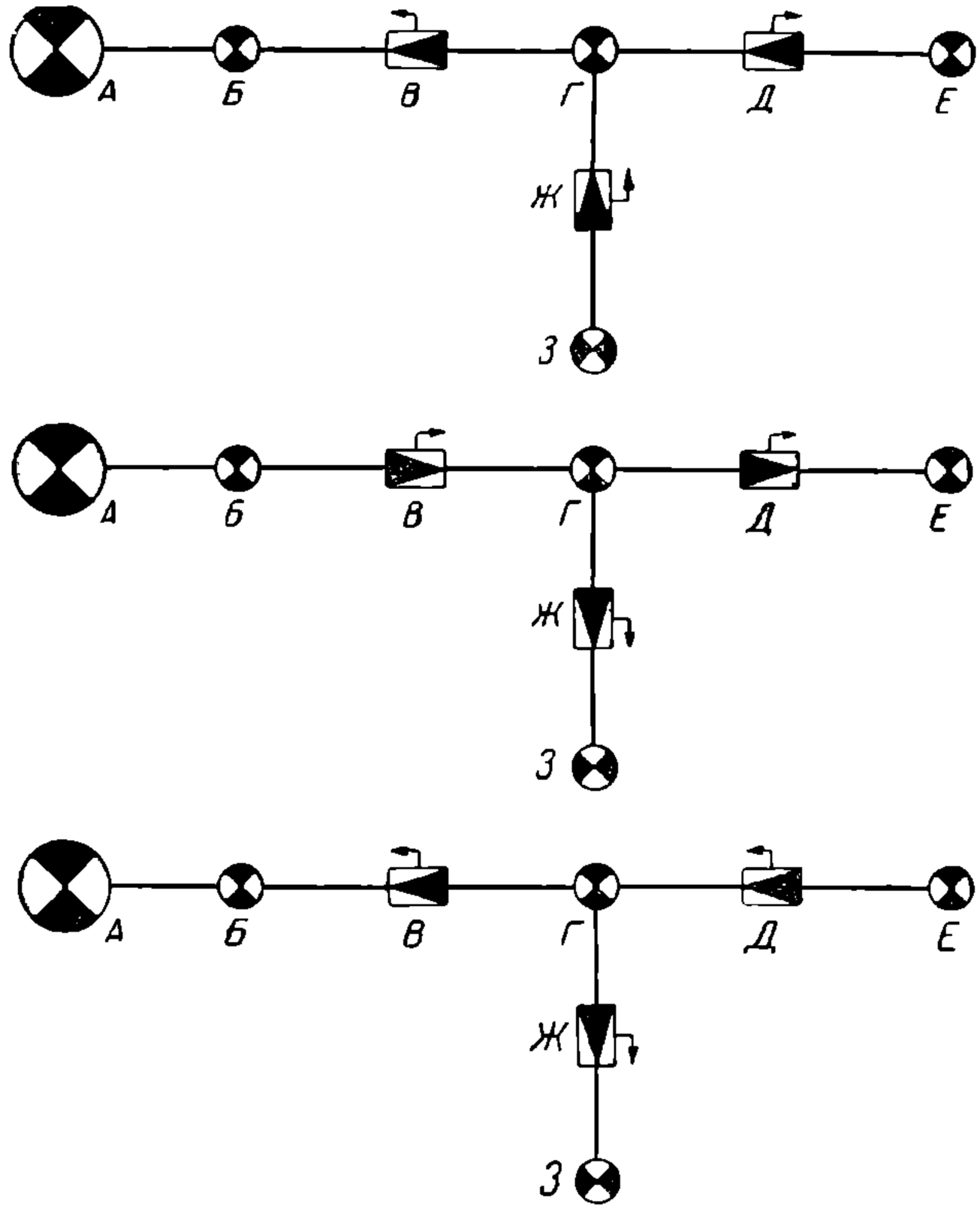
Фиг. 200. Схема дальней дорожной связи без разветвлений: *Б*, *Г*—промежуточные станции с правом вызова, *В*, *Д*—трансляции; направление усиления показано стрелкой

Чтобы при п р я м о м вызове не сработало реле *РОБ*, его отключает от линии $Л_2$ блокировочное реле *РБ*, приключенное параллельно контактам якоря *РО* (фиг. 198).

Полная схема трансляции с этими дополнительными приспособлениями показана на фиг. 199 и не требует особых пояснений.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Рассмотрим примеры линейных схем связи. Если конфигурация дальней дорожной связи представляет собою линию без разветвлений, то схема, показанная на фиг. 200, вполне разрешает вопрос дальней связи. Если конфигурация представляет собою разветвляющуюся линию и размещение трансляции при этом не совпадает с узловой станцией, то любая из схем фиг. 201 и 202 может быть использована для включения трансляции. Как видно из этих схем, выбор нормального положения трансляции делается по следующему правилу, а именно: у с и л е н н ы е



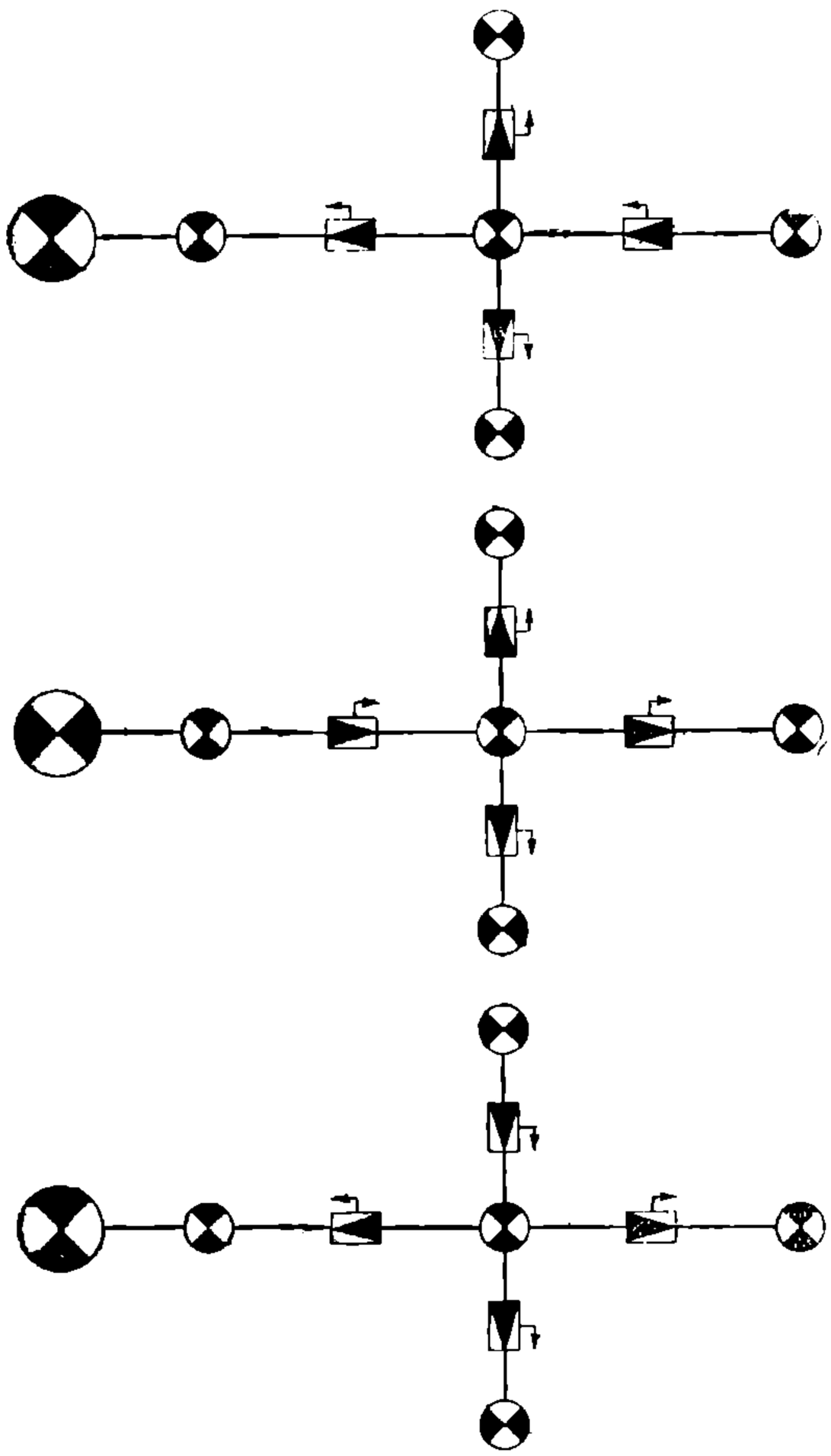
Фиг. 201. Линия с ответвлениями

т о к и п о д х о д я т к у з л о в о й с т а н ц и и т о л ь к о с о д н о г о н а п р а в л е н и я и у х о д я т п о в с е м о с т а л ь н ы м н а п р а в л е н и я м. Согласно этому правилу сделано размещение трансляции в случае сложной конфигурации (фиг. 203).

В случае, если по расчету требуется установка усилителя на узловой станции (фиг. 204), то задача не может быть разрешена посредством установки одной трансляции. Действительно, если установить трансляцию по схеме (I), то может оказаться, что усилитель *В* не перекроет расстояния *ВГЕ*. При установке трансляции перед разветвлением (схема II) расстояние между станциями *Д* и *Е* окажется настолько значительным, что при передаче разговора от какой-либо из этих двух станций уровень пере-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

дачи окажется пониженным настолько значительно, что разговор не будет проходить удовлетворительно. Кроме того, асимметрия или повреждение линии какого-либо из ответвлений при передаче с одной из оконечных станций *Д* или *Е* скажется на неудовлетворительности передачи (на входе трансляции *Г* будут две линии). Такими же недостатками страдает и схема (III).



Фиг. 202. Разветвления на несколько направлений

Задача могла бы быть разрешена по схеме (IV), но для этого в узле *Г* потребовалось бы установить две трансляции, расположив направление усиления по указанному правилу. При разветвлении на большее число направлений потребуется еще большее число трансляций в узле, а именно: равное числу ответвлений. Для разрешения задачи посредством установки одной трансляции был сконструирован специальный узловой усилитель. Принцип его действия показан на фиг. 205.

Если линия $Л_1$, подходящая со стороны распорядительной станции, разветвляется на два направления $Л_2$ и $Л_3$, то линию $Л_1$ присоединяют к входной стороне трансляции; выходы из трансляции на каждое из разветвлений делают независимыми посредством параллельно приключаемых ко вторичной обмотке промежуточного трансформатора (*П. Тр.*) выходных усилительных ламп $УЛ_1$ и $УЛ_2$ (*Ш*—шины).

Чтобы осуществить передачу с какой-либо станции ответвления $Л_2$, необходимо линию этого ответвления переключить на входную сторону трансляции, а линию $Л_1$—на выход из трансляции. Такая трансляция позволяет осуществлять в процессе переговоров комбинации, изображенные на фиг. 206.

Эти комбинации осуществляются автоматически при нажатии разговорной кнопки, которая замыкает опрокидывающую батарею. Фиг. 207 поясняет возможность управления узловой трансляцией от абонента. Чертеж изображает нормальное положение трансляции, при котором рекомендуется приключать к входной стороне усилителя ту часть линии,

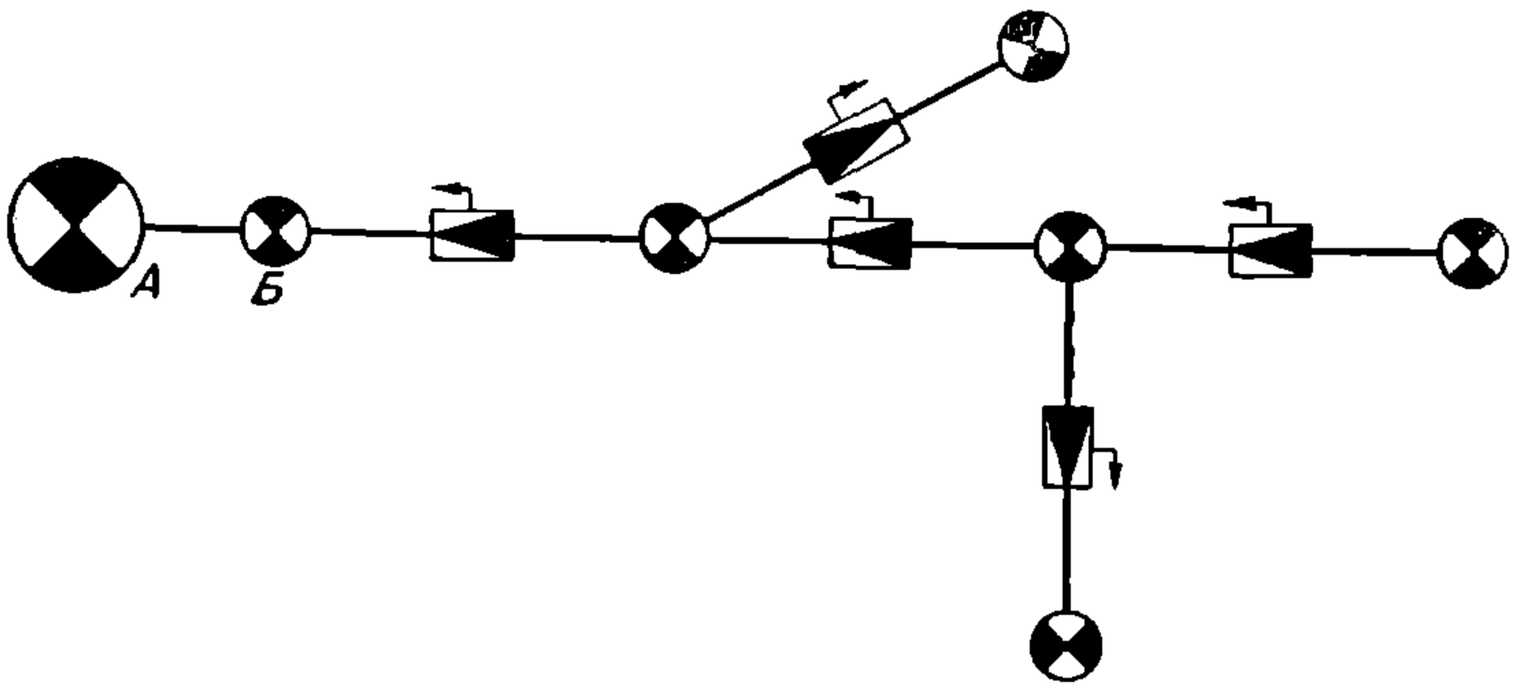
НБ УДУНТ (ДІІТ)

которая подходит к узловому пункту от распорядительной станции, реле *РО-1*, *РО-2* и *РО-3* управляют переключателями при нажатии переговорной кнопки. Одновременно ко входу в усилитель может быть приключена только одна линия; остальные будут на выходной стороне. *А*—переговорная аппаратура узловой станции.

При нажатии кнопки на этой станции выключается из линии громкоговоритель и включается микрофон; при этом микрофон переключается ко входу в усилитель, а линия $Л_1$ к выходу из него. Таким образом, на выходе окажутся все три линии, что и требуется при этой комбинации.

Более подробная схема усилительной части узловой трансляции приведена на фиг. 208.

Разделительные конденсаторы C_1—C_2—C_3 и корректирующий контур рассчитываются таким образом, чтобы в совокупности с входным



Фиг. 203. Сложное разветвление

трансформатором входное сопротивление трансляции (W) было бы равно волновому сопротивлению линии (Z) в полосе частот $f = 300$—2400 Hz. Регулятор усиления градуирован на диапазон усиления от 0,8 до 3,2 непера при $f = 800$ Hz.

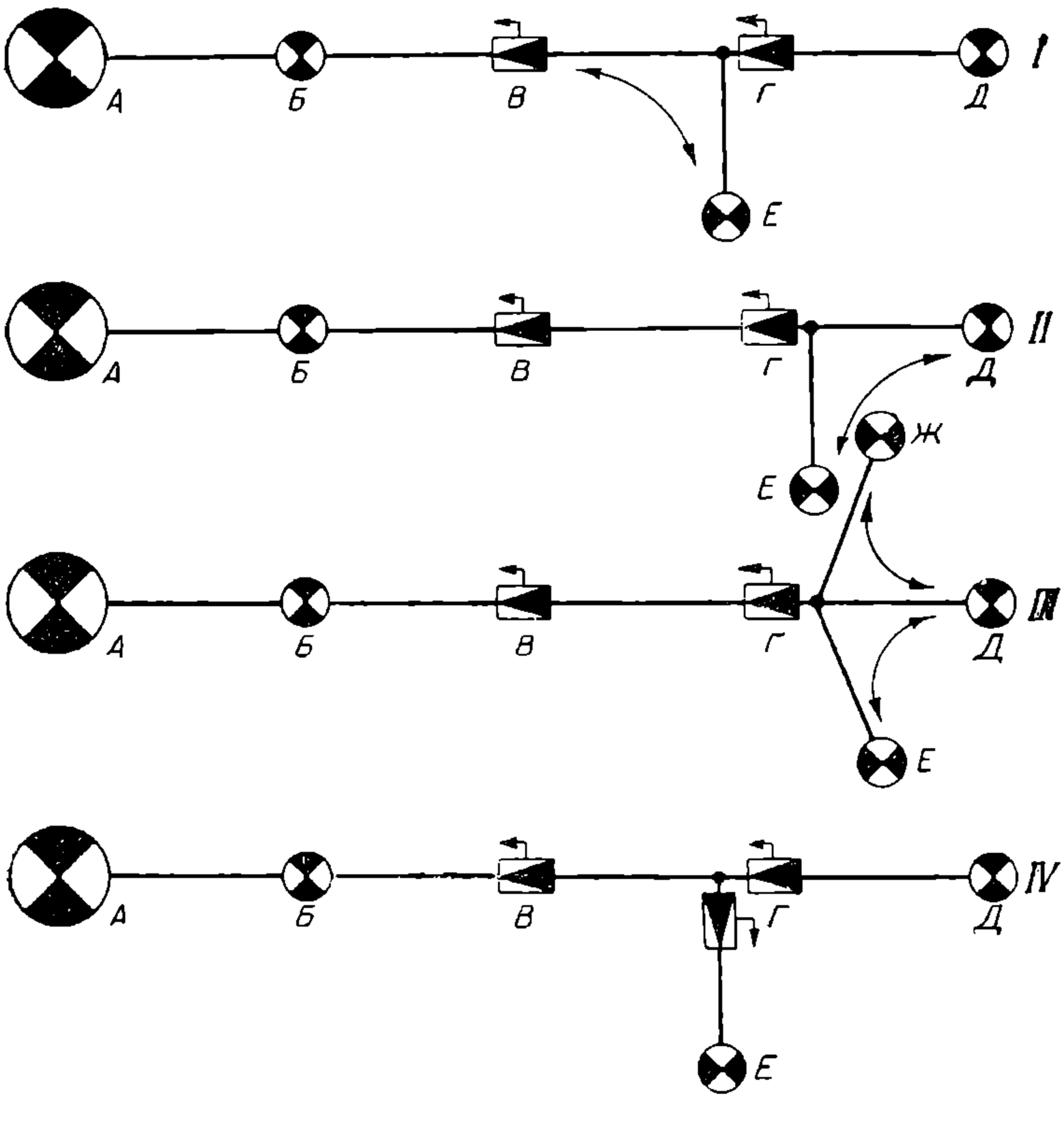
При числе до 6—8 выходных ламп нагрузка промежуточного трансформатора (*Пр. Тр.*) практически применяется неизменной.

На чертеже показано нормальное положение, при котором линия $Л_1$, подходящая от распорядительной станции, приключена ко входной части узловой трансляции, а линии $Л_2$ и $Л_3$—к выходной ее стороне.

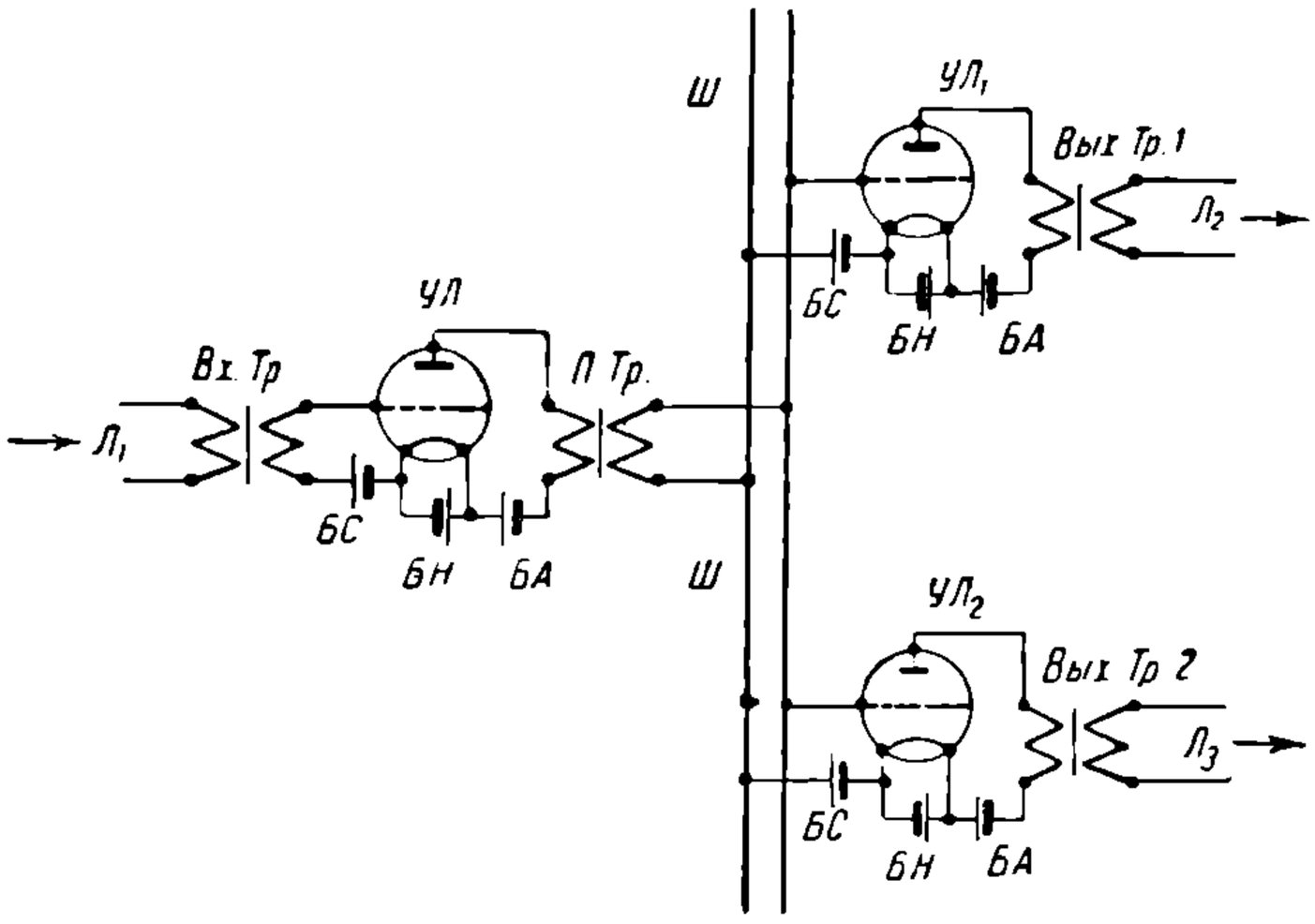
Динамический репродуктор переговорной аппаратуры *Д* нормально поставлен на прием разговора с линии $Л_1$, который усиливается входным усилителем (*Вх. Ус.*) Переключение на передачу разговора по той же линии осуществляется нажатием микрофонной кнопки *МК*, вследствие чего замыкается цепь батареи *Б*, реле *РУУ* срабатывает и репродуктор *Д* выключается, а включается мраморный микрофон *М*. Микрофонный ток усиливается выходным усилителем (*Вых. Ус.*)

Если требуется передать разговор с другой какой-либо линии, например от абонента линии $Л_2$, то последний нажимает свою переговорную кнопку и тем самым заставляет сработать поляризованное реле *РУ-3* от опрокидывающей своей батареи. Срабатывание реле *РУ-2* заставляет в свою очередь сработать обыкновенное реле *РО-2*, которое отключает линию $Л_2$ от выходной стороны узловой трансляции и приключает ее

НБ УДУНТ (ДІІТ)

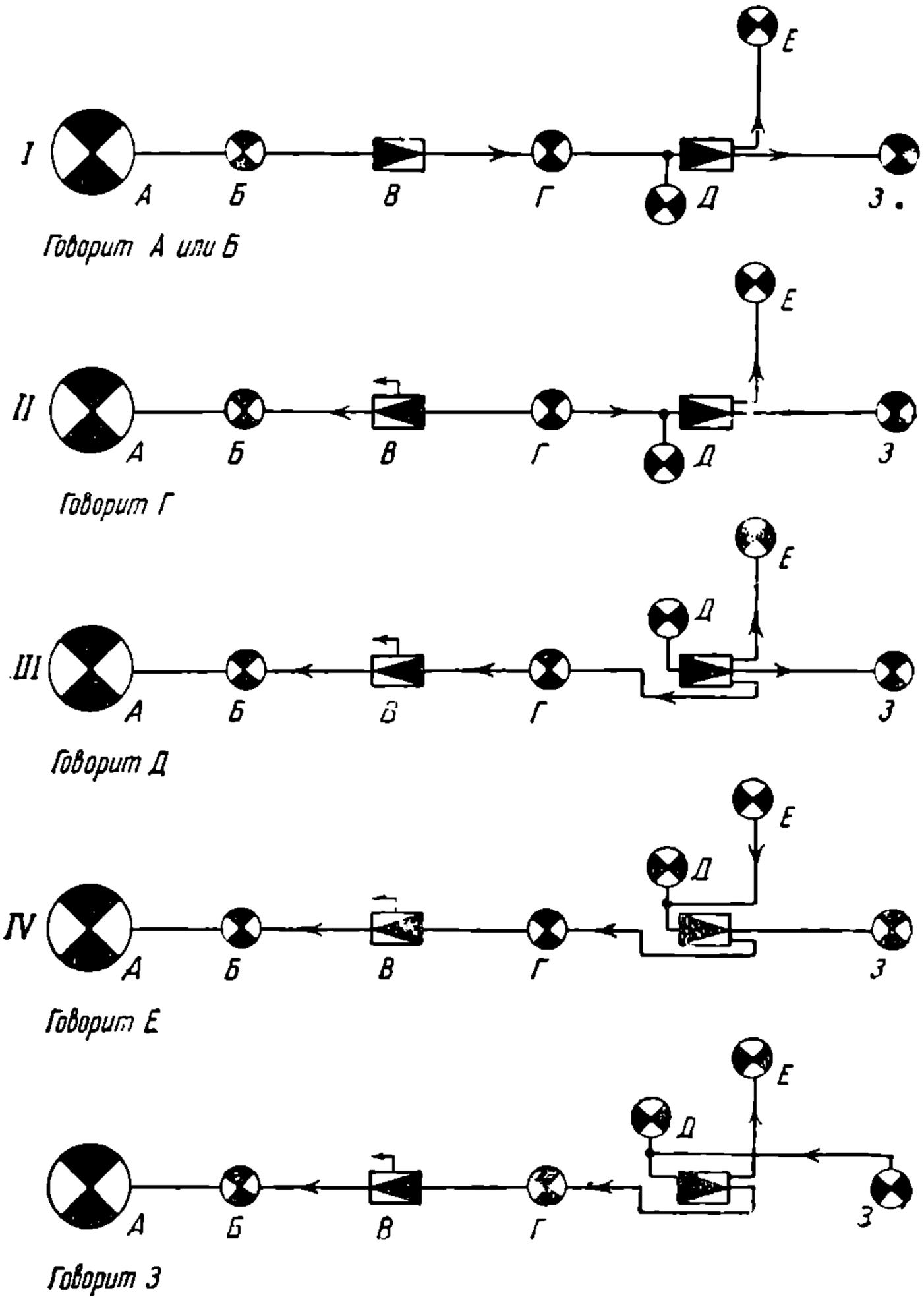


Фиг. 204. Трансляция в узле



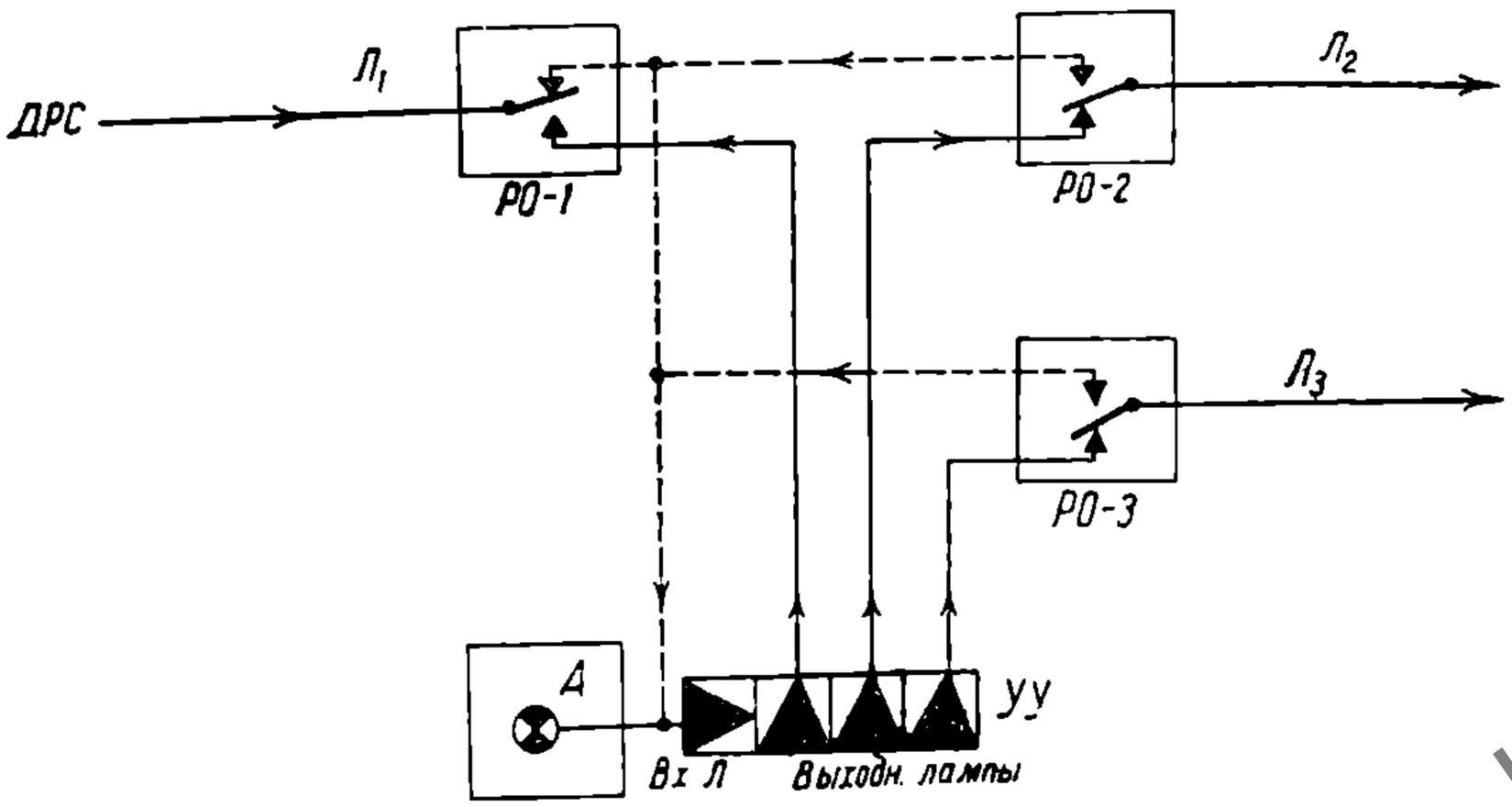
Фиг. 205. Принцип действия узлового усилителя

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)



Говорит З

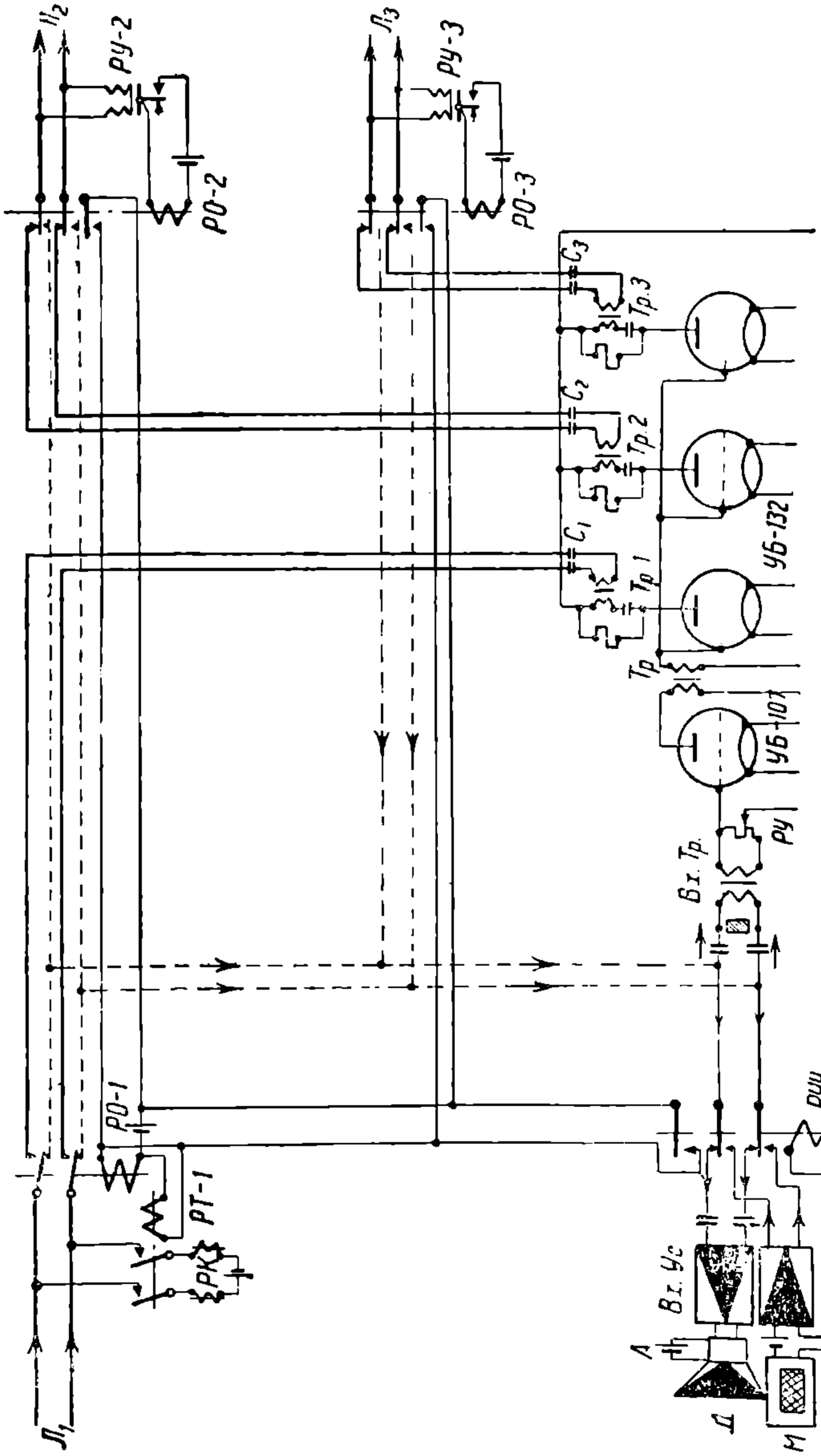
Фиг. 206. Схемы различных комбинаций включения узловой трансляции



Фиг. 207. Схема включения узлового усилия

НБ УДУНТ (ДІІТ)

к входной стороне; кроме того, срабатывание реле *РО—2* заставляет сработать два реле *РО-1* и *РТ-1*; в результате линия $Л_1$ отключается от входной части трансляции и приключается через трансформатор *Тр. 1*



Фиг. 208. Схема узлового усилителя

к входной ее стороне, а реле *РТ-1* включает в линию $Л_1$ опрокидывающую батарею *ОБ* через реактивные катушки *РК*.

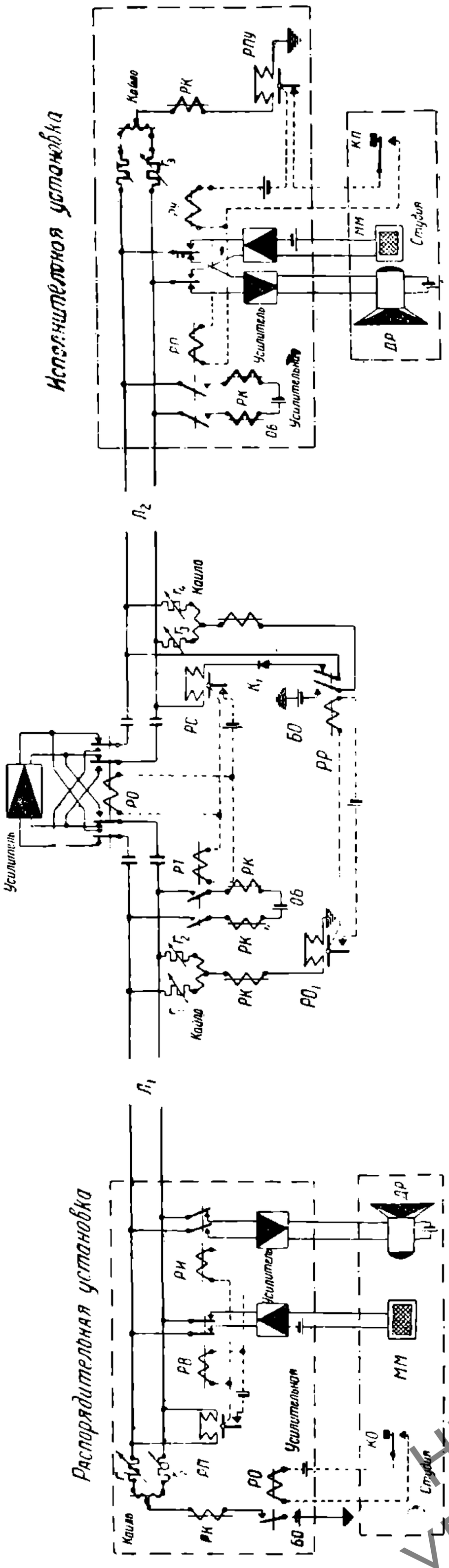
Подобным же образом совершается посредством действия реле *РУ-3* и *РО-3* передача разговора от какого-либо из абонентов линии $Л_3$.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Входное сопротивление входящего усилителя берется около 10 000 Ω; этот порядок цифр обеспечивает трансляцию от искажений и не вносит больших затуханий.

При диспетчерских совещаниях, пользуясь дальней дорожной связью, распорядительной станции надо предоставить право перебивать разговор, передаваемый с линейных станций. При поездной диспетчерской связи, при нормально установленных усилителях в сторону диспетчера, он может в любой момент это сделать, так как управление поворотом трансляции сосредоточено у него. В дорожной диспетчерской связи усилитель нормально обращен в сторону подчиненных пунктов, у которых установлены кнопки для опрокидывания трансляций; следовательно в случае передачи разговора с линейной станции распорядительная станция вынуждена была бы терпеливо и беспомощно ожидать, когда на подчиненном пункте будет опущена переговорная кнопка,— если бы не была снабжена приспособлением для так называемого обратного управления, позволяющего перебивать разговор. Приспособление, предназначенное для поворота трансляции при передаче разговора с линейных станций, состоит из так называемых приборов прямого управления.

На фиг. 209 показана разработанная НКПС переговорная схема дальней связи с приборами прямого и обратного управления. Нормальное положение соответствует передаче разговора с распорядительного пункта. Мраморный микрофон *ММ* вклю-

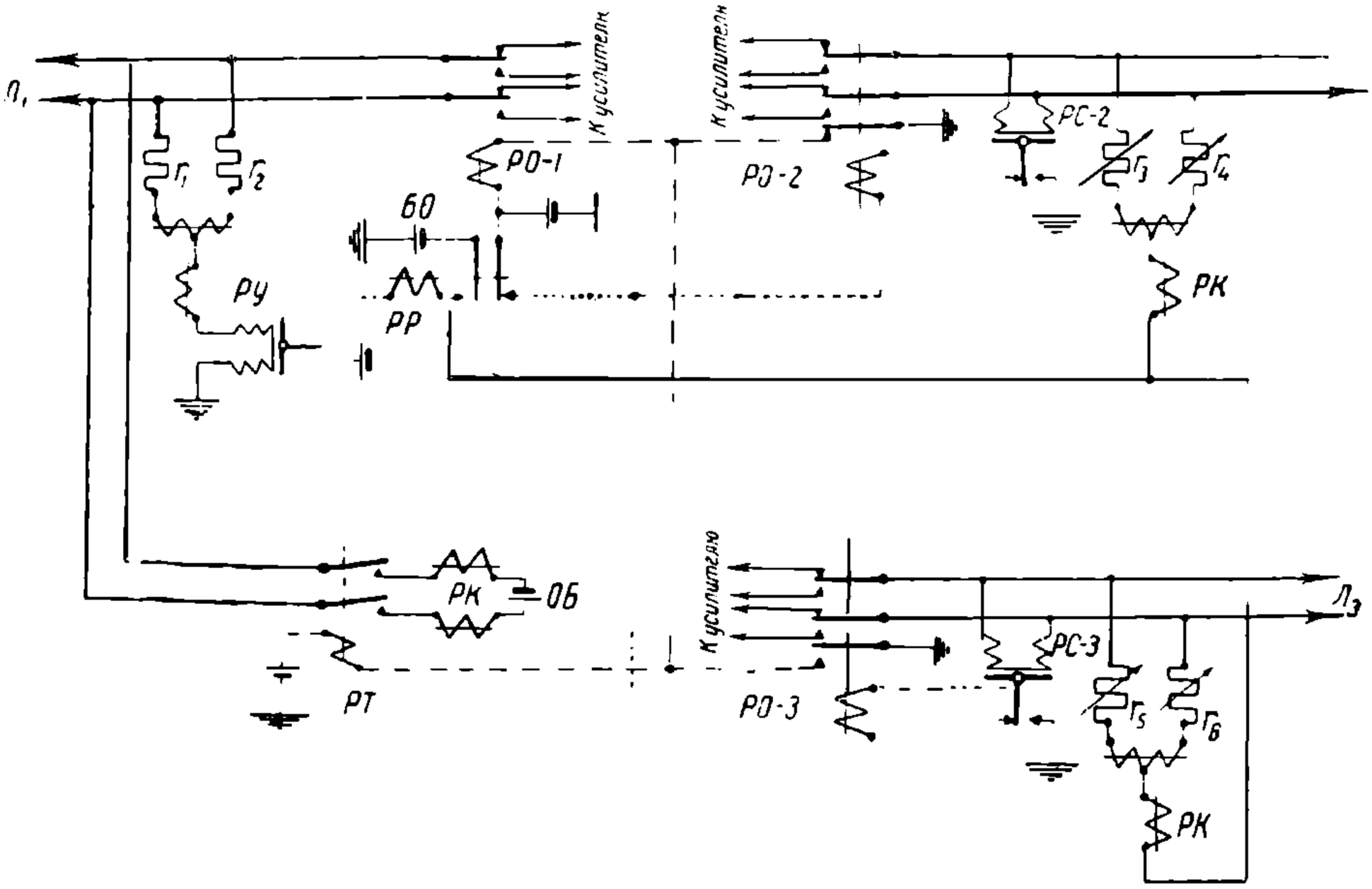


Фиг. 209. Переговорная схема дальней связи

НБ УДУНТ (ДІІТ)

чен в линию $Л_1$ через исходящий усилитель. Динамический репродуктор *ДР* выключен из линии. Исходящие разговорные токи по линии $Л_1$ поступают в усилитель промежуточной симплексной трансляции. Усиленные токи по линии $Л_2$ достигают линейной станции и принимаются на нормально включенной в линию динамик.

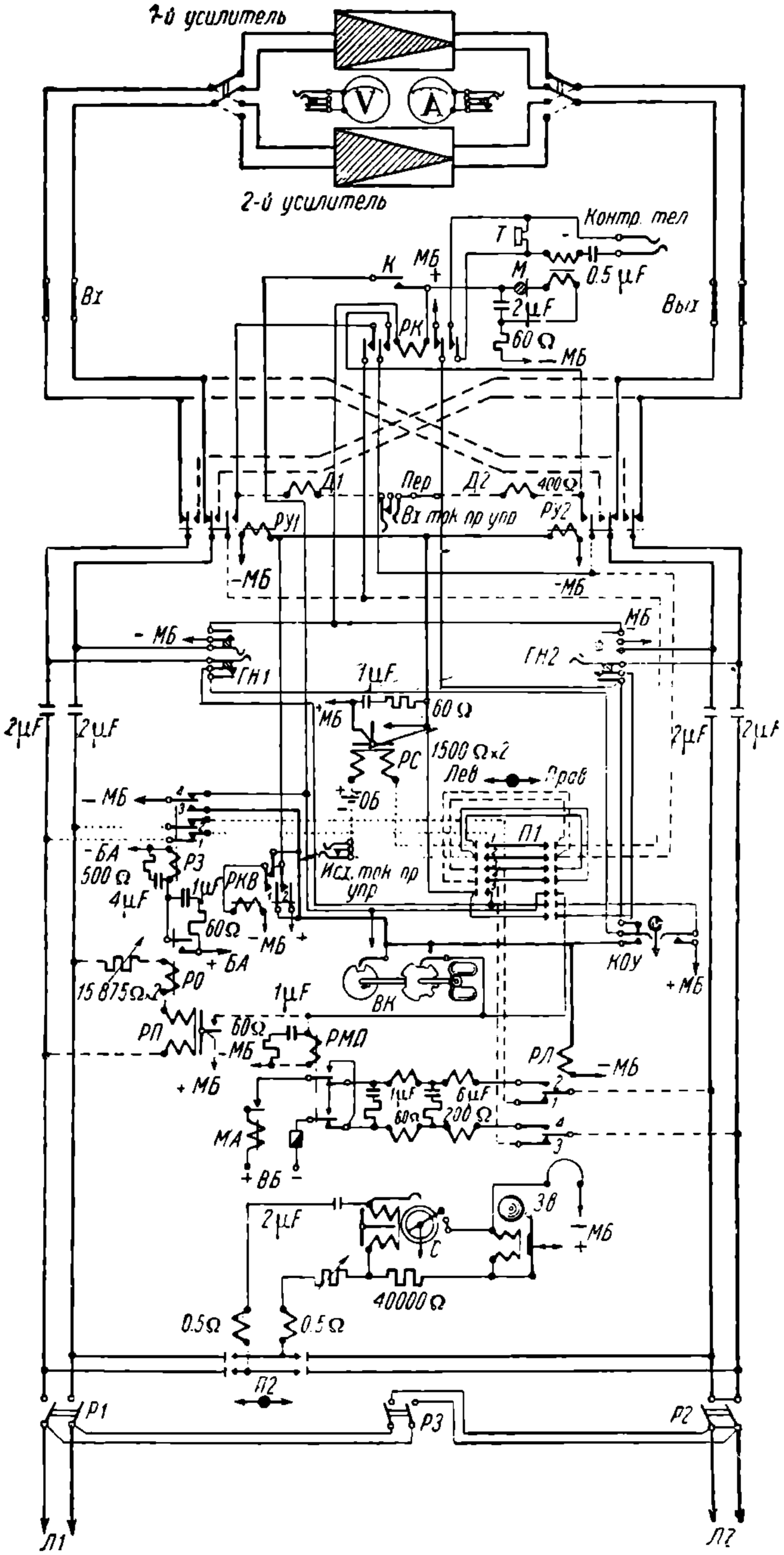
Для передачи разговора линейная станция нажимает кнопку прямого управления *КП*, вследствие чего замыкается цепь реле управления *РУ*, якоря которого срабатывают и тем самым выключают из линии динамик и включают микрофон. Одновременно с реле *РУ*



Фиг. 210. Узловая трансляция с обратным управлением

срабатывает параллельно включенное ему реле прямого управления *РП*, которое включает в линию опрокидывающую батарею *ОБ* через реактивные катушки *РК*. Цепь *ОБ* на трансляционном промежуточном пункте замыкается через обмотку поляризованного реле *РС*, которое, при соответственном включении полюсов батареи *ОБ*, срабатывает и замыкает цепи параллельно подключенных двух реле: транслирующего—*РТ* и опрокидывающего—*РО*; последнее поворачивает усилитель выходным концом в сторону распорядительной станции, а первое включает опрокидывающую батарею *ОБ* в линию $Л_1$ для поворота другой трансляции, если она имеется; если же ее не имеется, то цепь батареи *ОБ* на распорядительной станции замыкается через обмотку поляризованного реле *РП*. При соответственно включенных в линию $Л_1$ полюсах опрокидывающей батареи *РП* срабатывает, и в свою очередь замыкает цепи параллельно подключенных реле *РВ* и *РИ*, первое отключает микрофон от линии $Л_1$, а второе включает в эту линию динамик для приема разговора от линейной станции.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 211. Принципиальная схема диспетчерской трансляции завода «Транссвязь» для железных проводов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если необходимо перебить разговор, распорядительная станция нажимает кнопку обратного управления *КО* и тем самым замыкает цепь реле обратного управления *РО*, которое срабатывает и включает батарею *БО* в фантомную цепь. По этой цепи распорядительная станция управляет разговором. Фантомная цепь наложена на провода линии $Л_1$ посредством катушек Кайло и регулируемых сопротивлений r_1 и r_2. Цепь батареи *БО* замыкается через землю, обмотку *РО* (на трансляционном пункте), реактивные катушки *РК* и наложенную часть. При замыкании этой цепи срабатывает поляризованное реле обратного управления *РО-1* и замыкает цепь разделительного реле *РР*. Последнее обрывает цепь *РС* и ставит усилитель трансляции в нормальное положение. Кроме обрыва цепи реле *РР* замыкает на трансляционной станции цепь батареи *БО*. Эта цепь частично наложена на провода линии $Л_2$ через катушки Кайло и сопротивления r_3 и r_4. Срабатывает реле *РПУ* и разрывает цепь реле *РУ* и *РП* на линейной станции. Якоря *РУ* отпускаются и занимают нормальное положение, выключая из $Л_2$ микрофон и включая динамик. Таким образом, несмотря на нажатую кнопку *КП*, разговор может проходить только в направлении от распорядительной станции до тех пор, пока не будет отпущена кнопка *КО*.

Приспособление узловой трансляции к возможности обратного управления показано на фиг. 210. Предположим, что говорит абонент линии $Л_2$ и его желает перебить распорядительная станция со стороны линии $Л_1$.

Во время передачи разговора от абонента линии $Л_2$ реле *РС-2* срабатывает и заставляет в свою очередь сработать реле *РО-2*, а последнее замыкает цепи двух реле: *РО-1* и *РТ*. При нажатии на распорядительной станции кнопки обратного управления замыкается цепь по реле *РУ* по фантомной цепи. Срабатыванием *РУ* замыкается цепь разделительного реле *РР*, которое разрывает цепь *РО-2*, а следовательно и цепи *РО-1* и *РТ*. Кроме того, один из якорей *РР* замыкает фантомную цепь батареи *БО*, т. е. повторяются действия, аналогичные тем, которые мы наблюдали при обратном управлении с симплексной промежуточной (не узловой) трансляцией.

Принципиальная схема симплексной трансляции с обратным управлением и с переприемом вызова, изготовляемая заводом «Транссвязь», показана на фиг. 211. Эта трансляция предназначена для железных проводов. Коэфициент усиления:

$$K = \frac{V_2}{V_1}$$

где: V_2—напряжение на выходе усилителя,

V_1—напряжение на выходе усилителя,

для частоты $f = 300$ Hz, при мощности на выходе до 40mW, является величиной постоянной; следовательно не имеется амплитудных искажений.

Усилитель состоит из двух комплектов приборов: действующего и запасного. Запасных ламп, автоматически включаемых при перегорании основных, не устанавливается.

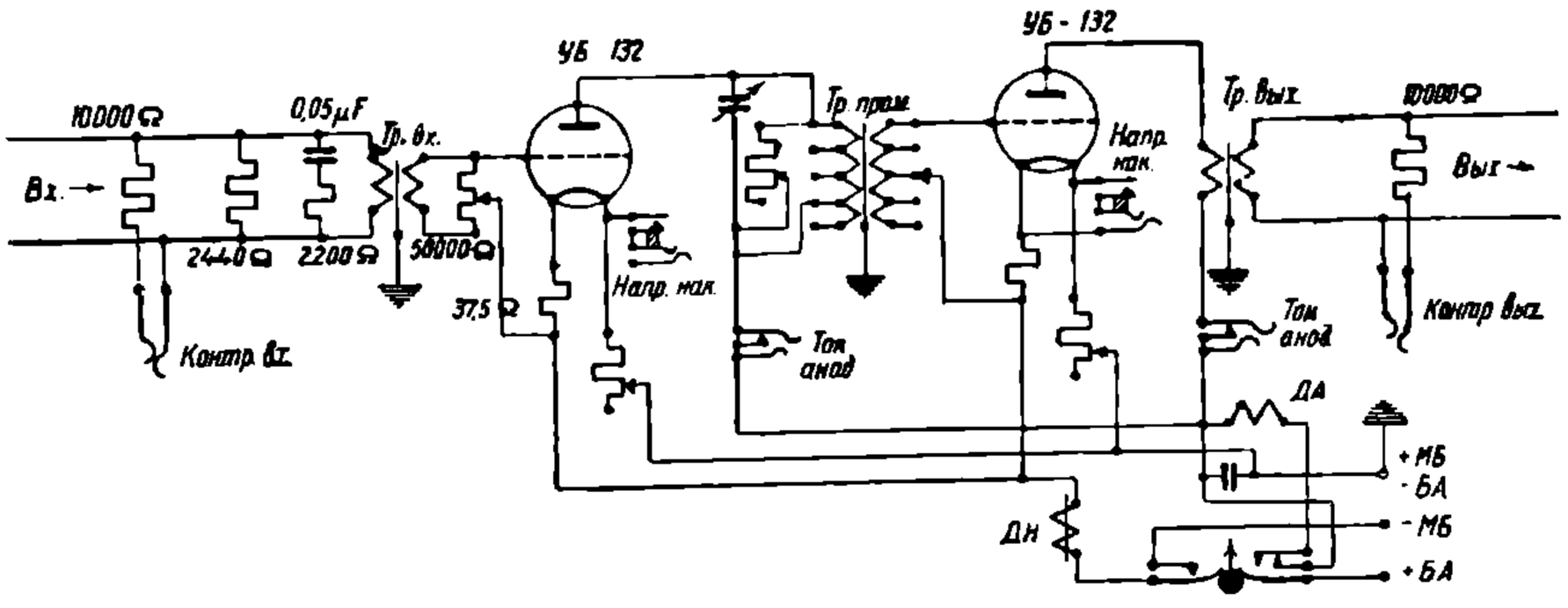
Направление усиления можно устанавливать независимо от направления переприема вызывных импульсов. Включение той или другой линии на вход или выход усилителя делается посредством *Вх.—Вых.* перемычек.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Детальная схема одного усилительного комплекта приведена на фиг. 212.

Трансляция снабжается особым переключателем *П1* (фиг. 211). Для поездной диспетчерской связи линия $Л_2$ ставится на вход, а линия $Л_1$ на выход, обращенный в сторону диспетчера. В этом случае переключатель I_1 занимает левое положение. Для дальней дорожной связи включение линий—обратное и переключатель должен в этом случае занимать правое положение.

Для оборота трансляции поездной диспетчер нажимает педаль и через дроссели на его распорядительном пункте замыкает цепь опрокидывающей батареи *ОБ*, которая устанавливается на трансляционном



Фиг. 212. Принципиальная схема усилителя поездной диспетчерской трансляции

пункте, а не на распорядительной станции. Токопрохождение: плюс *ОБ*, обмотка поляризованного реле *РС*, контакт *1* переключателя *П1*, контакт *1* и якорь замедленного реле *РЗ*, линейный провод $Л_1$, дроссели распорядительной станции, другой провод линии $Л_1$, якорь и контакт *2* реле *РЗ*, контакт *2* переключателя *П1*, гнездо, минус *ОБ*.

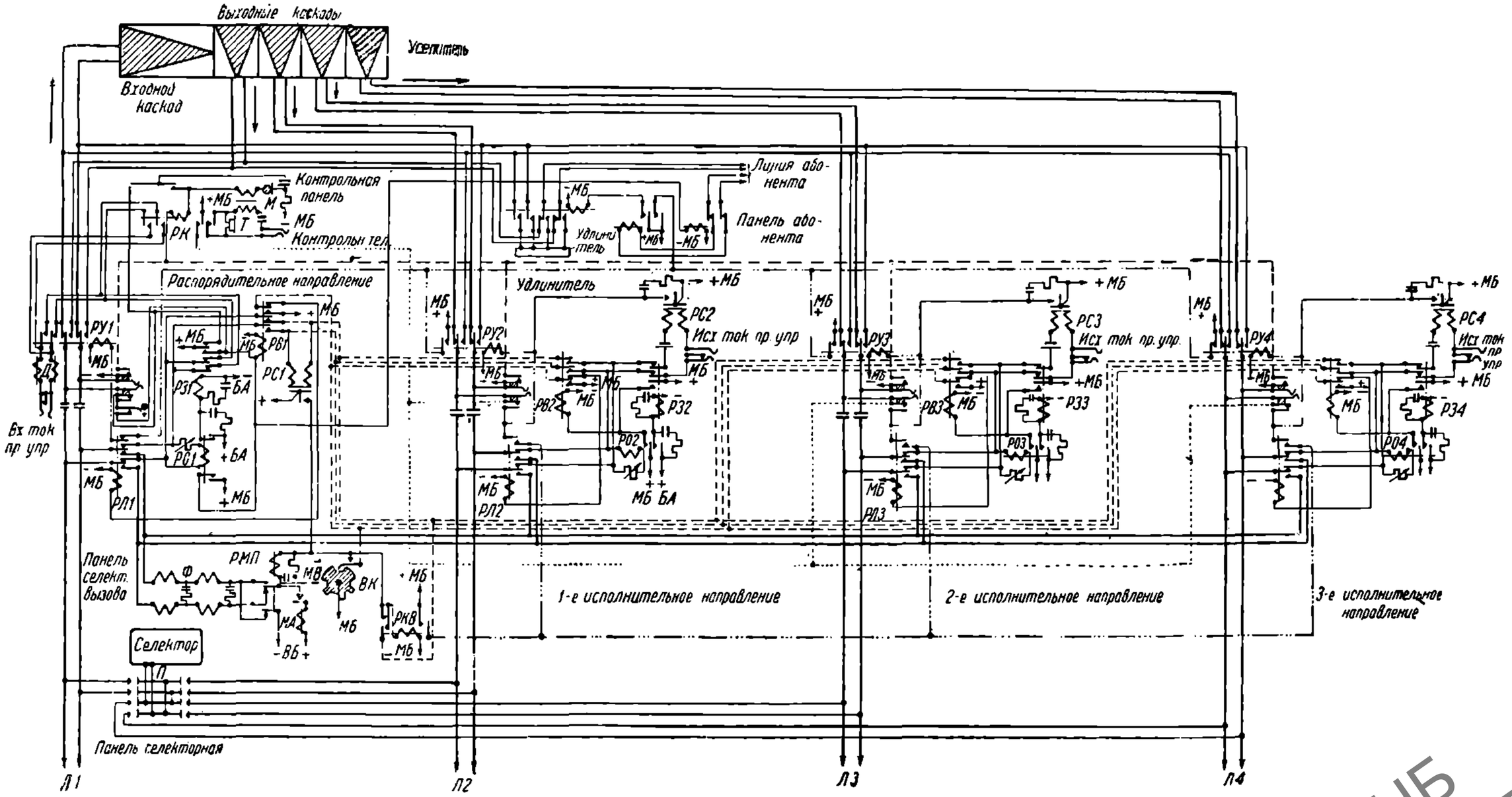
От силы тока батареи *ОБ* параллельно присоединенные реле *РО* и *РП* не могут сработать, так как этой силы тока недостаточно. Реле же *РС* срабатывает и якорем своим замыкает параллельные цепи двух реле *РУ1* и *РУ2* усилителя. Якоря последних перебрасываются к свободным контактам и тем самым осуществляют оборот усилителя трансляции, переключая вход на выход.

Одновременно эти реле замыкают провода линии $Л_2$, т. е. замыкают цепь опрокидывающей батареи на дальнейшем впереди расположенном промежуточном трансляционном пункте. Токопрохождение: плюс батареи, провод линии $Л_2$, якорь и контакт *1* линейного реле *РЛ*, контакт *3* переключателя *П1*, якорь и контакт реле *РУ1*, дроссель *Д1*, гнездо, дроссель *Д2*, контакт и якорь *РУ2*, контакт *4* переключателя *П1*, контакт *3* и якорь *РЛ*, другой провод линии $Л_2$ и минус батареи.

Если впереди другой трансляции не имеется, то дроссели выключаются снятием перемычки, расположенной между ними.

При переприеме вызова от первого вызывного импульса срабатывает обыкновенное реле *РО*; реле *РП* не срабатывает, так как направление тока первого импульса для него не рабочее. Притяжением якоря *РО* в свою очередь замыкается цепь замедленного реле *РЗ*. Последнее раз-

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 213. Принципиальная схема узловой трансляции на 4 выхода по железным проводам

НБ УДУНТ (ДІІТ)

мыканием своих контактов *1-2* выключает поляризованное реле *РС* и замыкает цепь линейного реле *РЛ*.

Токопрохождение: плюс *МБ*, контакт *3* реле *РЗ*, обмотка *РЛ*, минус *МБ*.

Реле *РЛ* срабатывает и, включая вызывную батарею *ВБ* в линию $Л_2$, тем самым осуществляет переприем первого вызывного импульса.

От второго вызывного импульса, посылаемого с распорядительной станции, кроме *РО*, срабатывает также и поляризованное реле *РП* (вследствие замедленного действия реле *РЗ* линейное реле за весь период вызова не отпускает своих якорей, сохраняя линию $Л_2$ под напряжением вызывной батареи *ВБ*, а также удерживая выключенным реле *РС*). Якорь реле *РП* замыкает цепь реле меняющего полюса *РМП*. Последнее переключает полюсы батареи *ВБ* и тем самым делает переприем второго вызывного импульса и т. д.

При включении линии $Л_1$ на вход, а $Л_2$ на выход, как это показано на чертеже, прямое управление усилителем совершается абонентами линии $Л_2$, а обратное управление делается распорядительной станцией посредством нажатия на ней кнопки обратного управления. Этим действием в линию $Л_1$ на распорядительной станции включается вызывная батарея, от которой на трансляционном пункте срабатывает линейное реле *РЛ*, и включает в линию $Л_2$ вызывную батарею *ВБ*, а реле *РС* отключается. Токопрохождение рассмотрено выше и соответствует посылке первого вызывного импульса. Переключатель 1_1 занимает правое положение. Вследствие отключения *РС* реле *РУ1* и *РУ2* лишаются тока и отпускают свои якоря; этим самым совершается обратный поворот усилителя в сторону распорядительной станции.

На время посылки вызова необходимо обеспечить получение на распорядительной станции контрольных сигналов вызова. Следовательно на это время усилитель надо повернуть в сторону распорядительной станции. Это достигается при срабатывании реле *РЗ*, которое своим якорем замыкает цепь реле *РКВ* (переключатель *П1* занимает правое положение). Реле это срабатывает и заблокировывается через контакт *1* на все время переприема вызова, а также через контакт *2* замыкает цепи *РУ1* и *РУ2* и тем самым устанавливает усилитель в положение, позволяющее получить контроль вызова. Таким образом, в этом типе конструкции обратное управление совершается не по фантомной, а по основной цепи.

Контрольная переговорная аппаратура включается в действие при нажатии контакта *К*.

Штепсельные гнезда *ГН-1* и *ГН-2* служат для поверки исправной работы трансляции. Ключом *ВК* можно посылать вызов на станции линии $Л_2$. Селектор *С* позволяет осуществлять прием вызова и контроль вызова. Переключателем *П2* селектор можно включить по желанию: либо в линию $Л_1$, либо же в линию $Л_2$.

Остальные подробности конструкции показаны на чертеже. Все приборы размещены на двух стативах: усилительном и стативе-реле. Габарит первого: 350 × 575 × 2000 *мм*, а второго 2000 × 515 × 350. Оба статива — 6-панельные.

Схема узловой трансляции с выходом на 4 направления, выпускаемой заводом «Транссвязь», изображена на фиг. 213.

В нормальном состоянии линия $Л_1$ от распорядительной станции под-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ходит к входному каскаду усилителя, а остальные линии $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ присоединены к входным каскадам.

Эта трансляция предусматривает также прямое управление усилителем со стороны абонентов линий $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ и обратное управление со стороны распорядительной станции, включенной в линию $Л_1$.

Транслирование вызова двухстороннее, т. е. селекторный вызов можно послать со станции любой линии.

Если вызов посылается с распорядительной станции, то первый вызывной импульс с линии $Л_1$ проходит через обмотку реле *РО1*, которое, срабатывая, замыкает цепи двух реле: *РЗ1* и *РВ1*. Реле *РЗ1* своими якорями заблокировывает реле *РВ1*, которое приключает к $Л_1$ обмотку реле *РС1* параллельно *РО1* и дает питание линейным реле: $ЛР_2$, $ЛР_3$ и $ЛР_4$. Токопрохождение: плюс *МБ*, контакт *РВ1*, контакт реле *РВ2*, обмотка *РЛ2*, минус батареи *МБ*. От этой цепи идут параллельные ответвления через *РЛ3—РВ3* и *РЛ4—РВ4*.

Реле *РЛ2*, *РЛ3* и *РЛ4* срабатывают и включают вызывную батарею *ВБ* в линии $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ (первый вызывной импульс). Токопрохождение: плюс *ВБ*, максимальный выключатель *МА*, нижняя по чертежу сторона фильтра *Ф*, контакт *РЛ2* (и параллельно *РЛ3* и *РЛ4*), линия $Л_2$ (параллельно $Л_3$ и $Л_4$), линейные станции этой линии, другой провод линии $Л_2$, нижний якорь *РЛ2*, верхняя сторона *Ф*, минус *ВБ*. Реле *РС1* не срабатывает от первого импульса.

При посылке второго вызывного импульса срабатывает также и реле *РС1*, замыкает цепь реле меняющего полюса *РМП*, которое и переключает полюсы *ВБ* в $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ (второй вызывной импульс) и т. д.

Для получения контроля вызова надо переключить линии $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ с выхода усилителя на вход, а линию $Л_1$, наоборот, со входа на выход усилителя. Это обеспечивается следующим образом. При срабатывании реле *РС1* параллельно *РМП* подключается также реле *РКВ*. Срабатывая, оно заблокировывает себя. Блокирующая цепь: плюс *МБ*, контакт *РВ1*, обмотка и контакт *РКВ*, минус *МБ*.

Срабатывание *РКВ* создает цепи параллельно подключенными обмотками реле: *РУ2*, *РУ3* и *РУ4* через контакты реле *РЛ2*, *РЛ3* и *РЛ4* и контакт *РКВ* (плюс *МБ*). При срабатывании трех реле *РУ2*, *РУ3* и *РУ4* происходит переключение линий $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$ с выхода на вход усилителя и, кроме того, происходит замыкание цепи реле *РУ1* через контакт *РУ2* (минус *МБ*). Токопрохождение: плюс *МБ*, контакт *РУ2*, контакт *РЛ1*, обмотка *РУ1*, минус *МБ*.

Срабатывание *РУ1* переключает линию $Л_1$ на вход. Этим обеспечивается получение контроля вызова.

Рассмотрим случай посылки обратного вызова, например со стороны линии $Л_2$. Первый вызывной импульс заставит сработать реле *РО2* (параллельно подключенное реле $РС_2$ не сработает в виду несоответствия направления тока), которое замыкает цепи *РЗ2* и *РВ2*. Первое заблокировывает второе и отключает *РС2* от $Л_2$. Реле *РВ2* включает *РС1* в линию $Л_2$ и подает питание *РЛ1*, *РЛ3* и *РЛ4*. Питательные цепи: плюс *МБ*, контакт *РВ2*, контакт *РВ1* (и параллельно *РВ3* и *РВ4*), *РЛ1* (параллельно *РЛ3* и *РЛ4*), минус *МБ*.

Реле *РЛ1*, *РЛ3* и *РЛ4* срабатывают и включают *ВБ* на свои линии. От второго импульса действует реле *РС1* и переключает полюсы *ВБ*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

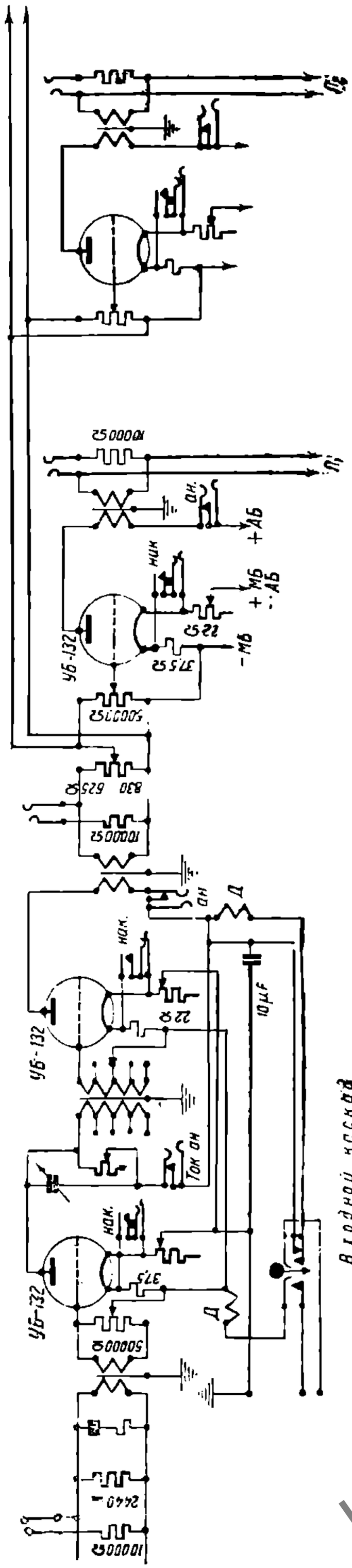
Контроль вызова со стороны $Л_1$— обеспечен; необходимо обеспечить его со стороны $Л_3$ и $Л_4$. Это делается посредством реле *РКВ* подобно описанному выше.

Разговор в прямом направлении проходит при нормальном положении схемы. Обратный разговор, например от абонента линии $Л_2$, проходит при нажатой им кнопке, которая замыкает провода $Л_2$ на его станции через дроссели. Благодаря этому замыкается цепь реле *РС2*, включенного в $Л_2$, через контакты *Р32* и *РЛ2*. Реле *РС2* срабатывает, замыкает цепь *РУ2* и переключает $Л_2$ с выхода на вход усилителя и, кроме того, замыкает цепь *РУ1*, которое переключает линию $Л_1$ со входа на выход. Вместе с этим *РУ1* замыкает провода $Л_1$ через дроссели для поворота дальнейшей промежуточной трансляции, если таковая установлена на какой-либо промежуточной станции линии $Л_1$. Схема, таким образом, подготовлена для передачи разговора с линии $Л_2$ и для приема его на $Л_1$, $Л_3$ и $Л_4$.

Если распорядительная станция пожелает перебить этот разговор, то на ней надо нажать кнопку обратного управления, при помощи которой на распорядительной станции в линию включается вызывная батарея (по основной цепи $Л_1$, а не по фантомной), от которой срабатывает реле *РО1* и образует рассмотренные выше другие цепи. Срабатывает реле *РЛ2* и как следствие реле *РУ1* и *РУ2* отпускают свои якоря и создают схему, при которой $Л_1$ будет на выходе, остальные линии на входе.

Детальная схема усилителя приведена на фиг. 214.

В трансляции предусмотрено включение местного абонента (или коммутатора). Нормально абонентская линия включена в выход электронной лампы, куда переключается линия $Л_1$; абонентская линия при пе-



Фиг. 214. Схема усилителя узловой трансляции на 4 выхода по железным проводам

НБ УДУНТ (ДІІТ)

редаче от местного абонента переключается на вход усилителя. При трансляции имеется вызывной ключ для посылки селекторного вызова и приемное селекторное устройство для контроля.

Все устройство монтировано на двух стативах: 9-панельный статив реле (2500 × 515 × 350 *мм*) и 8-панельный статив усилителя тех же размеров.

§ 32. Магистральная диспетчерская связь

К XVI годовщине Октябрьской революции (1933 г.) НКПС закончил оборудование сети железных дорог магистральной диспетчерской связью. Устройство этого вида связи, не имеющего себе примера за границей как по серьезности его значения, так и по размерам и оригинальности, представляет собою один из наиболее важных видов связи на нашей сети железных дорог.

Для ежедневного действия этой связи на определенные часы суток, продолжительностью 1-1$^1/_2$ часа, используются провода железных дорог, предназначенные для дальней связи. В остальное время провода эти находятся в распоряжении отдельных железных дорог. Установки в НКПС и в управлении железных дорог состоят из специально оборудованных студий для ведения совещаний по проводам и расположенных близ них помещений с необходимой аппаратурой и дежурным персоналом для технического обслуживания средств связи.

Из распорядительной станции при НКПС расходятся в разных направлениях магистральные линии, оборудованные промежуточными и узловыми трансляциями, переговорная схема которых описана выше (фиг. 209 и 210). Установка в НКПС имеет узловую трансляцию с обратным управлением. Все трансляции снабжены вызывными приспособлениями. По магистральной связи могут вестись как общие совещания, в которых участвуют все управления железных дорог, так и групповые, например дороги каждого направления.

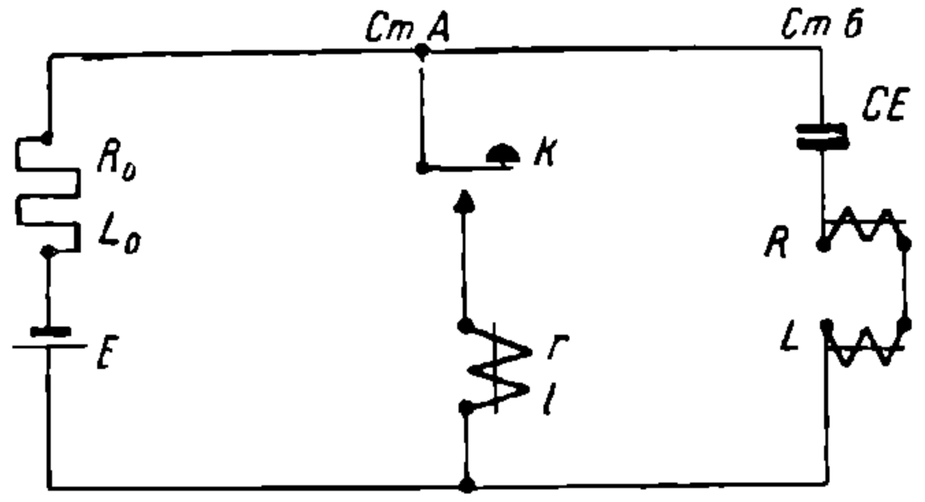
НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ГЛАВА V

ВЗАИМНО-ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ СВЯЗЬ

§ 33. Американские аппараты на шведских железных дорогах

Взаимно-избирательная линейная связь, при которой любая станция может вызвать какую угодно другую станцию, впервые нашла себе широкое применение на шведских железных дорогах, на которых уже в 1928 г. было оборудовано американскими аппаратами «Вестерн» 6150 *км* государственных дорог с 730 линейными станциями и 291 *км* частных железных дорог с 93 селекторами. Особенности диспетчерской системы шведских железных дорог потребовали такого оборудования связи.



Фиг. 215. Эквивалентная схема взаимно-избирательного вызова

Американский селектор «Вестерн», без каких-либо конструктивных изменений, применяется и при взаимно-избирательной системе. Большое конструктивное изменение претерпел вызывной ключ.

Принцип взаимно-избирательного вызова сводится к следующему. На фиг. 215 приведена эквивалентная схема вызова. Питание линии от батареи постоянного тока через сопротивление R_0 может осуществляться из какого угодно пункта линии; однако, для понижения напряжения этой вызывной батареи рекомендуется устраивать питательный пункт по возможности ближе к средине диспетчерского участка. Как показывает схема, вызывная батарея постоянно включена в схему, т. е. линия постоянно находится под напряжением и конденсатор при селекторе имеет заряд, равный CE. При первоначальном включении батареи через обмотки всех селекторов прошел импульс вызывного тока и все они сработали, передвинув на один шаг кодовый диск, который после этого возвратился в свое исходное положение, так как в кодовой настройке отсутствует число—единица.

Если станция *А* пожелает вызвать станцию *Б*, то она ключом *К* замыкает и размыкает цепь батареи *Е*, столько раз и в таком порядке, как это предвидено кодовой настройкой станции *Б*. Рассмотрим происходящие при этом физические процессы.

При замыкании цепи между питательным пунктом и станцией *А* про-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

исходит нарастание тока по кривой Гельмгольца, уравнение которой выражается формулой:

$$i_3 = \frac{E}{R_0 + r}\left(1 - e^{-\frac{R_0+r}{l}}\right).$$

Процесс устанавливающегося тока создает падение напряжения между точками ответвления на станции *А*. При небольших значениях *r* и 1, что имеет место в действительности, разность потенциалов между точками ответвления

$$\varepsilon < E$$

упадет до самых незначительных размеров, а при коротком замыкании— до нуля. Это вызовет разряд конденсатора через обмотки селектора, линейные провода между станциями *А* и *Б* и ответвление на станции *А*.

Разрядный ток при падении напряжения на величину

$$V = E - \varepsilon$$

может представлять собою один из трех видов процесса: простой апериодический, критический апериодический или же периодический, в зависимости от условий:

$$b > \omega_0, \quad b = \omega_0, \quad b < \omega_0,$$

в которых

$$b = \frac{R_0 + r}{2(L_0 + l)}, \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{(L_0 + l)C}}.$$

В этих случаях величина разрядного тока, проходящего через обмотки селектора, выразится уравнениями:

1. Процесс простой апериодический:

$$i_p = \frac{VC}{2} \cdot \frac{\omega_0^2 e^{-bt}}{\sqrt{b^2 - \omega_0^2}}\left(e^{-\sqrt{b^2-\omega_0^2}\,t} - e^{\sqrt{b^2-\omega_0^2}\,t}\right). \tag{32}$$

2. Процесс критический апериодический:

$$i_p = -VCb^2te^{-bt}. \tag{33}$$

3. Процесс периодический:

$$i_p = -\frac{VC\omega_0^2}{\omega_c} e^{-bt} \sin \omega_c t. \tag{34}$$

Здесь

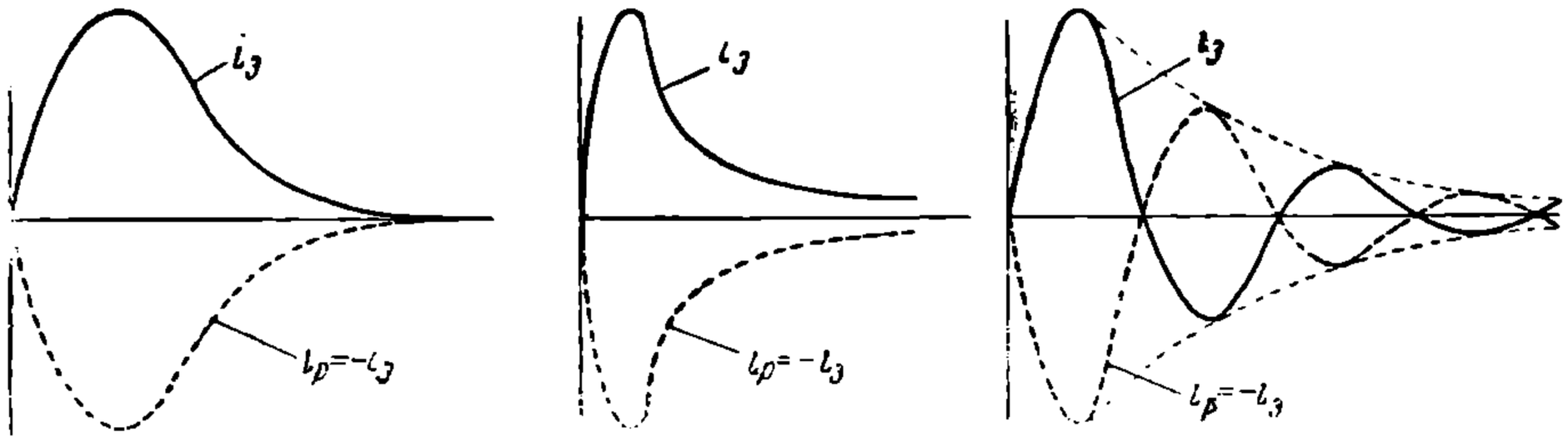
$$\omega_0 = \sqrt{b^2 + \omega_c^{\,2}}$$

Вслед за замыканием цепи ключом *К* следует размыкание цепи и связанный с этим заряд конденсатора до потенциала *Е*. Явление будет протекать аналогично тому, как это было рассмотрено в § 28 при процессе вызова обыкновенным ключом «Вестерн». Следовательно при ряде замыканий и размыканий мы получим ряд следуемых один за другим импульсов вызывных токов разных направлений.

Сопоставление характера кривых тока замыкания и разряда во всех трех случаях показано на фиг. 216, а на фиг. 217 показана общая кривая тока при вызове.

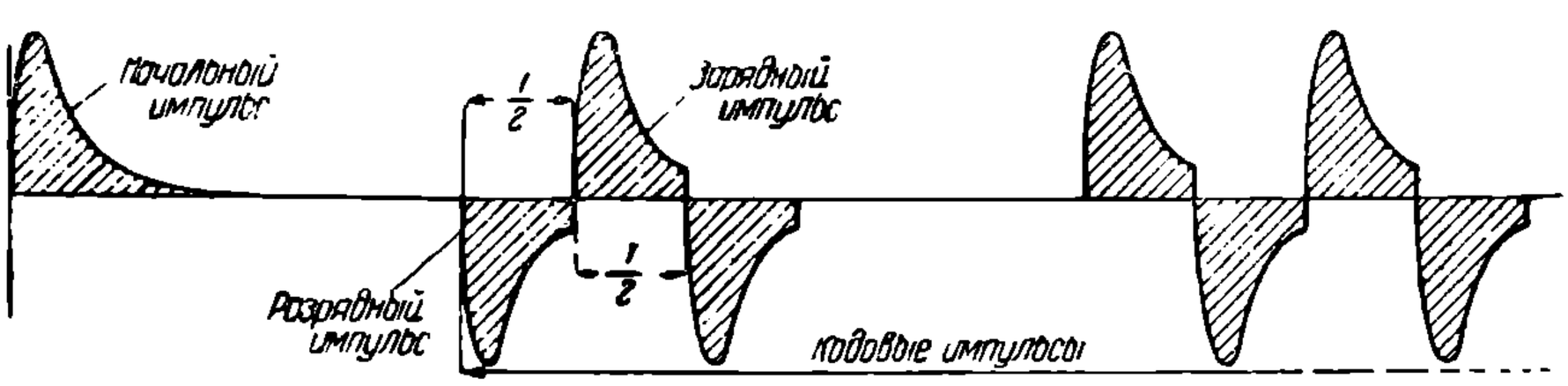
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Рассмотрение формул (32), (33), (34) и сопоставление их с формулами § 28 показывает, что процесс вызова в рассматриваемом нами случае будет протекать аналогично процессу ц е н т р а л и з о в а н н о г о вызова, в котором происходит перемена полюсов вызывной батареи, с той только разницей, что при взаимном вызове амплитуда вызывных импульсов будет примерно вдвое меньше, чем при вызове с переменой



Фиг. 216. Кривые токов замыкания и размыкания

полюсов батареи. Поэтому-то на шведских железных дорогах рекомендуется: с одной стороны, устанавливать вызывную батарею посредине участка, а с другой стороны,—линейные провода устраиваются обязательно медные. Приведем для примера цифры напряжения. Для участка Flen-Oxelösund длиною 62 *км* с 18 линейными станциями напряжение батареи взято 180 V при медных проводах диаметром 6 *мм*.



Фиг. 217. Кривые вызывного тока при взаимно-избирательном вызове

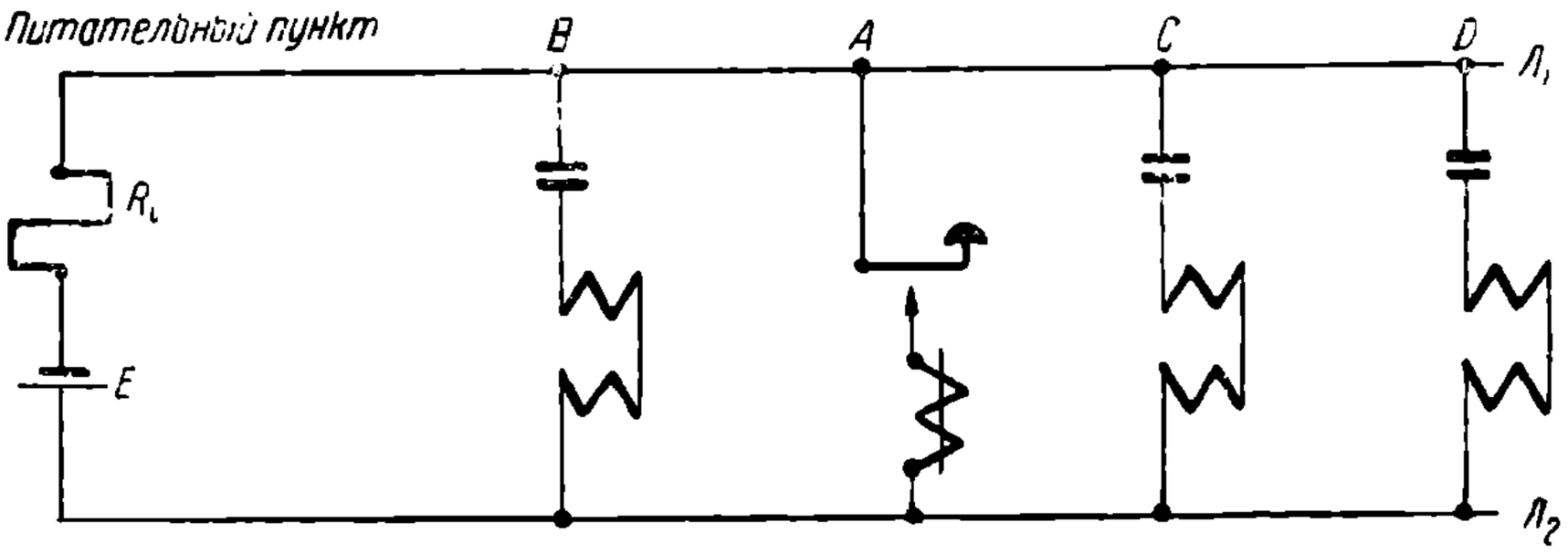
При нескольких включенных станциях (фиг. 218), если станция *A* вызывает какую-либо из станций *B*, *C*, *D*, не трудно видеть, что сущность физических процессов остается такой же, как и при рассмотренном случае двух станций; будет меняться только длина отдельных цепей и связанная с этим амплитуда разрядного и зарядного токов.

Чтобы создать надлежащее падение напряжения на питательном пункте, включается последовательно с вызывной батареей сопротивление $R_0 = 700\ \Omega$.

Рассмотрим полную схему (фиг. 219). Оборудование питательного пункта состоит из вызывной батареи *ЛБ*, которая включается в линию рубильником *Р*; балластных ламп, выравнивающих меняющееся внешнее сопротивление линии в зависимости от удаления станции, посылающей вызов; омическое сопротивление с параллельно включенными дросселем и двумя конденсаторами *С*; фильтрами *Ф*, преграждающими путь разговорным токам, рубильниками P_1—P_2 для испытания линии и термоэлектрическим реле, которое допускает благодаря балластным лампам

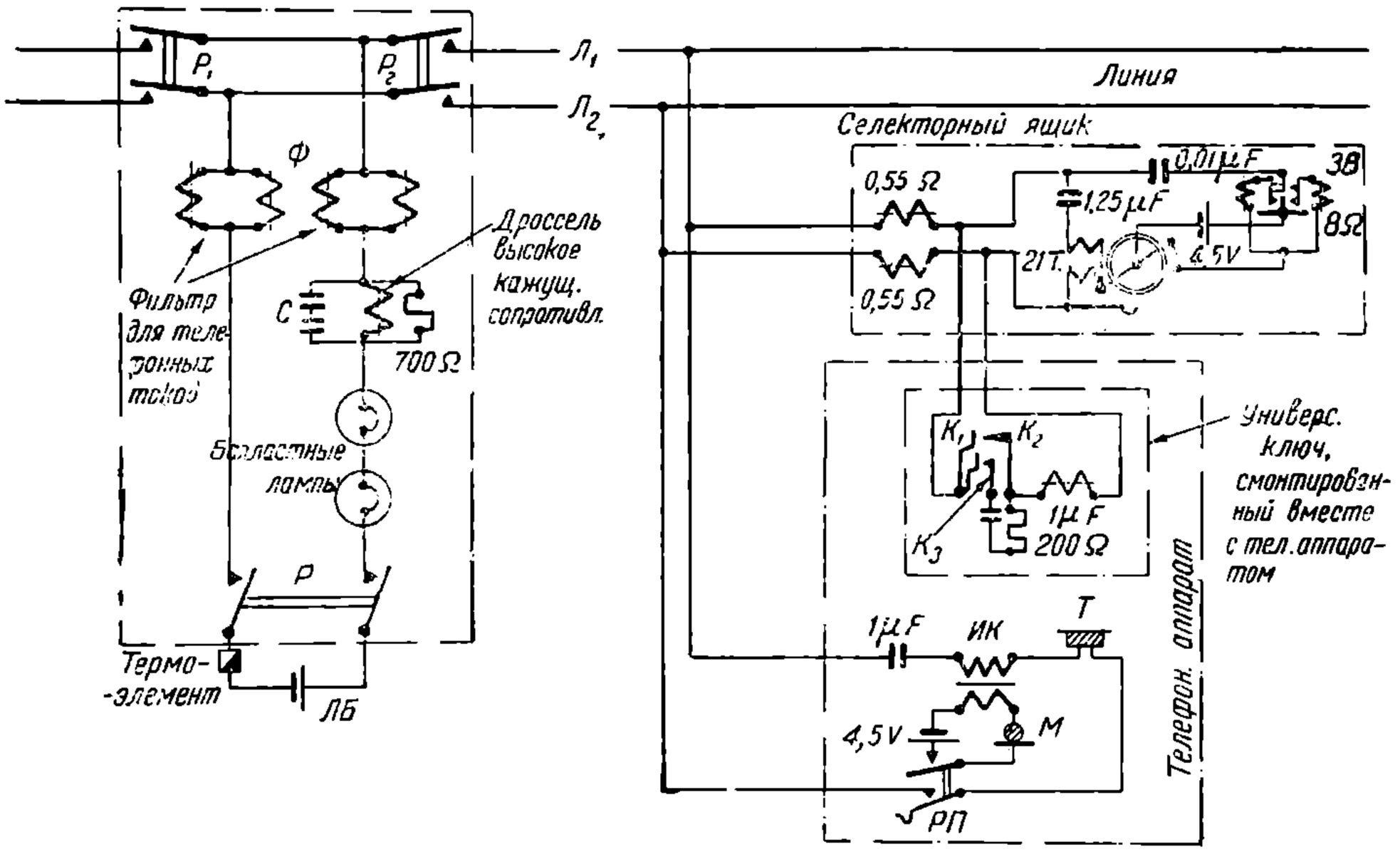
НБ УДУНТ (ДІІТ)

возможность коротких замыканий на линии в продолжение 8 сек., после чего происходит автоматическое выключение батареи. Термоэлектрическое реле не срабатывает поэтому при замыканиях вызывного ключа и гарантирует исправное получение звонкового сигнала, длящегося около 2 сек. Фотография приборов питательного пункта показана на фиг. 220.



Фиг. 218. Случай нескольких станций

Селекторный ящик на линейной станции обычного типа заключает в себе: селектор, конденсатор емкостью 1,25 μF, две катушки самоиндукции по 0,55 Ω для преграждения пути грозовым разрядам, звонок с общим сопротивлением катушек 8 Ω и конденсатор емкостью 0,01 μF



Фиг. 219. Схема взаимно-избирательной связи на шведских железных дорогах

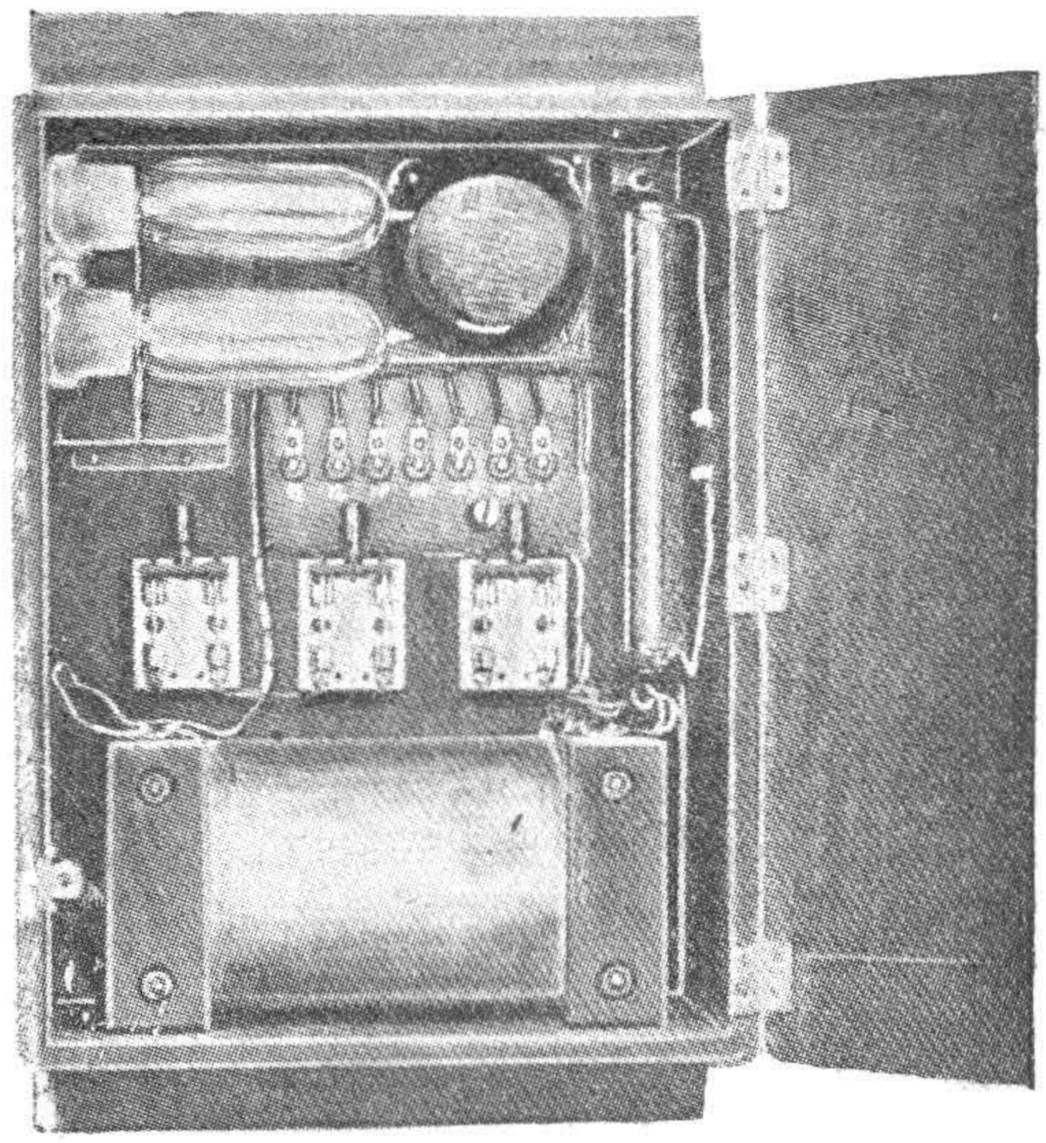
в контрольной цепи вместо омического сопротивления в 50 000 Ω. Вибрации ударника звонка, создавая экстратоки замыкания и размыкания, перезаряжающие обкладки конденсатора, воспринимаются в телефонной трубке вызывающей станции, как контрольный сигнал вызова.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

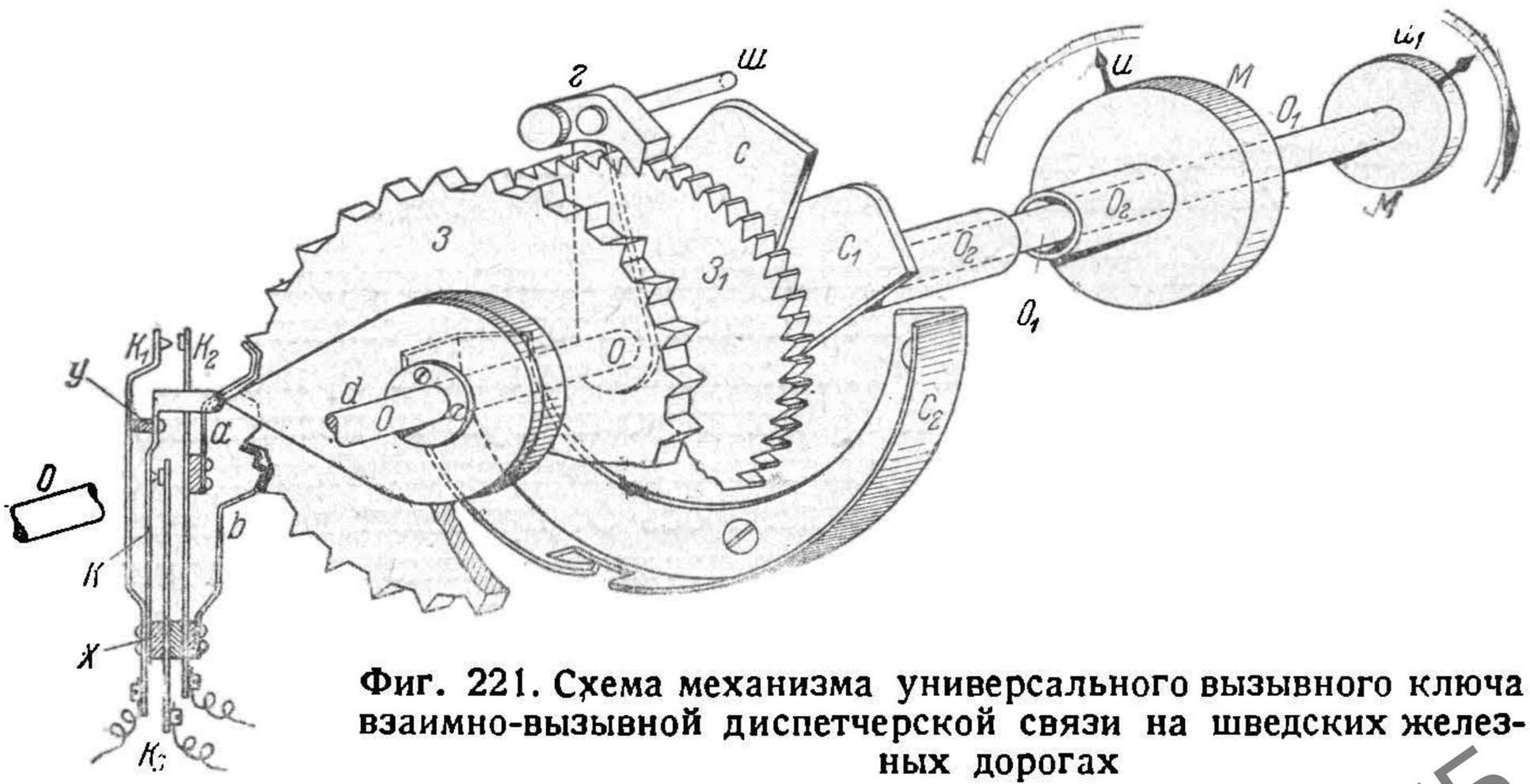
Схематически действие вызывного ключа (фиг. 219) состоит в следующем. При вращении его механизма пластинка K_1 попеременно замыкает и размыкает контакт K_2 в соответствии с кодовой настройкой. Этим создаются импульсы тока в селекторной цепи. На все время посылки вызывных импульсов параллельно контакту K_2 включается через контакт K_3 и контактную пружину конденсатор емкостью 1 μF и омическое сопротивление 200 Ω для устранения искрения.

Линейная батарея *ЛБ* постоянно включена в линию $Л_1Л_2$ и держит под зарядом конденсаторы линейных станций (1,25 μF).

При посылке вызова происходит попеременное замыкание и размыкание контакта K_1—K_2; благодаря этому действию происходит разряд (при замыкании) и заряд (при размыкании) конденсатора емкостью 1,25 μF, чем создаются импульсы тока, проходящие через обмотки селектора сопротивлением 21 000 Ω. Звонок *ЗВ* с сопротивлением обмоток 8 Ω — американского типа, при срабатывании селектора, действует от ба-



Фиг. 220. Оборудование питательного пункта



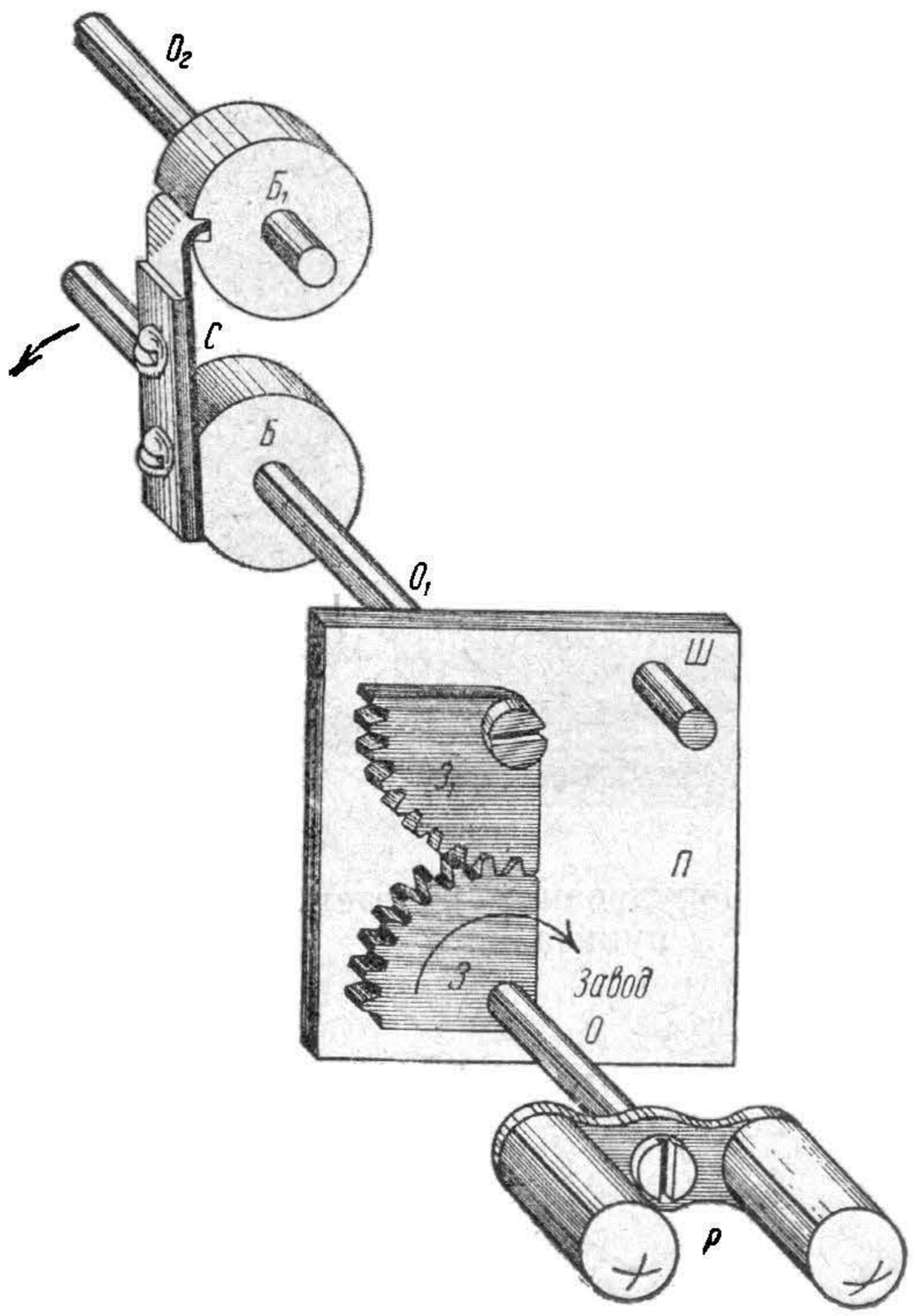
Фиг. 221. Схема механизма универсального вызывного ключа взаимно-вызывной диспетчерской связи на шведских железных дорогах

тареи 4,5 V. Катушки самоиндукции 0,55 Ω предупреждают от попадания грозовых разрядов.

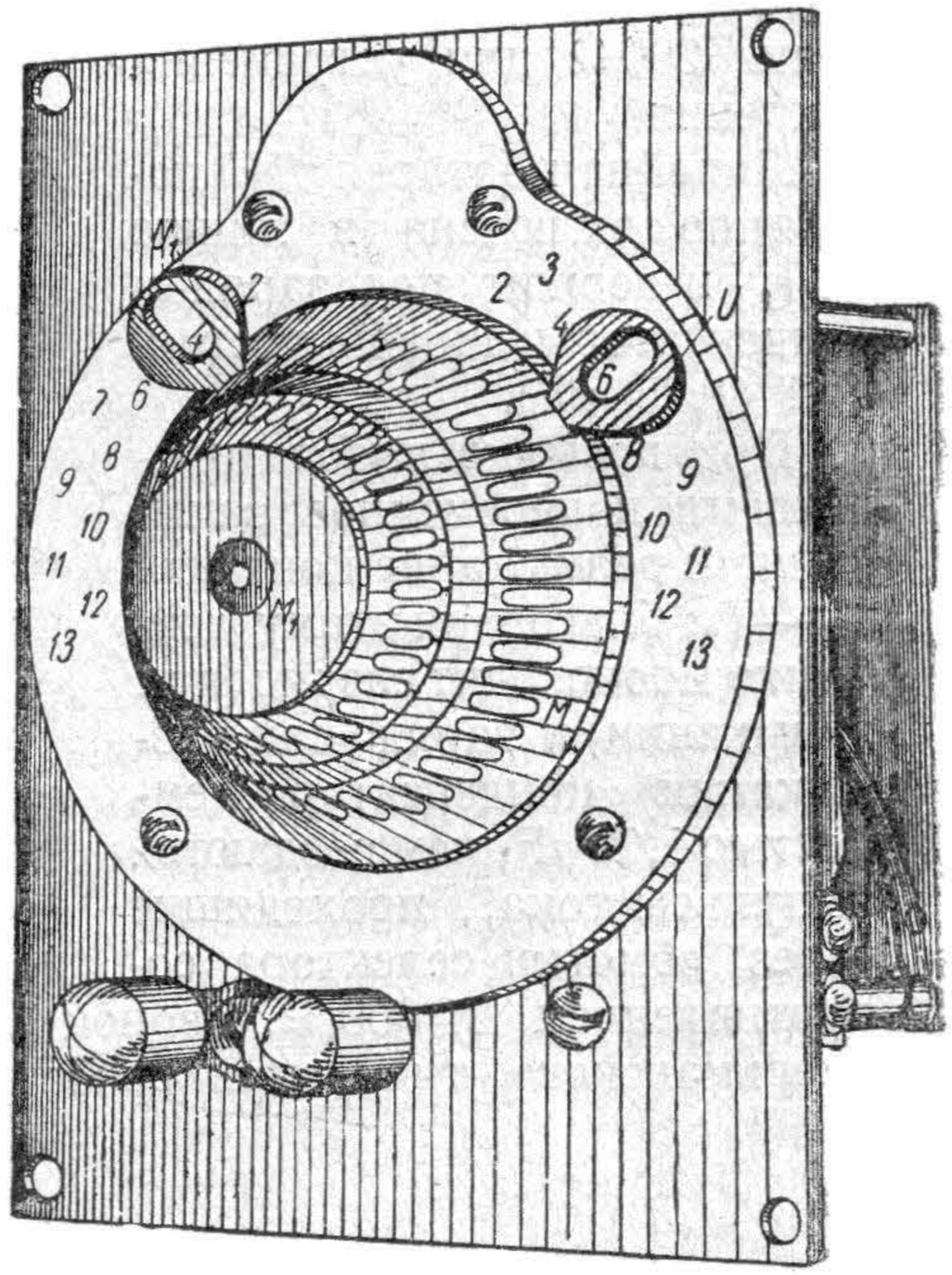
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Переговорная аппаратура нормально выключена; схема ее обычная, системы *МБ*. При снятии с рычага *РП* микротелефонной трубки замыкается батарея 4,5 V микрофона *М* и одновременно включается телефон *Т* в линию; *ИК*—индукционная катушка; конденсатор емкостью 1μF предупреждает короткое замыкание линейной батареи.

Схема механизма вызывного ключа отличается от обычных ключей (фиг. 221). Пластинка *д* с острым углом в нерабочем положении ключа



Фиг. 222. Стопорное приспособление универсального вызывного ключа

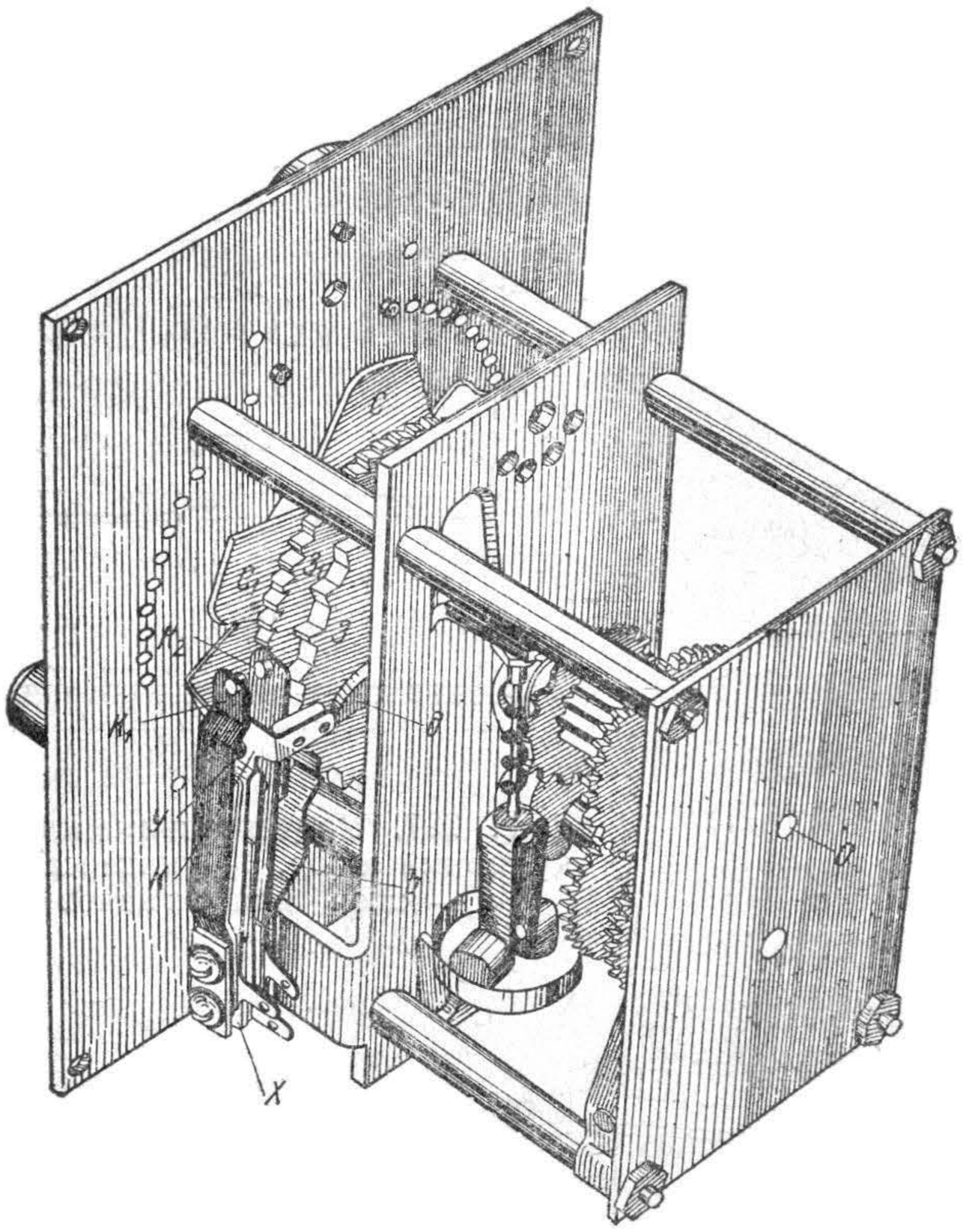


Фиг. 223. Универсальный ключ; вид спереди

держит контакты $К_1$ и $К_2$ разомкнутыми. Настройка ключа на требуемую кодовую комбинацию совершается поворотом селекторных накладок *С* и $С_1$ рукоятками *М* и $М_1$, насаженными на оси $О_1$ и $О_2$; последняя ось трубчатая. Индексы *И* и $И_1$ покажут первую и последнюю цифры по коду. Средняя цифра получается автоматически. При пуске ключа в ход часовая пружина, действуя на ось *О*, приводит во вращательное движение пластинку *д* и гусек *г* (по часовой стрелке). Последний увлекает за собою неразрывно связанные одно с другим и свободно насаженные на ось *О* зубчатые колеса *З* и $З_1$. Первое из них заставляет через пружину *а* замыкать и размыкать контакты $К_1$—$К_2$, замыкание проходит в те моменты, когда пружина *а* поднимается на выступ зубца, а размыкание, когда она входит в углубление между зубцами. Контакт $К_1$—$К_2$ образуется тотчас же, как только пластинка *д* приходит в движение и тем самым дает возможность пружине *К* отогнуться; *х*, *у*—изоляция.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

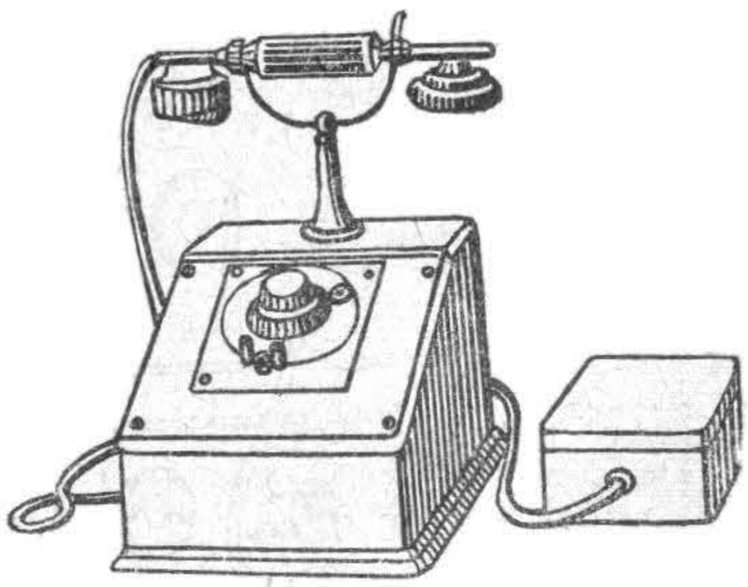
Когда гусек *г* дойдет до сектора *С*, штифт *Ш* гребнем сектора поднимется вверх и отогнет гусек от колеса $З_1$, нарушив тем самым связь



Фиг. 224. Универсальный ключ; вид сзади

между ним и колесом; колеса, не увлекаемые гуськом, остановятся, так как их задержит пружина *b*, т. е. посылка импульсов приостановится.

При дальнейшем движении штифт *Ш*, пройдя сектор *С*, опустится под влиянием спиральной пружины, оттягивающей гусек вниз. Тем самым произойдет новое сцепление с колесом $З_1$ и будет посылаться вторая кодовая группа импульсов. Затем встретится вторая накладка $С_1$. Явление перерыва импульсов повторится.



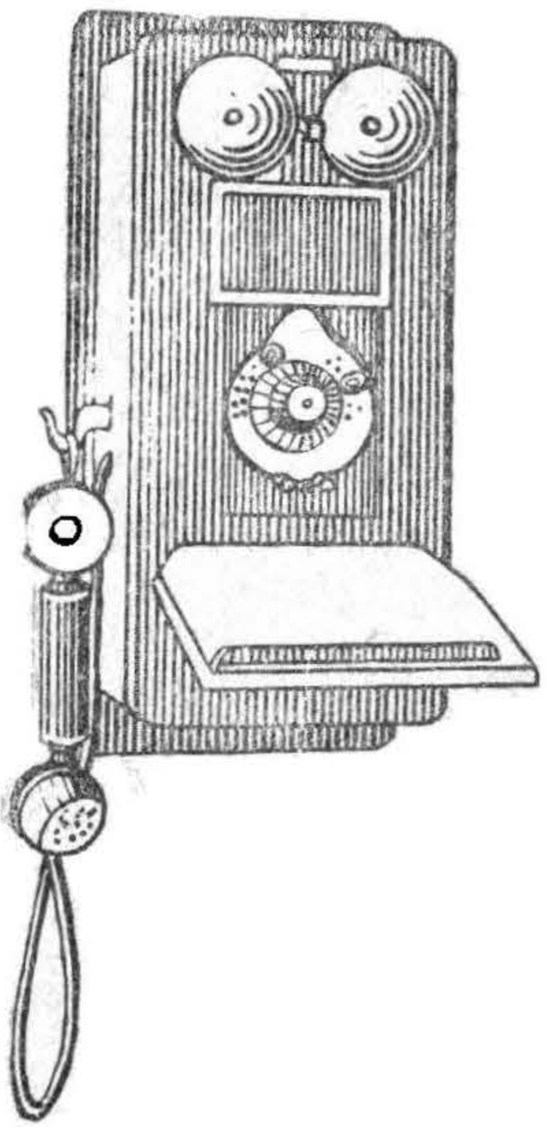
Фиг. 225. Настольный взаимноизбирательный телефонный аппарат

Когда гусек минует этот сектор, начнется третья группа импульсов. Прекратятся они в тот момент, когда штифт *Ш* отодвинется скобой $С_2$. Последний, 18-й импульс получается при проваливании штифта в отверстие $С_1$ скобы $С_2$ на очень короткий промежуток времени; затем штифт снова подхватывается скобой и при дальнейшем движении останавливается в исходном положении, не доходя немного до конца скобы. В этот момент плас-

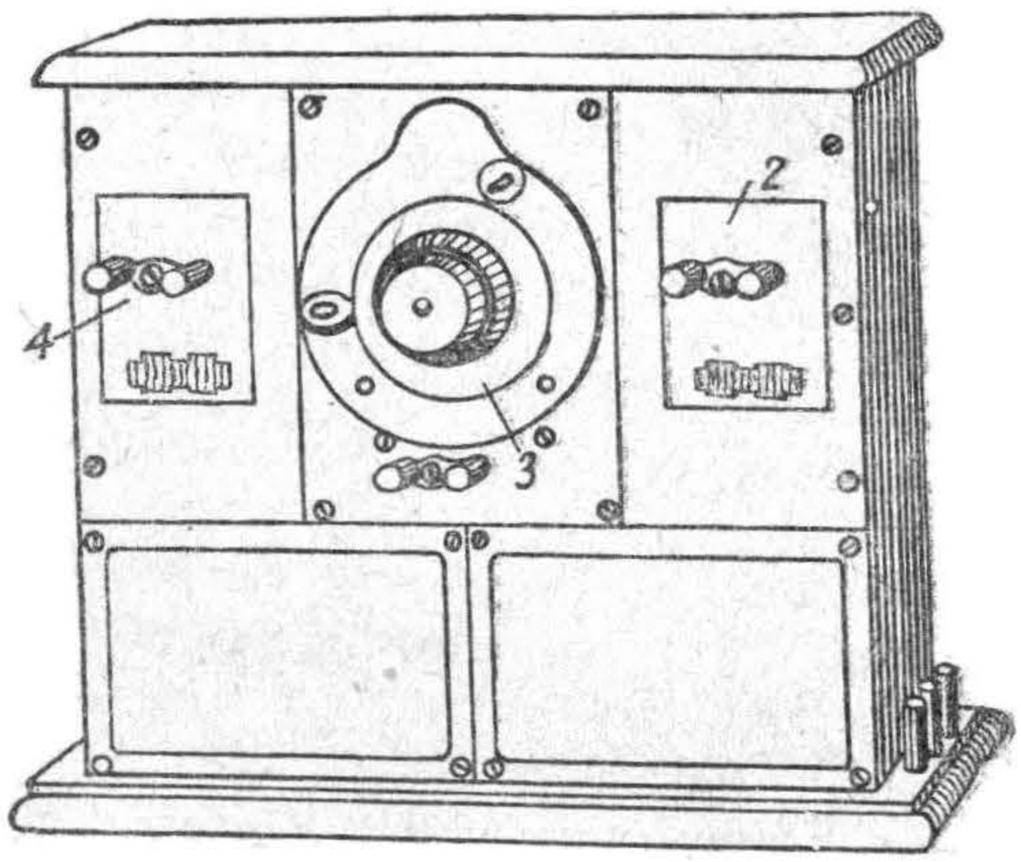
НБ УДУНТ (ДІІТ)

тинка *д* также, описав 360°, приходит в свое исходное положение и размыкает оба контакта.

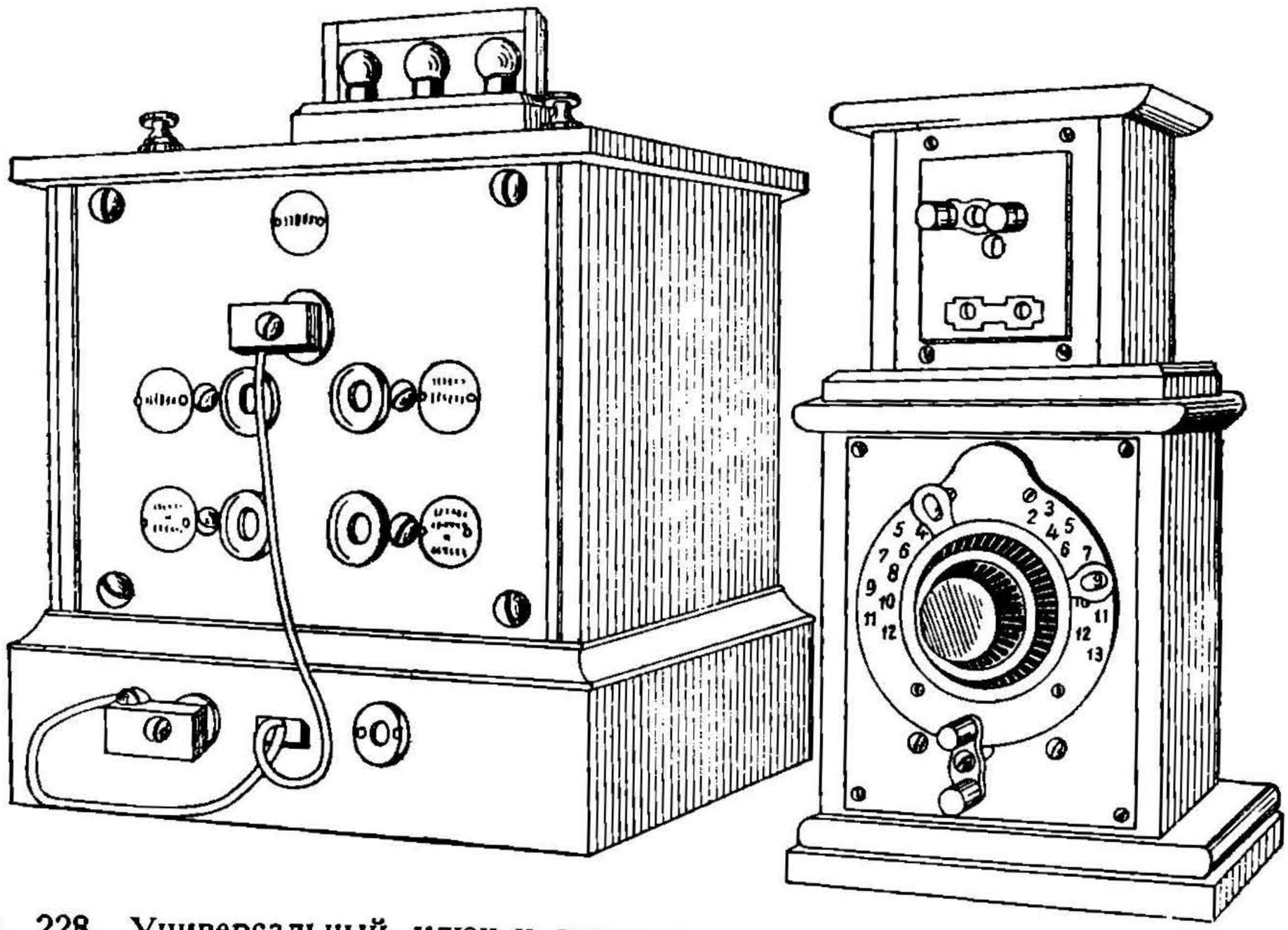
Часовой механизм отличается от такового же обычного вызывного



Фиг. 226. Настенный тип аппарата



Фиг. 227. Универсальные ключи: *2*—циркулярный ключ, *3*—универсальный ключ, *4* — ключ для сигналов времени



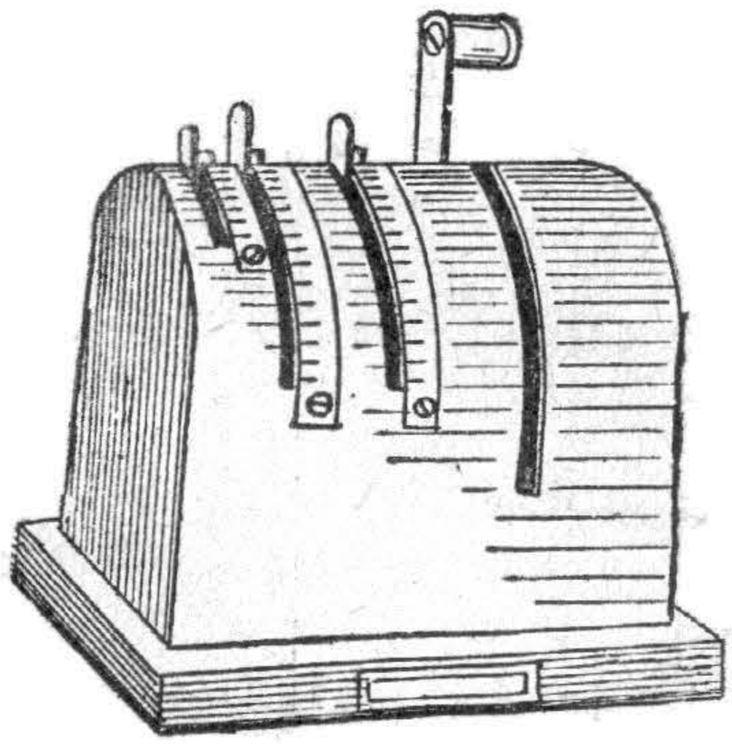
Фиг. 228. Универсальный ключ и аппарат для включения в диспетчерские цепи

ключа «Вестерн» только стопорным механизмом и находится на переднем конце оси *О*. Этот механизм изображен на фиг. 222. При заводе рукояткой *Р* часовой пружины, навитой на ось O_1, поворачивается на

НБ УДУНТ (ДІІТ)

четверть оборота зубчатый сектор $З$, насаженный на ось $О$. Он увлекает за собою сцепленный с ним второй сектор $З_1$, размах движения которого ограничивается упорным штифтом $Ш$. До упора и производится завод. На оси $О_1$ насажен барабан $Б$ с прикрепленной к нему упорной скобой $С$, которая при заводе ключа выходит из углубления барабана $Б$. При обратном движении под действием часовой пружины зубчатая передача заставляет совершать ось $О_2$ с кодовым устройством полный оборот до тех пор, пока скоба $С$ не попадет в вырез барабана $Б_1$ и не остановит вращения. На фиг. 223 и 224 изображен вид вызывного ключа; одноименные буквы на этих чертежах имеют те же значения, что и на фиг. 221. К недостаткам его конструкции относятся: невозможность посылки группового и циркулярного вызова, а также он не допускает ограничения числа вызовов.

Ключ монтируется чаще всего вместе с телефонным аппаратом (фиг. 225 и 226). Если по условиям эксплуатации требуется иметь групповой и циркулярный вызовы, то для этого надо добавить обыкновенные ключи (фиг. 227 и 228). Схема телефонного аппарата является обычной схемой системы $МБ$ с добавлением конденсатора емкостью 1 μF для защиты слуховой трубки от тока линейной батареи. На фиг. 229 показан универсальный ключ для взаимного вызова на датских железных дорогах.



Фиг. 229. Универсальный ключ системы «W. E. Co.» на жел. дор. Дании

Описанная система применяется также и на железных дорогах Дании, Португалии, Италии и Чехословакии. Видоизменением этой «не заземленной» системы является конструкция с заземлением линейной батареи и селекторов, применяемая на железных дорогах Голландии и отчасти Италии. Преимуществом этой последней системы является возможность понизить напряжение вызывной батареи в полтора раза; однако, она обладает и недостатками. В настоящем курсе мы не будем приводить ее описания.

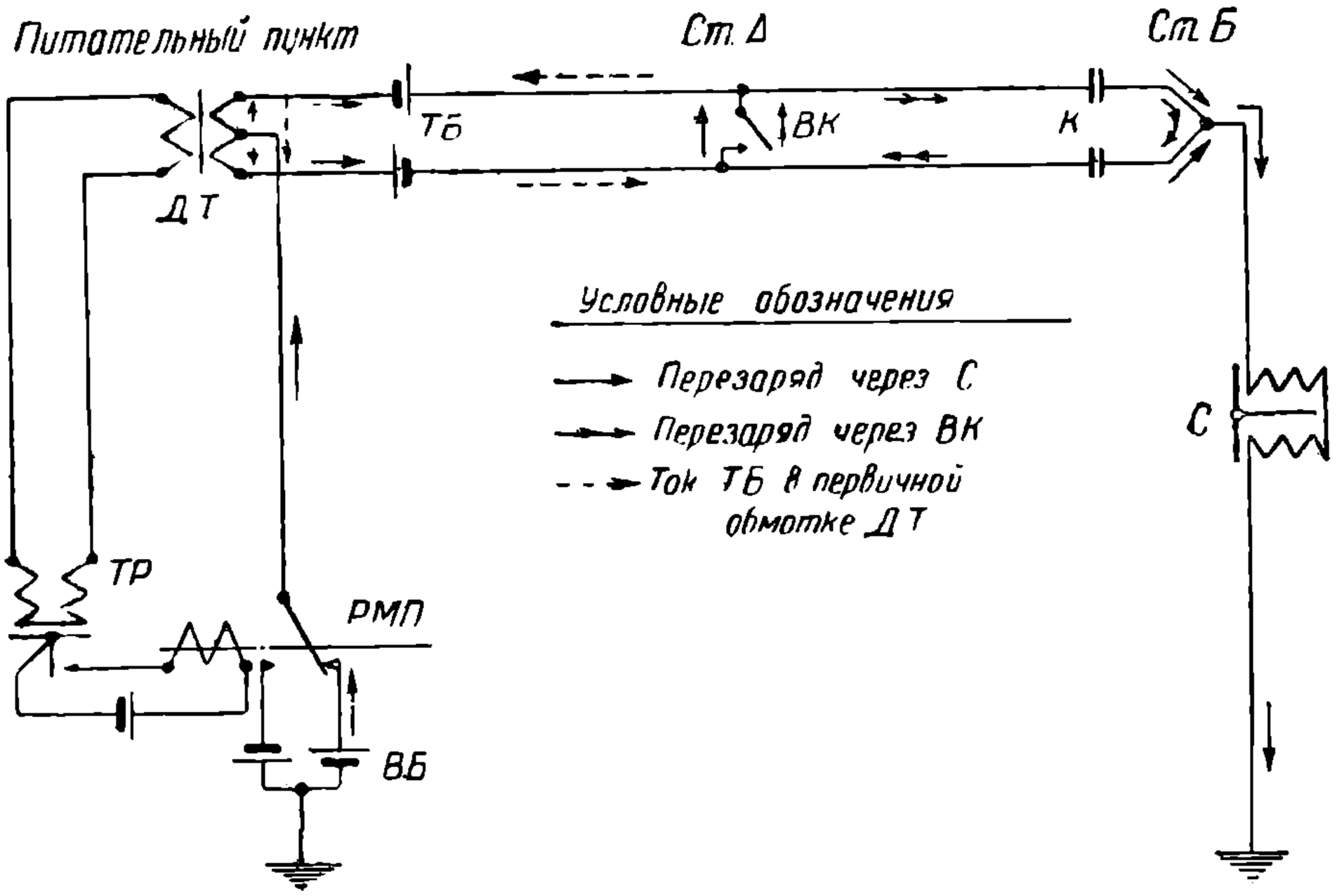
§ 34. Аппараты линейно-путевой связи

Несовершенства американской системы устранены в системе для линейно-путевой связи завода «Транссвязь». Для этого вида связи наиболее подходящей является взаимно-избирательная связь с ограничением вызова, достигаемого ограничением числа действующих кодовых дисков в вызывном ключе его же системы. Для уменьшения напряжения вызывной батареи селектор работает от перезаряда конденсатора, для чего сохранено переключение полюсов вызывной батареи. Для управления от вызывающего абонента реле, меняющее полюса этой батареи, использованы оба линейных провода (физическая цепь), а для посылки вызывных импульсов пришлось прибегнуть к фантомной цепи с обратным земляным сообщением.

Упрощенная схема, поясняющая идею этой системы, изображена на фиг. 230, на которой физическая цепь обозначена пунктир-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ными стрелками, а фантомная—сплошными стрелками. Рассмотрим случай, когда линейная станция *А* вызывает станцию *Б*. Как показывает схема, вызывная батарея *ВБ* остается постоянно включенной в линию одним из полюсов; другой полюс и обмотка селекторов заземлены. Вследствие этого конденсаторы станции *Б* сохраняют свой заряд. Вызывные импульсы, действующие на селектор, получаются вследствие перезаряда в обкладках конденсаторов *К* в фантомной цепи. Для этого абонент станции *А* производит вызывным ключом *ВК* попеременно замыкание и размыкание физической цепи транслирующей батареи *ТБ*, вследствие чего во вторичной цепи линейного трансформатора *ДТ* образуются импульсы тока, заставляющие срабатывать транслирующее поляризованное реле *ТР*, которое в свою очередь замыкает и размыкает цепь тока местной батареи через обмотку реле, меняющее полюса, и тем самым производит переключение полюсов *ВБ*.



Фиг. 230. Физические и фантомные цепи при взаимно-избирательном вызове

Промежуточный контур с поляризованным реле вызван необходимостью поставить работу *РМП* в устойчивые условия, иначе оно получало бы переменное питание в зависимости от состояния линии. В виду этого поляризованное реле *ТР* должно быть весьма чувствительным. При монтировании включение полюсов *ТБ* в линейные провода должно быть согласовано с необходимостью срабатывания *ТР* от первого же импульса.

Отметим также и то обстоятельство, что конденсаторы *К* получают заряд от двух источников тока, а именно: от транслирующей и вызывной батареи, будучи включены в первую цепь последовательно, а во вторую—параллельно; однако, это не вносит помехи в работу селектора, так как разряд их при замыкании ключа осуществляется по физической цепи,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

минуя селектор. При перемене же полюсов вызывной батареи перезаряд их происходит по фантомной цепи. На основании принципов независимости действия и наложения явление протекает так, как если бы эти цепи существовали отдельно одна от другой. При симметричности линии равнодействующая токов, проходящих в различных частях первичной обмотки линейного трансформатора, будет такой, какая получалась бы, если бы кроме батареи *ТБ* не было другого источника тока. На схеме различные составляющие показаны различными стрелками.

Физический процесс, происходящий во вторичной цепи линейного трансформатора, будет аналогичен рассмотренному уже нами процессу при вызове по диспетчерской цепи через трансформатор (§ 20). Остается отметить, что слабым местом системы является однопроводность цепи вызывных селекторных импульсов тока и возможность влияния на нее внешних воздействий.

В этом случае гарантией исправного действия системы является конструкция самого селектора, обмотки электромагнитов которого подобраны так, что селектор не может сработать: ни от индукторного вызова, ни от соседних линий высокой частоты, ни от соседства контактного провода электрической тяги, ни от линий высоковольтной передачи. При сопротивлении его обмоток в 20 000 Ω (американские—21 000 Ω) полное сопротивление вызывному току в 3,5 Hz равно 35 000 Ω, а сопротивление телефонным токам с частотой 800 Hz составляет 1 M Ω.

Рассмотрим полную принципиальную схему (фиг. 231), на которой показаны: питательный пункт, промежуточная и конечная станции; на последней станции разговорная цепь заводится в телефонный коммутатор. Из схемы видно, что заземление вызывной батареи *ВБ* делается через левую сторону фильтра *Ф*; в этой же части помещен автоматический максимальный выключатель *А*.

Были также предложены устройства, предупреждающие непрерывную работу меняющего полюса реле *РМП*, вследствие обрыва и заземления линейного провода. Практически эту непрерывную работу можно получить лишь лабораторным путем; нигде в практике она не наблюдалась и поэтому эти дополнительные усложняющие устройства (термоконтакты, лампы) из всех конструкций исключены и описания их здесь не приводятся.

Оборудование промежуточной станции состоит из:

1) вводного щитка с тремя рубильниками $P—P_1—P_2$, громоотводами и плавкими предохранителями, действующими от токов, превышающих 0,25 А,

2) вызывного универсального ключа *ВК* с ограничением вызова,

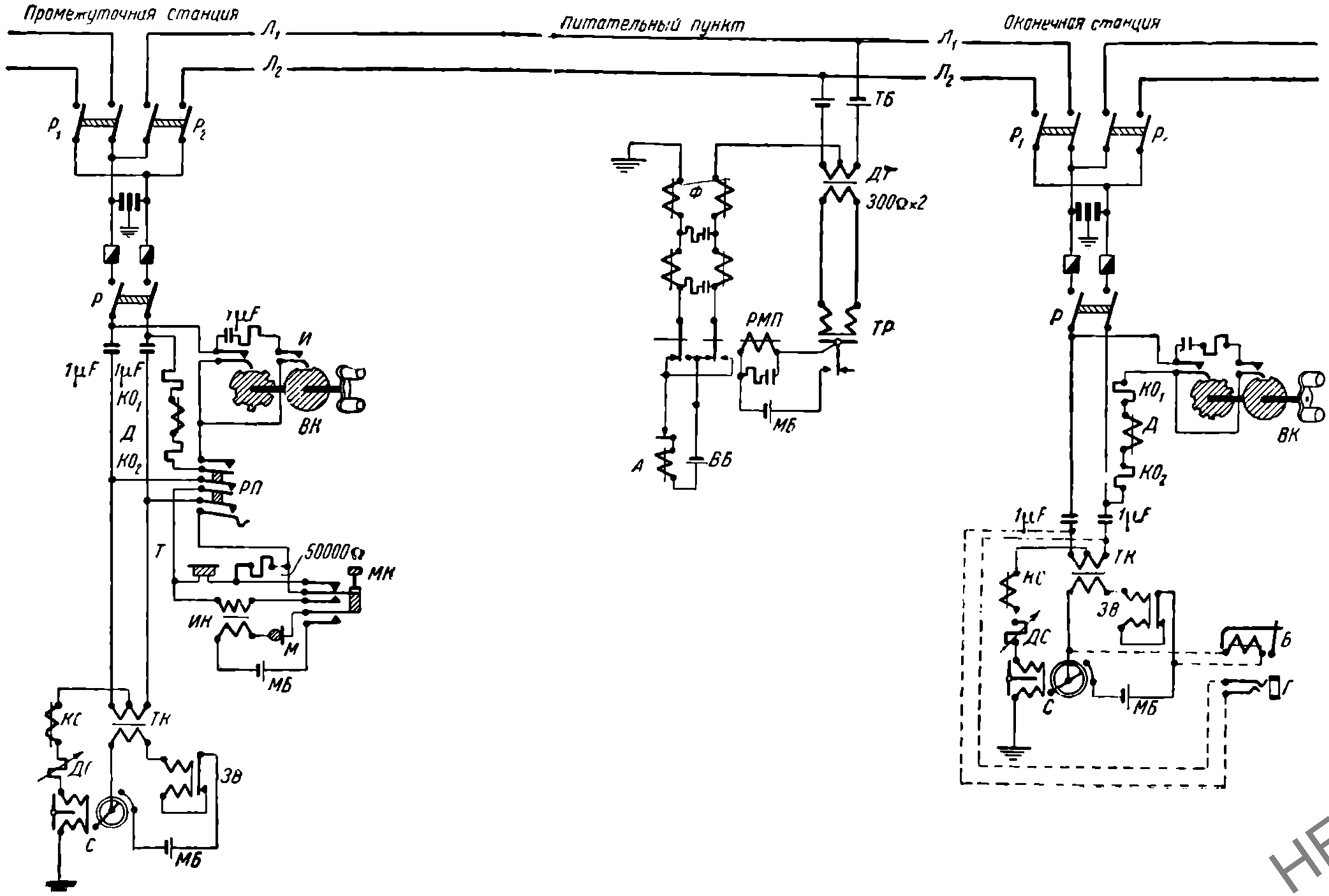
3) селекторного ящика и

4) телефонного аппарата.

Завод «Транссвязь» монтирует селекторный ящик и телефонный аппарат в одном настенном шкафу. В настоящее время этим заводом выпускаются аппараты постанционной и линейно-путевой связи и настольного типа, монтируемые в футлярах универсальных диспетчерских ключей (фиг. 231а).

Селектор *С* (фиг. 231) присоединяется к главному рубильнику *Р* через два конденсатора, по 1 μF каждый (оба эти конденсатора по отношению к фантомной цепи включены параллельно, т. е. емкости

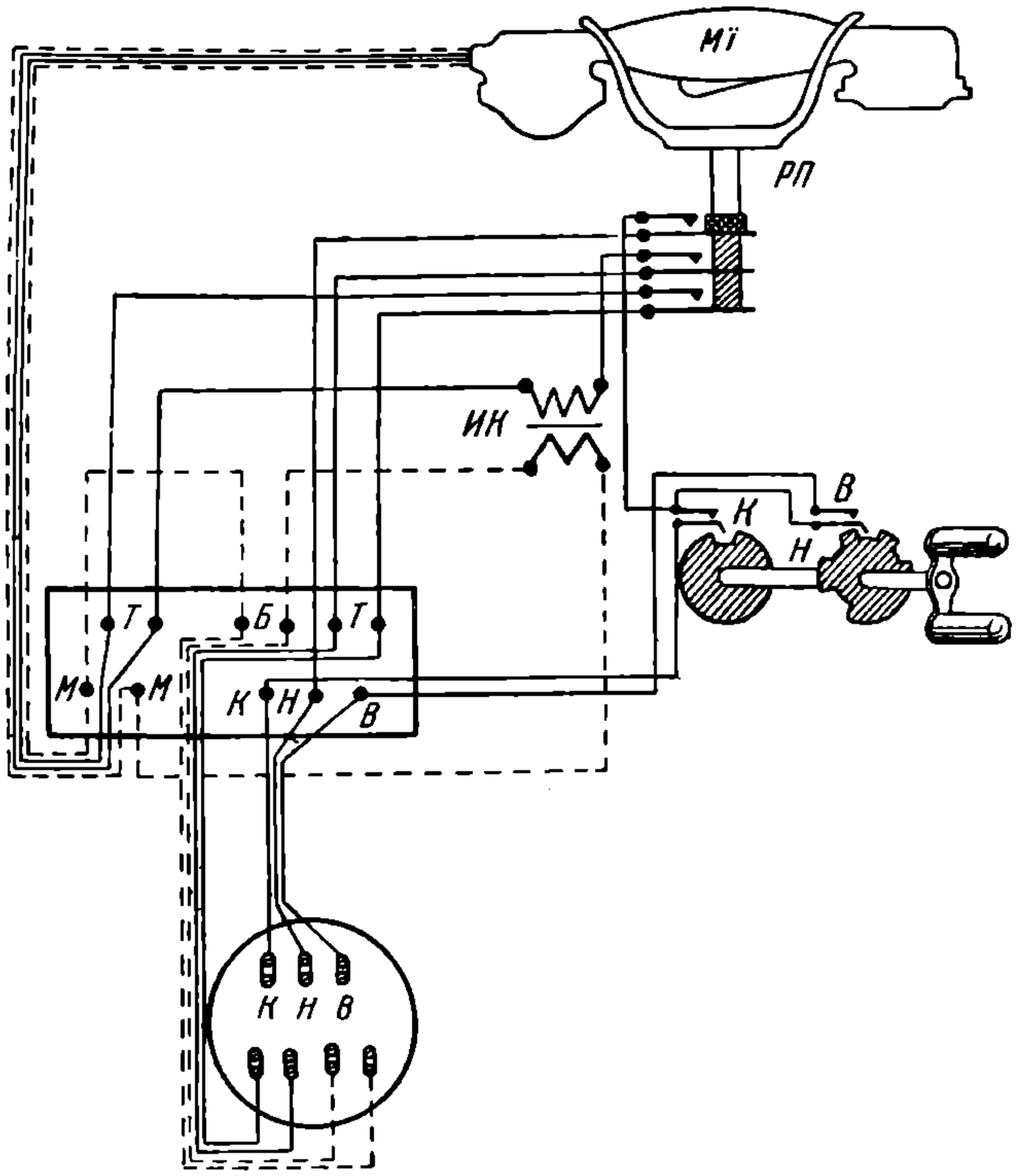
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 231. Схема линейно-путевой связи с селекторами в фантомной цепи

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

складываются), вторичную обмотку трансформаторной катушки *ТК*, через катушку самоиндукции *КС* сопротивлением 0,5 Ω, предохраняющую селектор от попадания грозовых разрядов, и добавочное уравнительное сопротивление *ДС*. При полном срабатывании селектора замыкается цепь *МБ* (4—6 V) через звонок постоянного тока *ЗВ* и первичную обмотку трансформаторной катушки. При вибрировании якоря звонка экстратоки замыкания и размыкания индуктируют во вторичной обмотке этого трансформатора контрольные токи, воспринимаемые слуховой трубкой вызывающей станции. Контакты ключа шунтируются искрогасителем, чем предупреждаются резкие щелчки в телефонной трубке.



Фиг. 231а. Аппарат настольного типа линейнс-путевой связи

Вызов можно послать только при снятой с рычажного переключателя *РП* микротелефонной трубке; это сделано с целью избежания случайных вызовов во время занятия линии разговором, так как прежде чем посылать вызов, надо предварительно послушать и убедиться, не занята ли уже линия. Катушки омического сопротивления $КО_1$—*400* и $КО_2$—*800* служат для регулирования тока транслирующей батареи. Дроссель *Д*—*70* Ω с 2500 витками ограничивает ответвляющиеся разговорные токи.

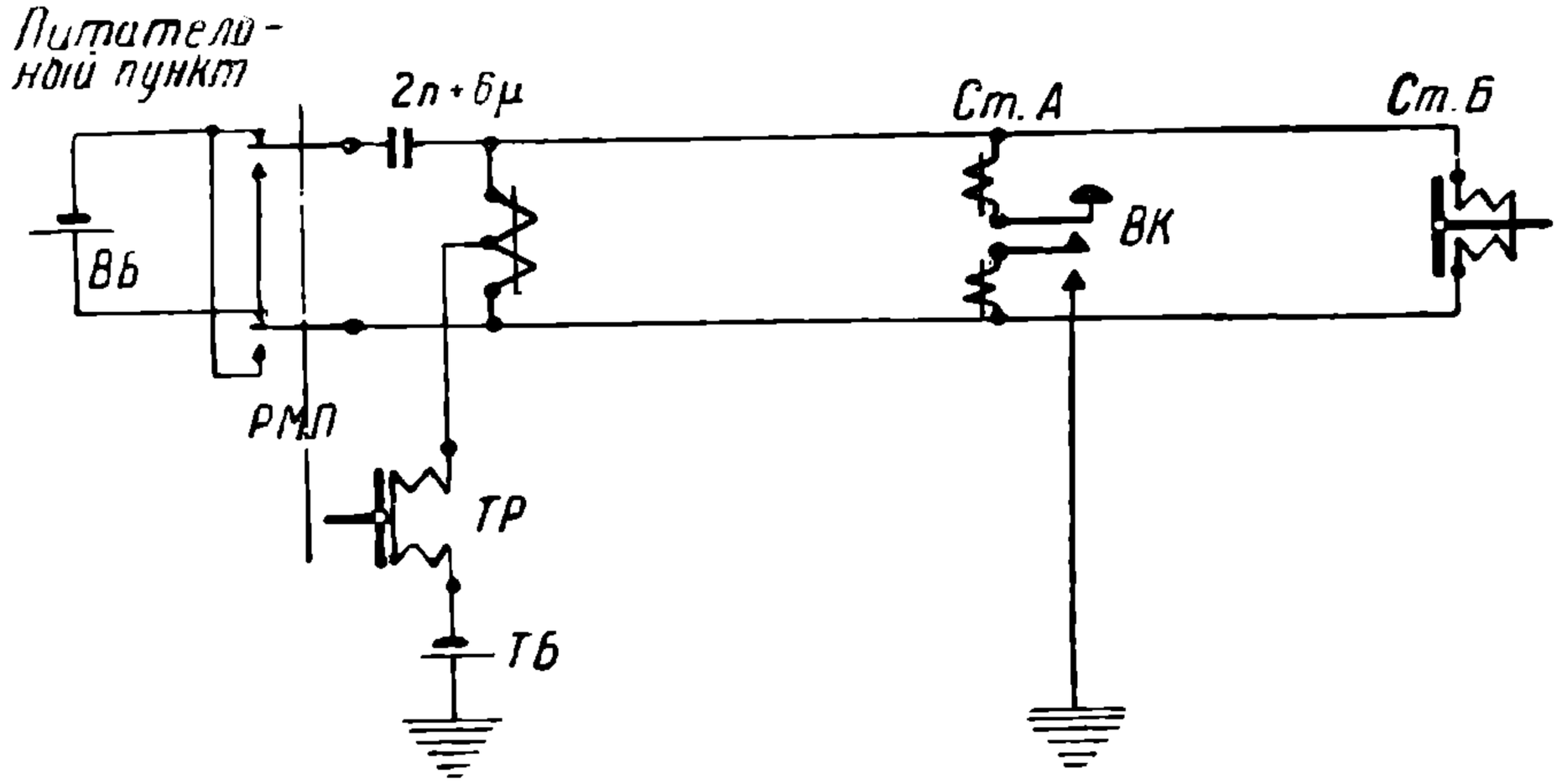
Схема разговорной части такая же, как и в диспетчерском аппарате, за исключением того, что слуховая трубка присоединена параллельно

НБ УДУНТ (ДІІТ)

реактивным катушкам, вследствие чего не требуется при телефоне конденсатора, так как при снятии трубки не изменяется емкость линии.

Оборудование оконечной линейной станции отличается от оборудования промежуточной тем, что разговорная цепь заводится в коммутатор и абонент ведет разговор через него посредством аппарата общей связи. При получении вызова от первого же импульса срабатывает на коммутаторе вызывной бленкер *Б*; опрос совершается через гнездо *Г* и шнуровую схему.

Ранее была запроектирована схема с селекторами в физической цепи (фиг. 232). В этой схеме все конденсаторы линейных станций собраны на питательном пункте и селекторы работают на переразрядных токах их. Если станция *А* вызывает станцию *Б*, то ключом *ВК* замыкается и размыкается цепь *ТБ*, через землю; в эту цепь включено транслирующее реле *ТР*, которое и управляет *РМП*.



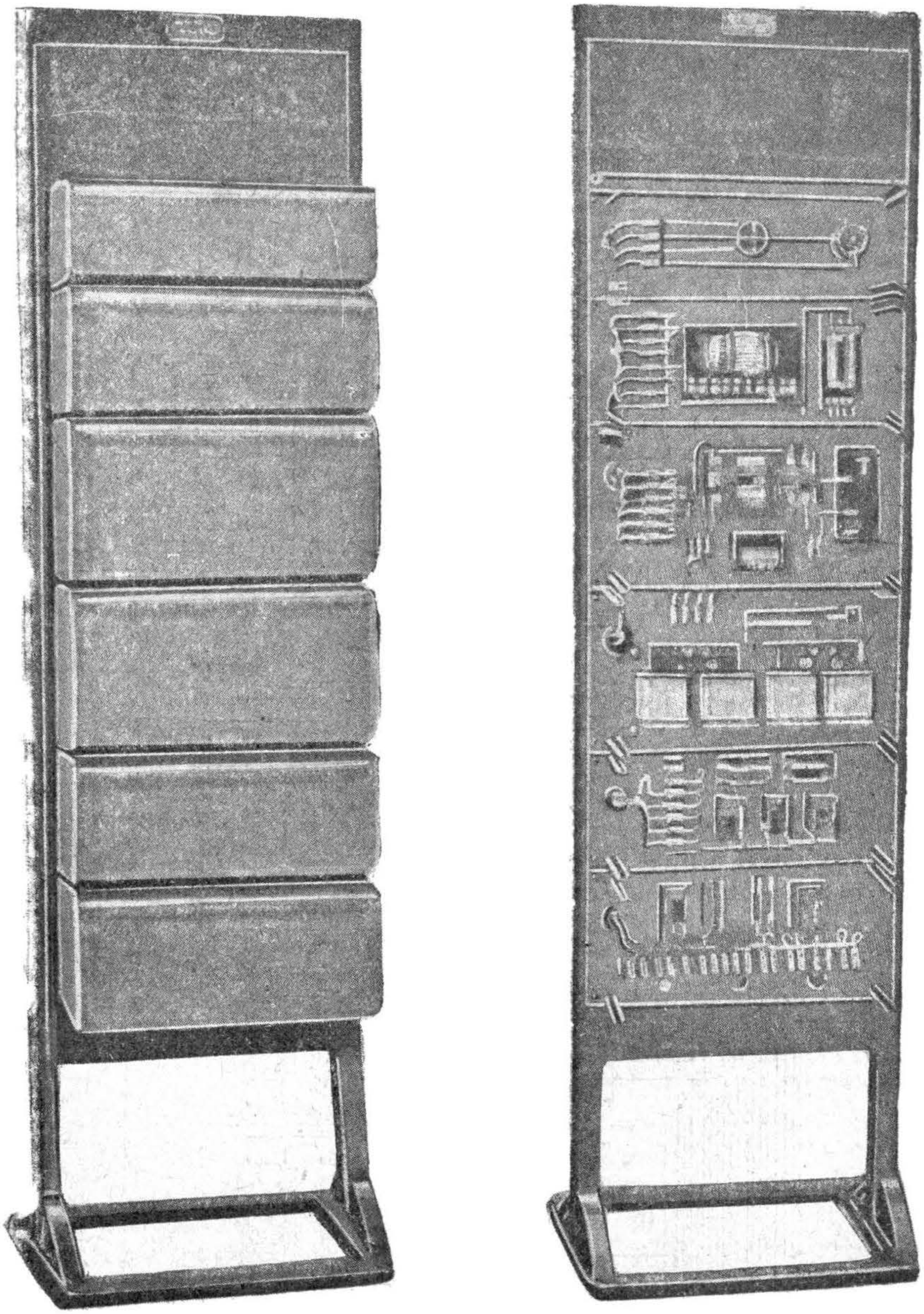
Фиг. 232. Упрощенная схема линейно-путевой связи с селекторами в физической цепи

Первая из описанных схем предпочтительнее второй тем, что напряжение вызывной батареи для нее получается значительно ниже. Аппаратов по схеме с селекторами в физической цепи было выпущено немного. и в настоящее время они практически не применяются.

Аппараты питательного пункта линейно-путевой связи ранее собирались в стенных шкафах. В настоящее время они монтируются на железных 6-панельных стативах. Рассмотрим конструкции, изготовляемые заводом «Транссвязь». На фиг. 233 изображен статив в открытом и закрытом железными кожухами виде. Фиг. 234 представляет собою монтажную схему панелей. Проводка осуществлена на задней стороне панелей.

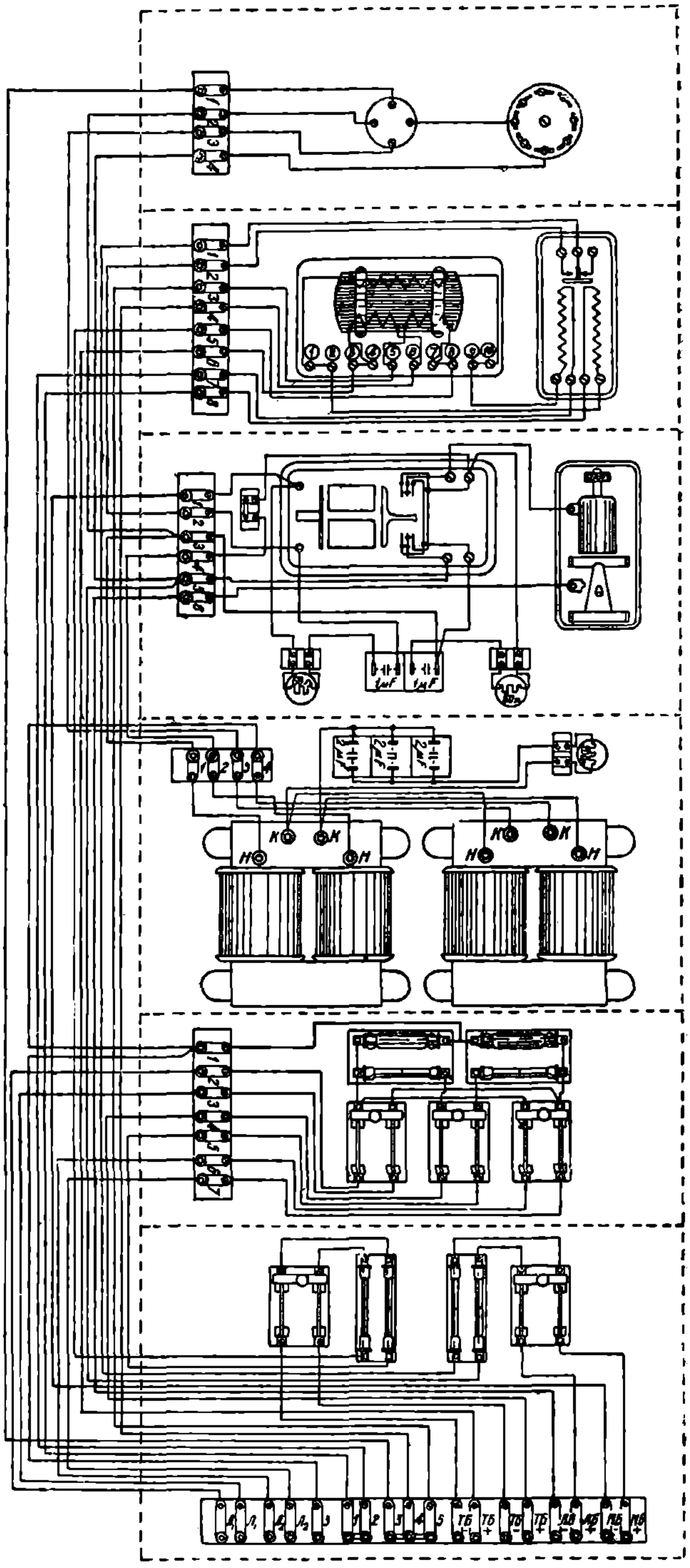
Отдельные детали характеризуются следующими данными: катушка секционного сопротивления в цепи термического предохранителя намотана из константановой проволоки диаметром 0,25 *мм*, с общим сопротивлением всех секций в 500 Ω; катушка сконструирована по типу катушек добавочных сопротивлений селекторов в диспетчерских цепях. Приборы вводного шкафика такие же, как и в диспетчерской связи. Дроссель звена фильтра из двух катушек намотан из медной проволоки

НВ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 233. Статив с приборами питательного пункта

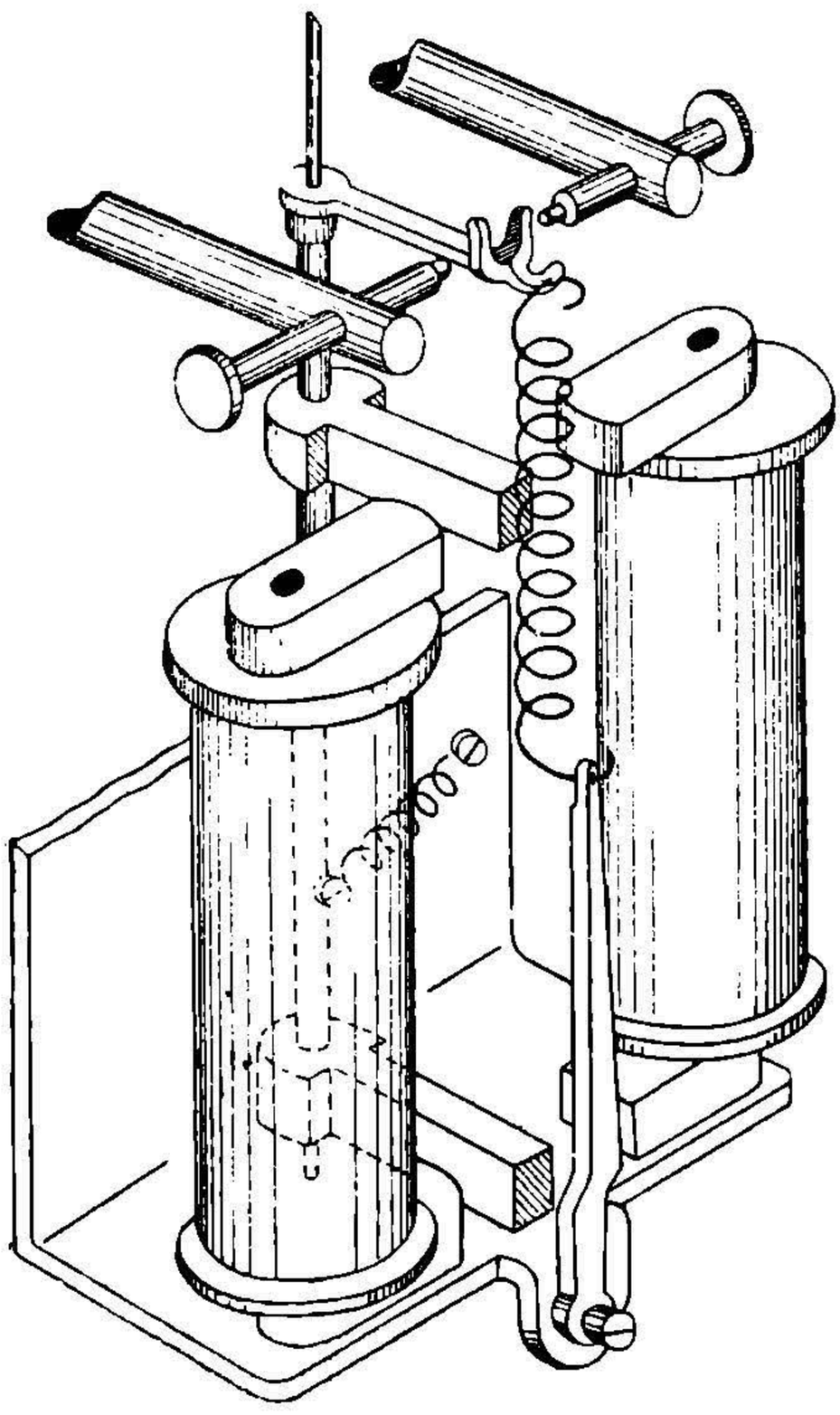
НБ УДУНТ (ДІІТ)



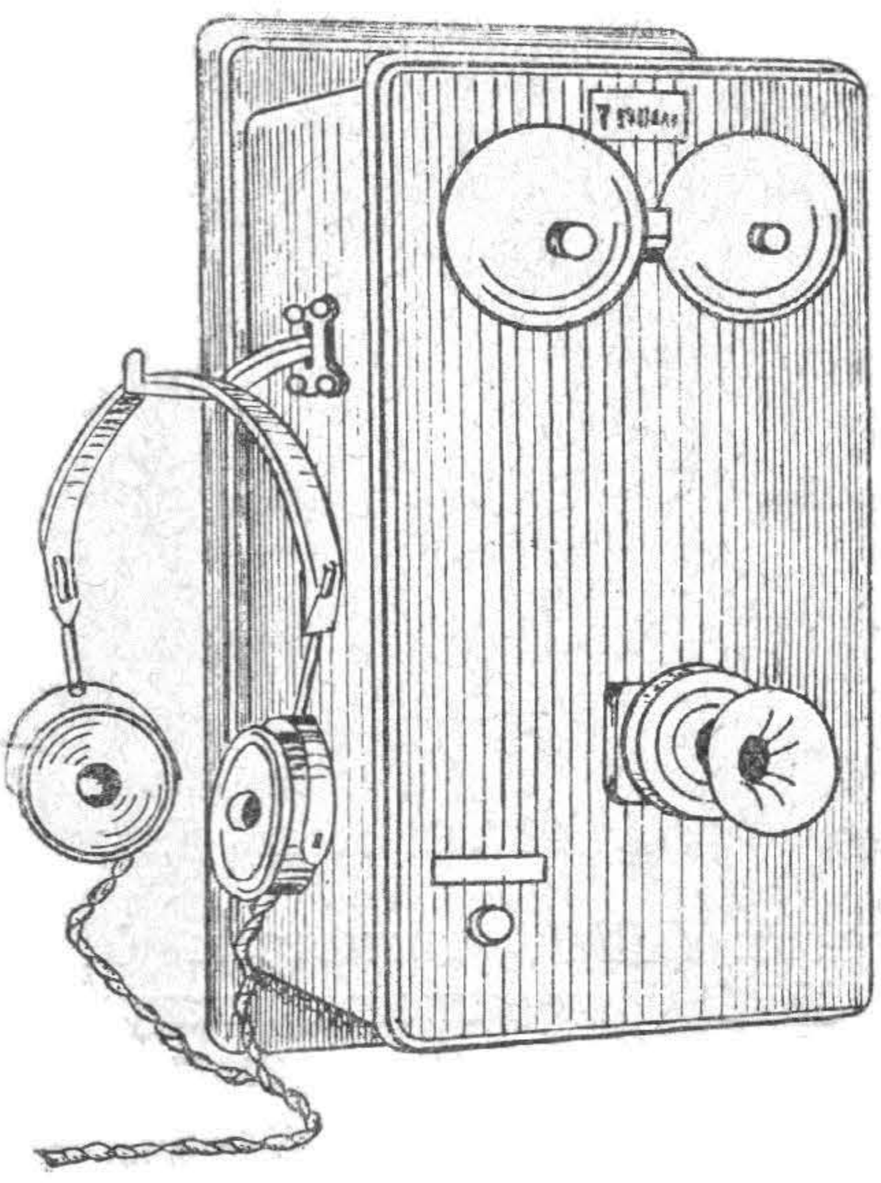
Фиг. 234. Схема панелей статива питательного пункта

НБ УДУНТ (ДІІТ)

диаметром 0,5 *мм*, сопротивлением 11 Ω × 2, числом витков 600 × 2 и самоиндукцией 12,5 Н. Реле, меняющее полюса (быстродействующее), по типу диспетчерского: эмалированная медная проволока диаметром 0,4 *мм*, сопротивлением 12,5 Ω × 2, числом витков 1900 × 2. Максимальный автомат: медная эмалированная проволока диаметром 0,4 *мм*, сопротивлением 1,5 Ω, числом витков 400. Катушки омического сопротивления для фильтра и искрогасителя из константановой проволоки диаметром 0,2 *мм* и сопротивлением: первая—200Ω, а вторая—60Ω. Поляризованное транслирующее реле системы Гвоздева изображено на фиг. 235: медная эмалированная проволока диаметром 0,1 *мм*, сопротивлением 660Ω × 2, числом витков 3270 × 2. Размах якоря регулируется в пре-



Фиг. 235. Поляризованное реле системы Гвоздева



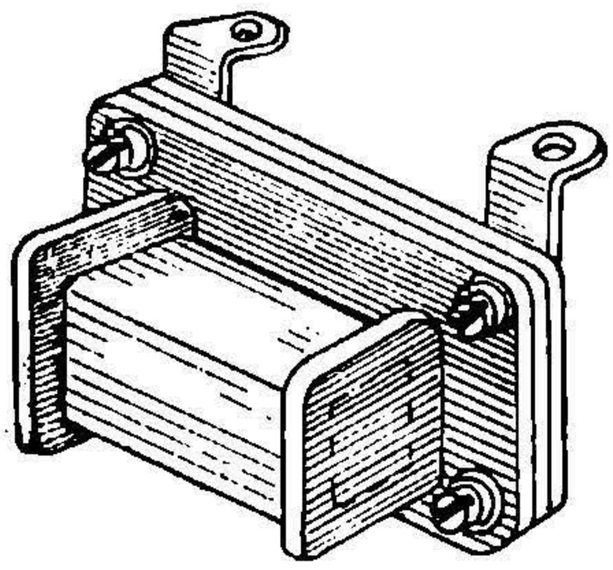
Фиг. 236. Телефонно-селекторный ящик

делах 0,8 — 1 *мм* с одинаковым ходом от нейтральной точки. Трансформаторная дифференциальная катушка с 10 клеммами: первичная обмотка из медной проволоки *ПШО* диаметром 0,25 *мм*, сопротивлением 150 Ω, 5400 витков, вторичная—медная проволока *ПШО* диаметром 0,2 *мм*, сопротивлением 150 Ω × 2, числом витков 2400 × 2, сердечник из железной проволоки короткозамкнутой.

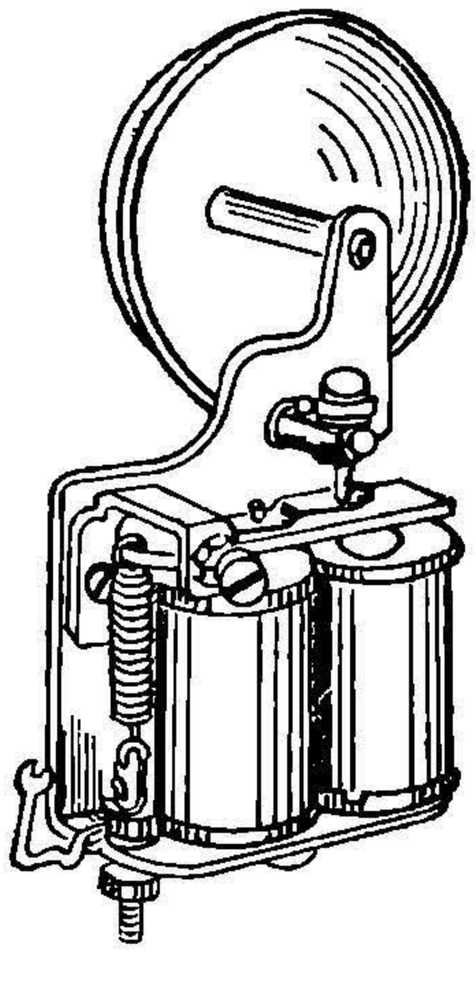
Оборудование промежуточной станции состоит из вводного щитка того же типа, как и в диспетчерской связи, и ящика (размерами 265 × 430 × 240 *мм*), с вызывной и переговорной арматурой (фиг. 236) и ключа. Все это монтируется на стене—одна часть под другой. Трансформаторная катушка для включения селектора в фантомную цепь и трансформирования токов контроля вызова имеет первичную обмотку из медной

НБ УДУНТ (ДІІТ)

эмалированной проволоки сопротивлением 1,85 Ω и числом витков 300, вторичная обмотка из такой же проволоки диаметром 0,1 *мм*, сопротивлением 3600 Ω × 2 и числом витков—800 × 2. Катушки омического сопротивления для регулирования тока транслирующей батареи из константановой проволоки диаметром 0,15 *мм*, с сопротивлением: одна в 400 Ω, другая 800 Ω. Катушка самоиндукции для защиты от попадания грозовых разрядов из медной проволоки *ПБД*, диаметром 0,5 *мм* и сопротивлением 0,5 Ω. Дроссель для ограничения ответвляющихся разговорных токов из медной проволоки *ПШО* диаметром 0,18 *мм*, сопротивлением 70 Ω, с 2500 витками (фиг. 237). Катушка добавочного сопротивления селекторов из константановой проволоки *ПШД*, диаметром 0,1 *мм*, с общим сопротивлением секций 15 875 Ω. Индукционная катушка из медной эмалированной проволоки: первичная обмотка диаметром 0,5 *мм*, вторичная—0,2 *мм*; сопротивление первичной обмотки 1,2 Ω, вторичной—35 Ω, число витков 200 × 1350, самоиндукция 0,014 × 0,35 Hz при 800 Hz. Звонок (фиг. 238) имеет обмотку из медной эмалированной проволоки диаметром 0,5 *мм*, сопротивлением 4 Ω × 2, с числом витков 800 × 2.



Фиг. 237. Дроссель



Фиг. 238. Звонок

На конечном пункте в стенном ящике монтируются только вызывные приборы с деталями, имеющими те же данные, что и на промежуточном пункте.

Ежедневно испытания ведутся с питательного пункта; проверяется громкость разговора, исправность вызова на линейных станциях и контроль вызова.

Неисправности действия линейно-путевой связи могут происходить от разных причин. Обрыв линейных проводов сказывается на том, что нельзя вызвать все или некоторые линейные пункты. Для определения перегона, на котором произошел обрыв, надо проверить получение вызова станциями, начиная от питательного пункта; неисправный перегон будет между последней ответившей станцией и первой—не получившей вызова. При заземлении проводов получается непрестанное

НБ УДУНТ (ДІІТ)

дребезжание реле, меняющего полюса; в этом случае надо приступить к испытаниям проводов.

Невозможность вызвать ни одну из линейных станций может быть по причине короткого замыкания на питательном пункте и срабатывания автомата. Если при включении его он снова срабатывает, то следовательно короткое замыкание не устранено и надлежит сделать осмотр проводки в коммутации питательного пункта и устранить неисправность. То же явление невозможности вызова может произойти от обрыва вводных проводов или проводов комнатной проволоки, перегорания предохранителей, нарушения контакта в пружинах ключа или рычажного переключателя телефонного аппарата. Для устранения причины повреждения необходимо дать искусственный контакт и осмотреть затем проводку, если при искусственном контакте не получится вызов.

Наконец, то же явление может быть следствием разрегулировки реле, транслирующего или меняющего полюса, а также вследствие повреждений в какой-либо из трех батарей. Для устранения повреждения следует отрегулировать реле, проверить вольтметром напряжение и устранить неисправность. Если только один из линейных пунктов оказывается в неисправности: не проходит ни вызов, ни разговор, то причина кроется либо в неисправности проводки, либо же в перегорании предохранителей.

Если на какой-либо из станций окажется пробой конденсаторов, то эта станция будет получать ложные звонки при каждом вызове какой-либо станции. Для устранения неисправности следует произвести замену конденсаторов.

При исправном вызове и неисправном прохождении разговора— причина в неисправности микрофона или слуховой трубки или контактов рычажного переключателя, или кнопки у какого-либо из разговаривающих абонентов; станция повреждения определяется путем вызова новой станции, т. е. путем исключения поврежденной.

В заключение необходимо отметить, что вопрос о конструкции вызывного ключа с ограничением вызова еще окончательно не разрешен. Электромеханический завод им. Кулакова объявил конкурс, в результате которого было одобрено для изготовления образца шесть предложений авторов.

Тихомирова два типа (комбинированных ключей), Лопатникова два типа (кнопочный ключ), Шулейко (рычажный ключ) и Арсеньева (барабанный). По условиям конкурса ключ должен давать не менее 78 кодовых комбинаций и допускать групповые и циркулярный вызовы, а также ограничение вызова; вызов должен делаться одной рукой, настройка должна быть простой и быстрой, продолжительность вызова в пределах 7-8 сек., габарит ключа небольшой, ключ должен быть дешевым, простым по конструкции и допускать взаимозаменяемость частей и удобство регулировки.

Лучшим был признан ключ рычажной системы; однако, ни один ключ не удовлетворял полностью требованиям конкурса и работа над созданием конструкции рационального ключа продолжается.

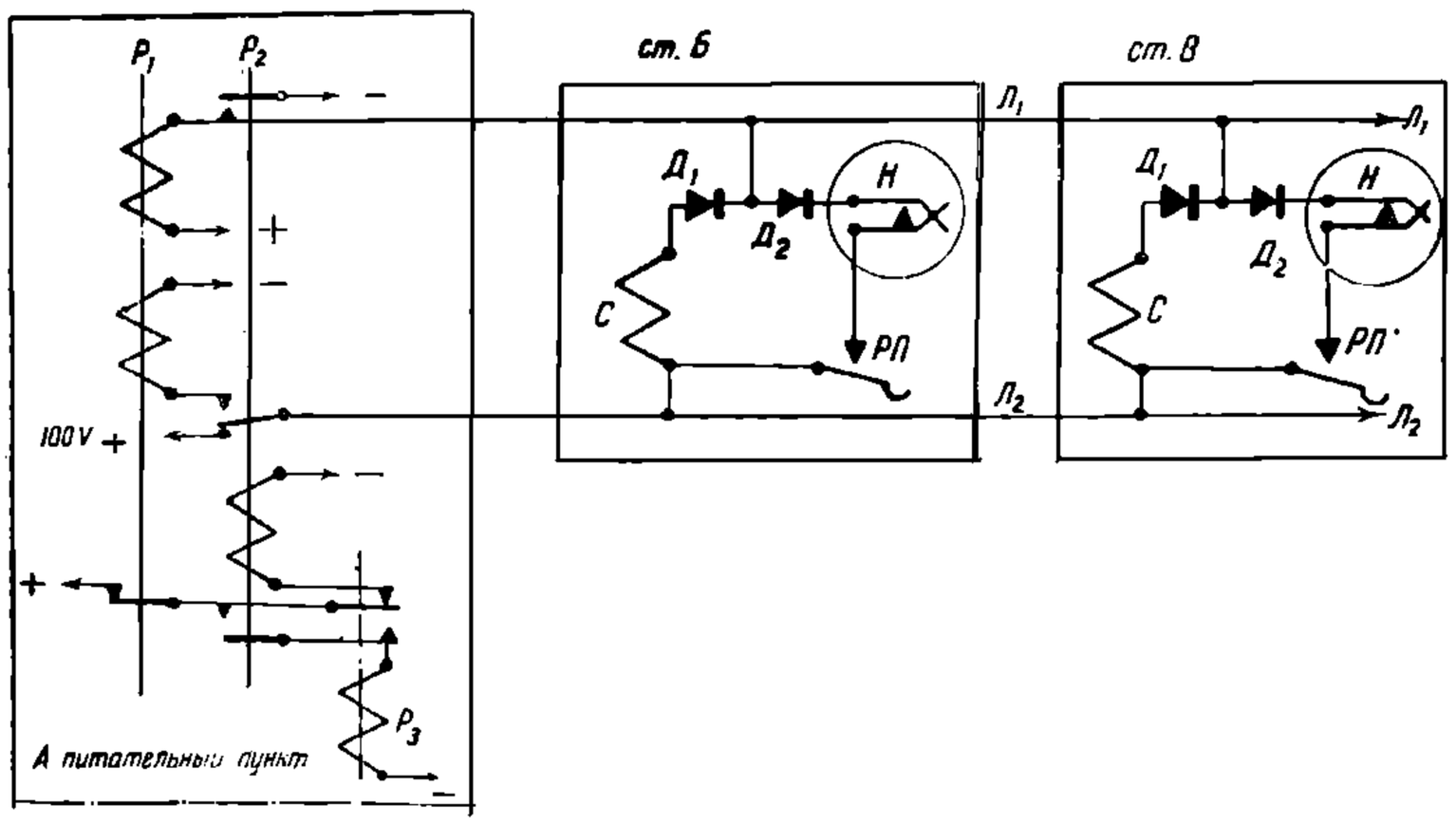
Как показала практика, в зависимости от интенсивности переговоров, в цепь линейно-путевой связи не рекомендуется включать более 15—20 абонентов. Для увеличения продуктивности цепи рекомен-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

дуется на оконечных крупных станциях заводить ее в коммутатор, в который и включать абонентов этой станции. Сносясь между собою через коммутатор и не загружая линейной цепи, они тем самым повышают коэфициент ее полезного действия. Способ включения цепей в коммутатор изложен в § 37.

§ 35. Взаимно-избирательная связь системы Эриксона

На французских и шведских железных дорогах в последние годы установлены аппараты линейной взаимно-избирательной связи системы Л. М. Эриксона. В этой системе посылка вызова делается посредством номеронабирателя телефонного аппарата АТС. Селектор—шагового дей-



Фиг. 239. Схема взаимно-избирательной связи системы Эриксона: P_1, P_2, P_3—реле, $Л_1$, $Л_2$—линейные провода, C—селектор, $Д_1$, $Д_2$ — детекторы (выпрямители), H — номеронабиратель, $РП$—рычажный переключатель норм. полож. 2-го якоря P_2 на контакте с минусом батареи

ствия. Питательный пункт оборудован системой распределительных реле.

Принцип действия следующий (фиг. 239): селектор C и номеронабиратель H включены в параллельные ответвления от линейных проводов. В каждое из этих ответвлений включены также и детекторы (купроксные выпрямители), которые вместе с селекторами постоянно включены в линейные провода.

Источники тока на питательном пункте включены своими полюсами так, что реле P_1 срабатывает только в том случае, если детектор $Д_2$ пропускает через себя ток, а это происходит тогда, когда с рычажного переключателя $РП$ снята микротелефонная трубка и линейные провода присоединены: $Л_1$—к плюсу, а $Л_2$—к минусу батареи. Детектор $Д_2$ при такой полярности имеет небольшое сопротивление.

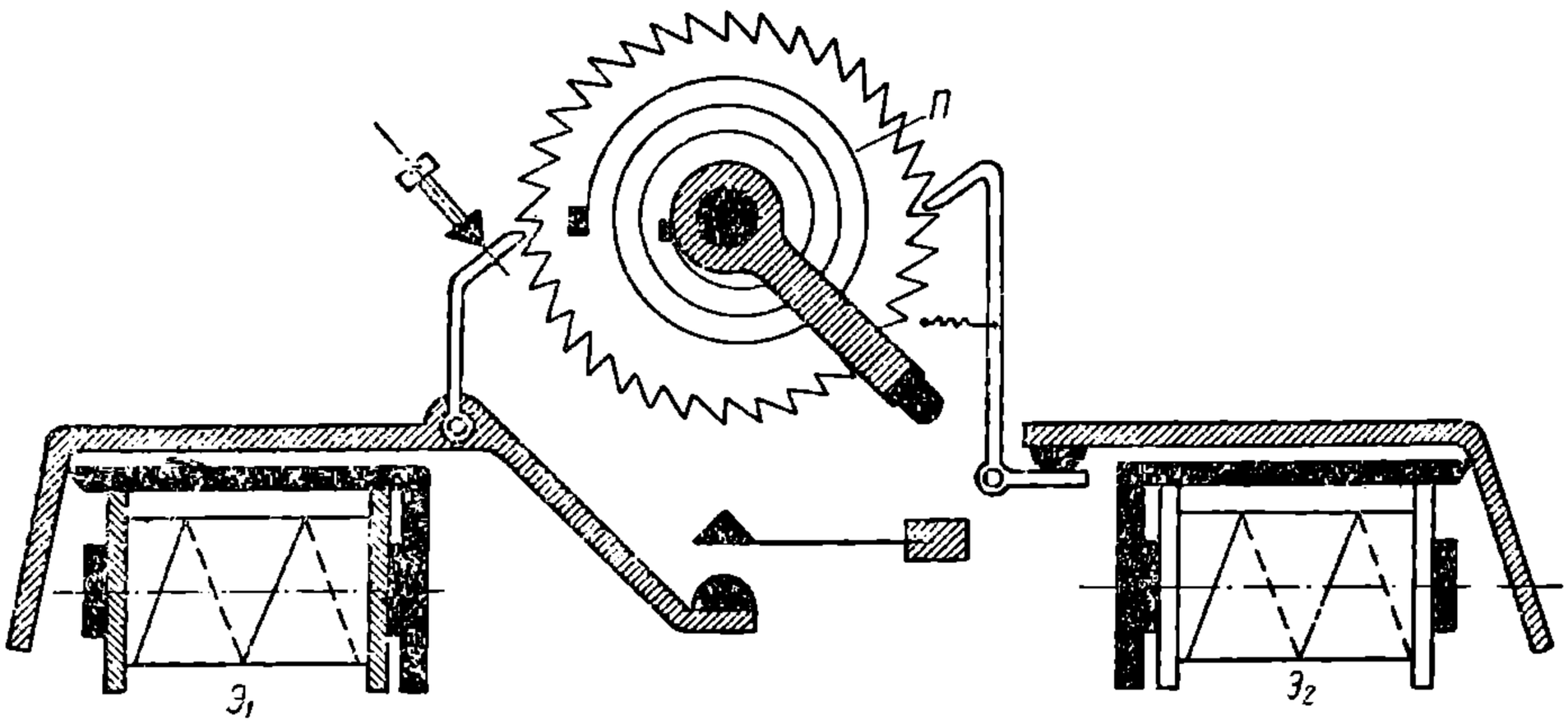
Как только сработает реле P_1, немедленно же срабатывает и реле P_2; последнее в свою очередь заставляет сработать реле P_3. Это же реле выключает затем реле P_2 после короткого промежутка времени его действия. Оно меняет полярность в линейных проводах и заставляет сработать селектор C. В течение этого промежутка времени селектор успеет передвинуть свое зубчатое колесо на один шаг вперед. Необходимо за-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

метить, что при изменении полярности в линии реле P_1 не отпускает своего якоря, так как через одну из обмоток его будет протекать ток, замыкаясь через якорь P_2, соединенный с минусом батареи.

Во время посылки импульсов тока номеронабирателем H происходит разрыв цепи через детектор $Д_2$ каждый раз в начале каждого импульса; затем, в конце каждого импульса, возобновляется описанный выше процесс срабатывания селектора и продвижения его зубчатого колеса на один шаг вперед. На всех остальных станциях все селекторы также будут совершать аналогичные движения.

Для действия импульсного реле достаточно напряжение батареи в 24 V. Для действия селекторов линейная батарея должна иметь более высокое напряжение, зависящее от длины линейных проводов и коли-



Фиг. 240. Схема селектора Эриксона: $Э_1$—электромагнит для шагового передвижения зубчатого колеса, $Э_2$—тормозной электромагнит, $П$—спиральная часовая пружина для возврата диска

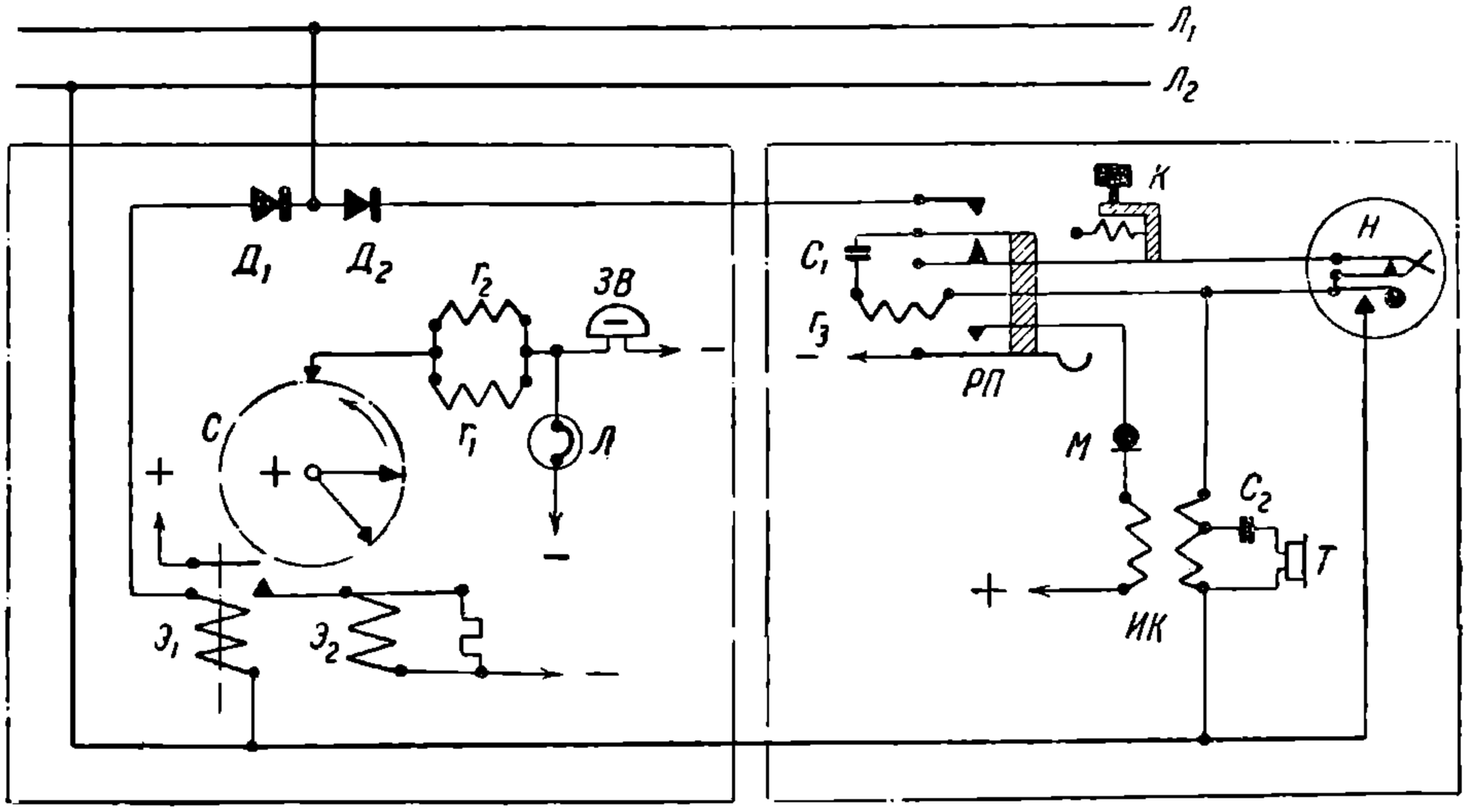
чества включенных в линию селекторов; в среднем напряжение батареи равно 100 V. Емкость же батареи небольшая, так как ток незначительный, а именно 10 mA в продолжение 0,010 сек.

Схема селектора показана на фиг. 240. Селектор состоит из двух электромагнитов: $Э_1$ и $Э_2$. Один из них $Э_1$ имеет якорь, соединенный с храповым колесом для продвижения селектора на один шаг при срабатывании этого электромагнита; другой электромагнит $Э_2$ выполняет роль задерживателя зубчатого колеса от возвращения его в исходное положение. Срабатывает он от местной батареи, замыкаемой якорем первого электромагнита. В действительной конструкции оба электромагнита расположены один рядом с другим. Когда оба якоря приходят в нормальное положение, зубчатое колесо совершает обратное движение под влиянием спиральной часовой пружины. При определенных положениях зубчатого колеса замыкается контакт посредством контактного рычажка, соединенного с зубчатым колесом и движущегося вместе с ним; такое замыкание происходит в тот момент, когда этот контактный рычажок занимает положение, нажимающее на контактную пружину в приподнятом положении якоря.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Число шагов, которое должно сделать зубчатое колесо при передвижении от своего исходного положения до замыкания контактной пружины, зависит от телефонного аппарата, номеронабиратель которого дает определенное число импульсов, с которым согласовано определенное положение селектора. В телефонных аппаратах, специально спроектированных для железных дорог, селекторы снабжены двумя контактными рычажками: один служит для индивидуального вызова данной станции, а другой—для циркулярного вызова всех станций.

Действие звонка получается при заключительном импульсе. Этот заключительный импульс дается уже не номеронабирателем, а полу-



Фиг. 241. Оборудование линейной станции: *М*, *Т*—микротелефонная трубка, *ИК*—индукционная катушка, *Н*—номеронабиратель, *РП*—рычажный переключатель, *ЗВ*—звонок постоянного тока, r_1, r_2, *Л*—сопротивления и лампа для регулирования звонка, *С*—селектор с двумя электромагнитами $Э_1$ и $Э_2$.

чается с питательного пункта и продолжительность его длиннее, чем предшествующих импульсов; он действует в течение нескольких секунд, соответственно продолжительности звонкового вызывного сигнала. О том, каким образом получается этот особый импульс, изложено ниже.

После выполненного движения селектор возвращается в свое исходное положение. Телефонный аппарат линейной станции соответствует конструкции аппарата системы АТС. На схеме фиг. 241 показаны детали его схемы и схемы селекторного ящика.

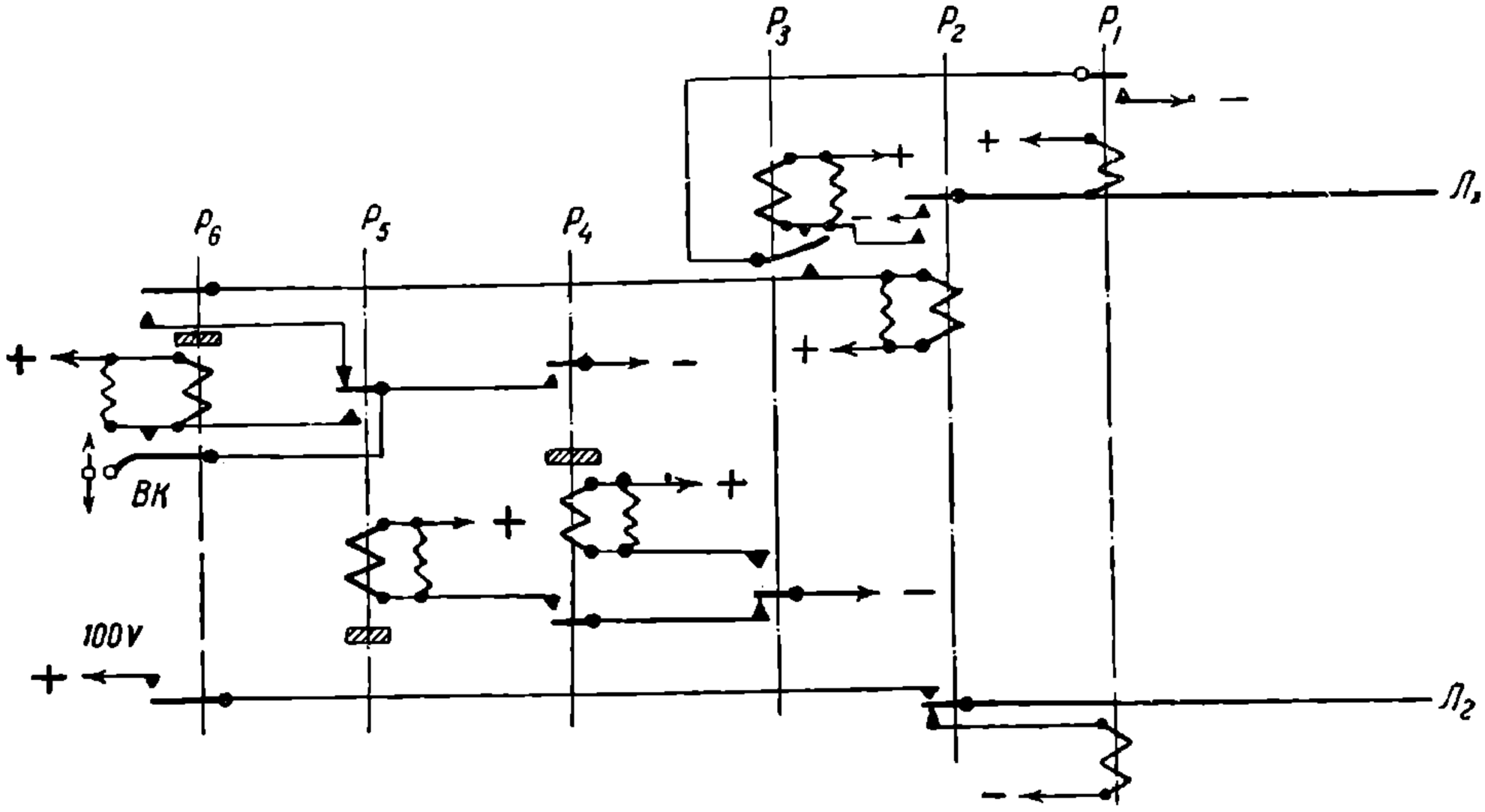
Прежде чем вызвать какую-либо станцию абонент должен предварительно убедиться, не происходит ли разговор на линии. Для этого он должен снять с рычажного переключателя *РП* микротелефонную трубку и послушать. Такое действие не должно влиять на вызывную часть схемы; следовательно поднятие *РП* не должно замыкать цепи вызывной батареи. Чтобы достичь этого, в цепь включается конденсатор C_1. При снятии с рычага микротелефона слуховая трубка включается в линию через последовательно соединенные: конденсатор C_1 и сопротивление r_3. Убедившись в свободности линии, абонент нажимает кнопку *К* и тем

НВ УДУНТ (ДІІТ)

самым шунтирует конденсатор C_1, замыкая цепь вызывной батареи. Затем, действуя номеронабирателем *Н*, абонент посылает в линии импульсы вызывного тока, как это описано выше.

Микрофонная цепь замыкается нижним контактом *РП*. Телефон *Т* включен параллельно некоторой части витков вторичной обмотки индукционной катушки *ИК* последовательно с конденсатором C_2—для лучшей слышимости приходящего с линии разговора и для ослабления слышимости собственной речи.

Регулирующее устройство звонка состоит из последовательно включенного с ним сопротивления r_1—r_2 и параллельно присоединенной



Фиг. 242. Питательный пункт: P_1, P_2, P_3—импульсные и коррекционные реле, P_4, P_5, P_6—реле для посылки продолжительных сигналов, *ВК*—вибрирующий контакт

лампы накаливания *Л* с металлической нитью с малым ее сопротивлением в холодном состоянии. В промежуток времени, пока нить еще не накалилась, звонок шунтируется лампой накоротко и не звонит; это соответствует прохождению контактного рычажка селектора над звонковым его положением. Когда же этот рычажок останавливается в звонковом положении на более продолжительный период времени, то нить лампы накаливается, сопротивление нити возрастает, в звонок ответвляется большая сила тока и он звонит.

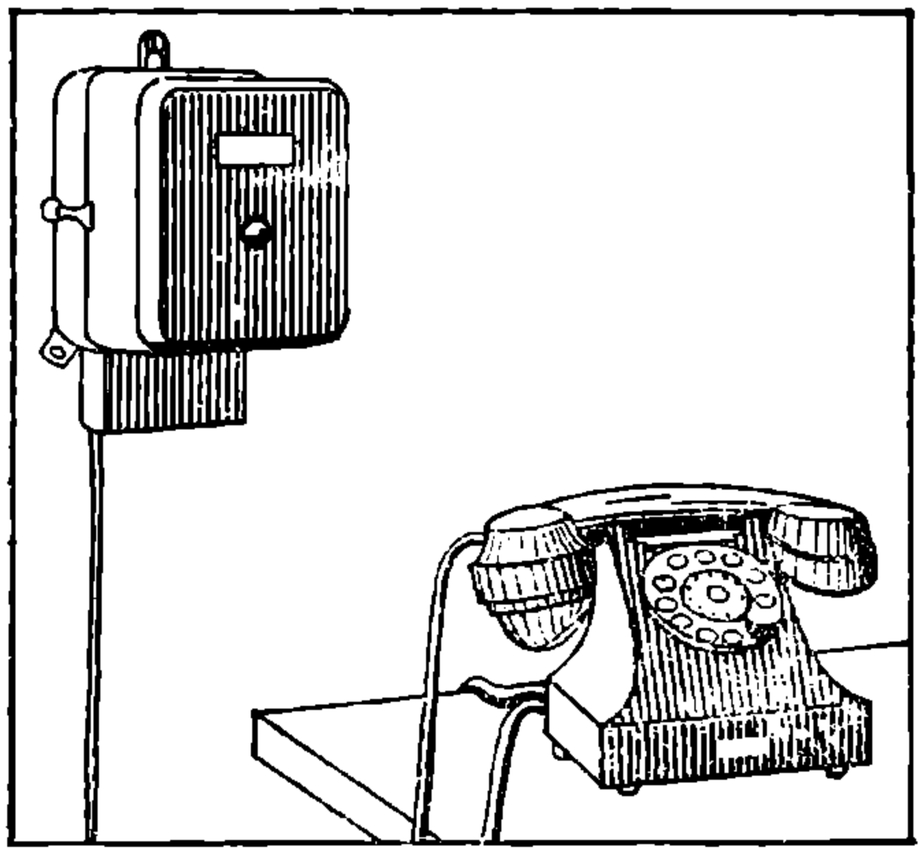
Схема работы электромагнитов понятна из чертежа.

Конструктивное оформление телефонного аппарата и ящика с селекторными приборами, составляющими типовое оборудование линейной станции, показано на фиг. 243—244. Зажигание лампы служит также оптическим сигналом ожидаемого вызова, видимым через линзу, вделанную посредине крышки селекторного ящика.

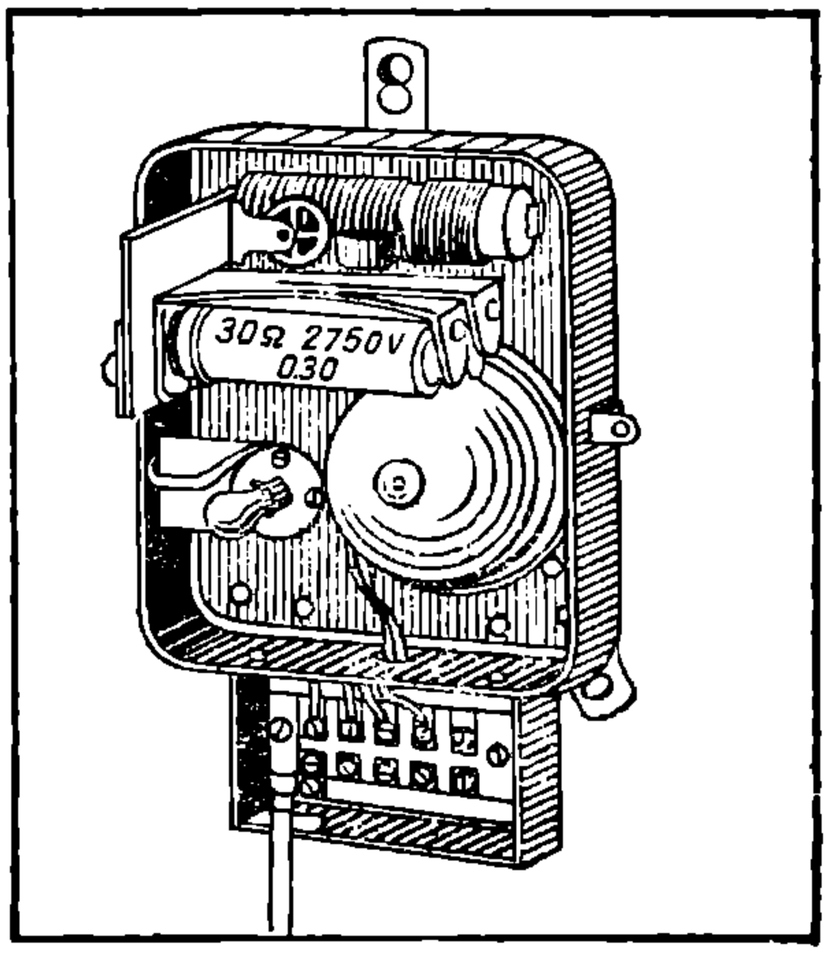
При оборудовании железнодорожного участка взаимно-вызывной телефонной связью описываемой системы местоположение питательного пункта выбирается посредине такого участка, вследствие чего уменьшается напряжение вызывной батареи.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Схема включения приборов в простейшем случае, при одной секции номеронабирателя приведена на фиг. 242. P_1—P_2—P_3—импульсные и коррекционные реле, о которых сказано выше. К ним добавляются еще три реле: P_4—P_5—P_6. Назначение последних, это посылка особых звонковых импульсов после посылки импульсов диском номеронабирателя. Продолжительность импульса соответствует звонковому сигналу. Когда линия занята, реле P_4 держит притянутым свой якорь. Во время импульсов реле P_5 и P_6 срабатывают. После импульсов реле P_5 немедленно отпускает свой якорь, а реле P_6, снабженное колеблющимся контактом, держит свои якоря притянутыми до тех пор, пока вибрирующий кон-



Фиг. 243. Оборудование линейной станции. Настольный телефонный аппарат типа АТС и настенный селекторный ящик



Фиг. 244. Селекторный ящик открыт

такт не уменьшит размаха, что происходит после 4-5 сек. В течение этого времени реле P_3 снова срабатывает через реле P_5 и P_6 и посылает в линию более продолжительный звонковый сигнал. Соответственным регулированием времени действия реле P_5 можно добиться того, что последний импульс начинается вслед за последним нормальным импульсом и равен импульсному периоду всей группы.

В аппарат питательного пункта входит ряд реле, конденсаторы и другие детали, компактно расположенные и закрытые в ящике из листового железа. Ящик помещается на стене и соединяется коротким кабелем с закрывающейся доской, на которой укреплены клеммы для внешних проводников.

В случае нескольких секций номеронабирателя устройство питательного пункта естественно усложняется: число реле возрастает до 9 и, кроме того, добавляются три конденсатора, три детектора, один 12-шаговый искатель и зуммер. Эта система допускает включение в линию 55 абонентов.

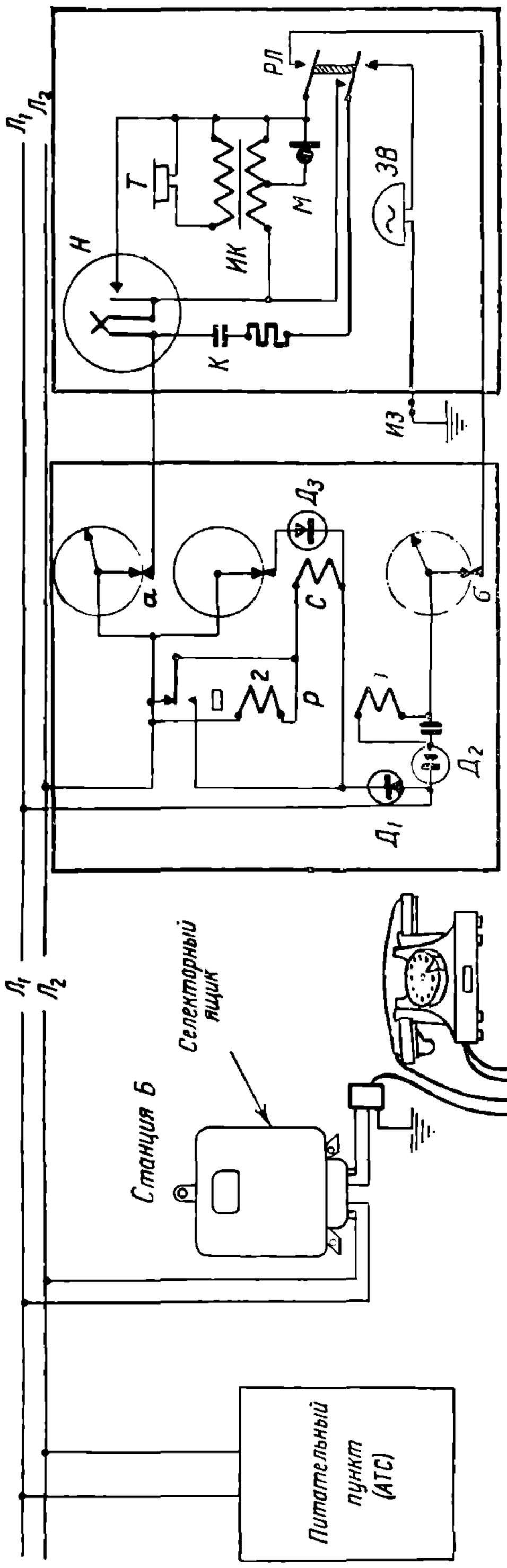
В 1934 г. 2122 *км* шведских железных дорог с 363 станциями было оборудовано такой связью. На французских железных дорогах взаимно-избирательная связь системы Эриксона установлена в 1933 г. на линии Париж—Компьен протяжением 90 *км* с 8 станциями. Особенностью этой последней установки является то, что участок, занятый разговором,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

посредством нажатия специальных кнопок отделяется от остальной и допускает, таким образом, независимый разговор между станциями незанятых участков. При каждой селекторной абонентской установке находится источник тока (индуктор) с необходимыми реле, так что отпадает необходимость иметь особый питательный пункт; все приборы для посылки и получения избирательного вызова, а также переговорная аппаратура смонтированы в одном настенном ящике (фиг. 243 и 244).

В 1934 г. фирма Эриксон выпустила аппараты групповых линий (Party Line) для частных абонентов, поставив их в условия городских абонентов АТС. Эти новые аппараты сконструированы по системе ЦБ. Вызов совершается посредством номеронабирателя. Гарантирована секретность переговоров от других абонентов. При занятой линии вызов послать невозможно.

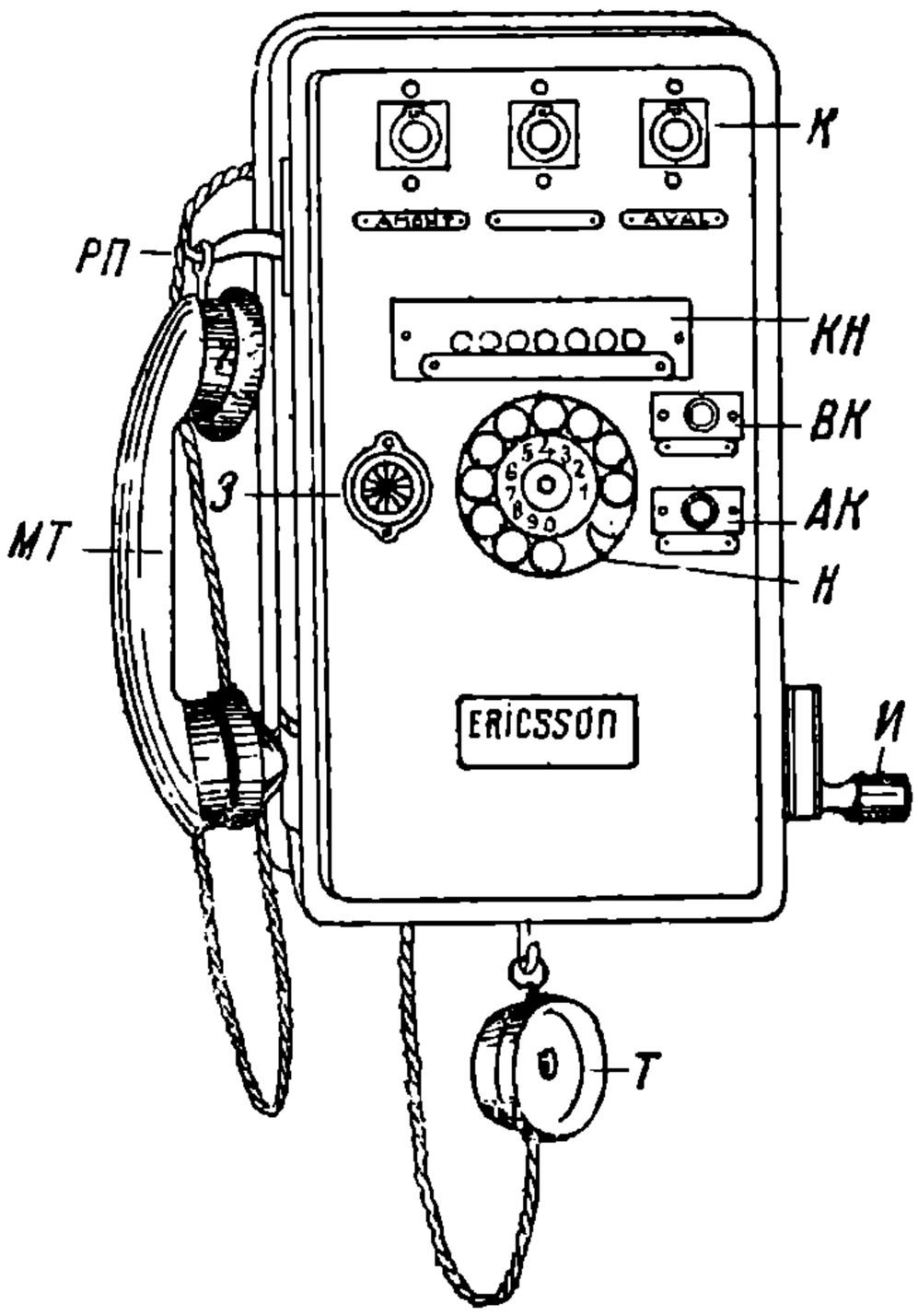
Система линии избирательного вызова Эриксона (Selective calling line) основана на следующем принципе: селекторное устройство включено между линейными проводами и телефонным аппаратом (фиг. 245). В нормальном положении все телефонные аппараты включены в линию через контакты *а—б* селекторных дисков. При вызове селекторы всех станций



Фиг. 245. Схема взаимно-избирательной связи системы Эриксона с секретностью переговоров

НБ УДУНТ (ДІІТ)

приходят в действие, за исключением той, от которой исходит вызов и на который селектор запирается в своем первоначальном положении. На вызываемой станции диски селектора приходят в повернутое положение, при котором телефонный аппарат оказывается приключенным к линии в контактах *а—б*. В таком же повернутом промежуточном положении остановятся селекторы на всех остальных станциях, кроме вызывающей; однако, все телефонные аппараты станций окажутся выключенными из линии, так как контакты *а—б* замыкаются на каждой станции в различных положениях селектора, соответственно вызывному коду. Таким образом, телефонные аппараты вызывающей и вызываемой станций окажутся в соединении между собой, т. е. между ними будет возможно вести разговор.



Фиг. 246. Селекторный телефонный аппарат Эриксона на французских железных дорогах: *РП*—рычажный переключатель, *МТ*—микротелефонная трубка, *Т*—дополнительная слуховая трубка на другое ухо, *И*—рукоятка индуктора, *К*—сигнальные клапаны: средний отпадает при получении вызова, крайние сигнализируют окончание разговора, *Н*—номеронабиратель, *КН*—кнопки для отключения от остальной части линии и для включения в коммутатор, *З*—звездчатый индикатор, показывающий занятость линии, *ВК*—кнопка для вызова, *АК*—кнопка для снятия неправильного вызова

Рассмотрим детальнее работу отдельных частей схемы, когда станция *А* вызывает станцию *Б*. При заводе диска номеронабирателя *Н*, т. е. когда его шунтирующая пружина через детектор $Д_2$ замыкает линейную цепь,—срабатывает медленно действующее реле *Р*, в виду того, что через одну из двух его обмоток (*1*) проходит ток; этим самым шунтируется обмотка электромагнита селектора *С*, так что следующий немедленно вслед за этим первый импульс вызывного тока проходит через обмотку *2* реле *Р*, якорь его в шунте и детектор $Д_1$. В виду того, что первый импульс не проходит через обмотку электромагнита селектора, последний не сработает от этого импульса.

При обратном ходе номеронабирателя *Н* дальнейшие импульсы вызывного тока при медленности действия реле *Р* также не окажут действия на селектор. Следовательно при посылке вызова селектор на своей станции оказывается запертым.

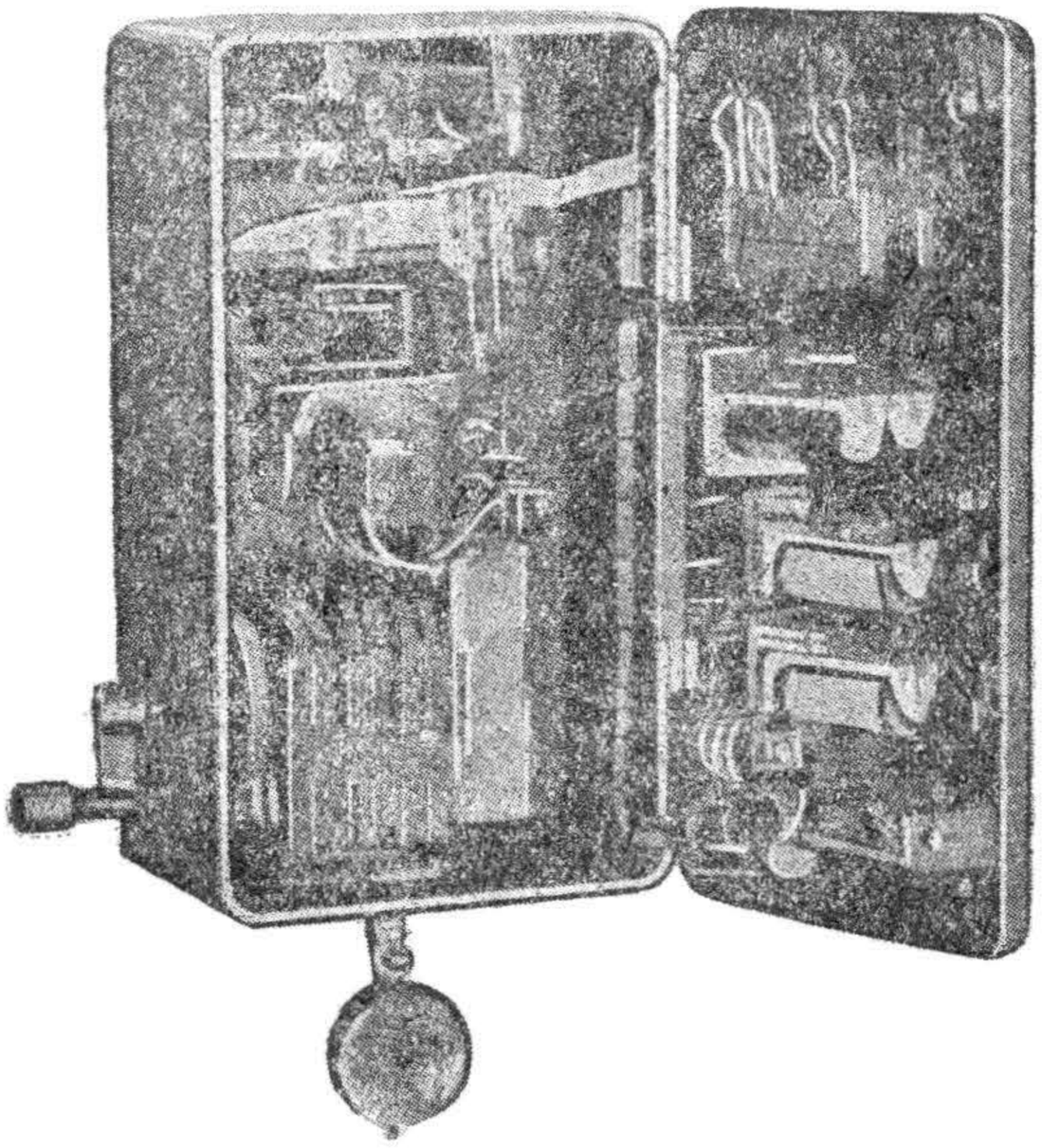
На остальных станциях вызывные импульсы будут проходить через обмотку *2* реле *Р*, обмотку селектора *С* и детектор $Д_1$, т. е. все эти селекторы будут передвигаться синхронно и остановятся в одинаковом положении.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

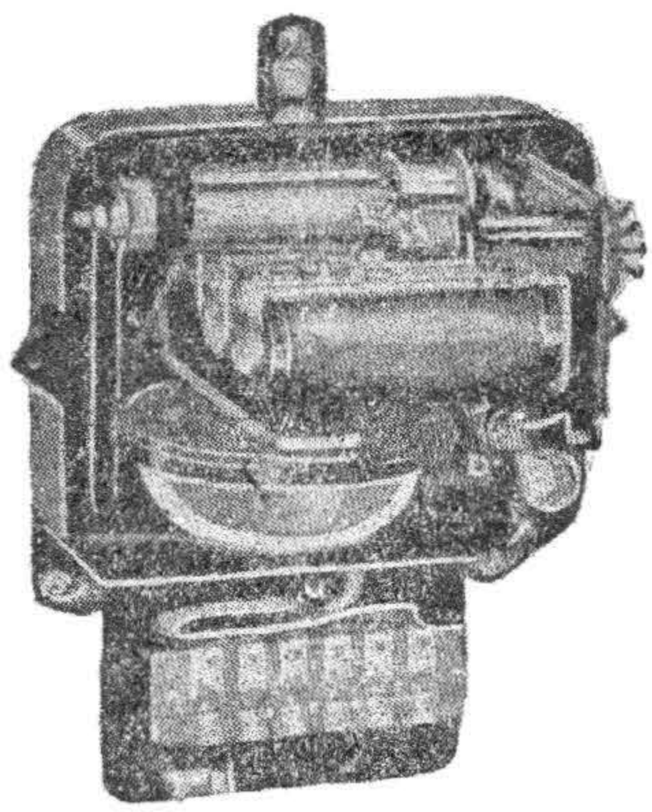
Затем следует звонковый сигнал; сигнальный переменный ток из провода $Л_2$ проходит через контакт селектора *а* прерывающие пружины номеронабирателя *Н*, конденсатор *К*, сопротивление, контакт рычажного прерывателя *РП*, основной звонок *ЗВ* или интенсивный его повторитель *ИЗ* и землю.

Во время разговора селекторы сохраняют свое промежуточное положение, обеспечивая секретность разговора и невозможность посылки мешающего вызова.

После окончания разговора посылается номеронабирателем вновь достаточно большое количество импульсов, для того, чтобы перевести



Фиг. 247. Аппарат в открытом виде



Фиг. 248. Новый тип селекторного ящика шведских железных дорог

диски селекторов на полный оборот и заставить принять их исходное положение. Если случайно какой-либо из селекторов отстал, то благодаря достаточному числу импульсов он выправит свое положение. Другие же диски, дойдя до нормального положения, остановятся вследствие того, что в этом положении включается третий небольшой детектор $Д_3$ параллельно обмотке электромагнита селектора, что оказывает замедление работы селектора в виду притянутости его якоря. После посылки этих дополнительных импульсов цепь размыкается и все приборы занимают исходное положение.

Селекторный ящик (фиг. 246, 247 и 248) имеет плотную покрышку, так что звук от работы селектора совершенно не слышен. Ящик этот находится на замке, во избежание возможности подслушивания разговора, если иметь доступ в ящик и передвинуть рукою диски своего селектора в контактное положение.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

§ 36. Постанционная связь

Нами рассмотрено было два вида линейной избирательной связи: диспетчерская и линейно-путевая. Диспетчерская связь—централизованная, при которой инициатива вызова принадлежит диспетчеру и им осуществляется. Линейно-путевая связь—децентрализованная: инициатива ограниченного вызова принадлежит любому абоненту и им осуществляется. Та и другая связь обслуживает ограниченный круг определенных абонентов, преимущественно одной и той же службы.

Постанционная связь занимает особое положение: этот вид связи предназначен обслуживать агентов всех служб. Круг лиц служебного персонала, прибегающего к услугам постанционной связи, не ограничивается. Инициатива избирательного вызова естественно принадлежит любому агенту, пользующемуся этой связью; однако, в целях соблюдения дисциплины нельзя предоставить им право осуществления этого вызова непосредственно. Поэтому в постанционной связи установлен порядок, аналогичный тому, который мы имеем на центральных телефонных станциях, а именно: если какая-либо станция желает вызвать другую станцию, она должна прежде всего убедиться в свободности линии от переговоров, подобно тому, как это делается при пользовании линейно-путевой связью, т. е. абонент включается в линию только при непременном условии снятия микротелефона с рычажного переключателя. Затем абонент непосредственно не может вызвать другого абонента; он может сделать это только через посредство телефонистки. Для этого оба конца постанционной цепи заводятся в коммутаторы, установленные на оконечных станциях, и снабжаются вызывными приспособлениями.

Включение в коммутаторы обеих оконечных станций, а не одной, делается потому, что это дает возможность вести разговор со станциями любого соседнего участка и обеспечивает надежность связи при повреждениях какой-либо одной оконечной станции или линейных проводов.

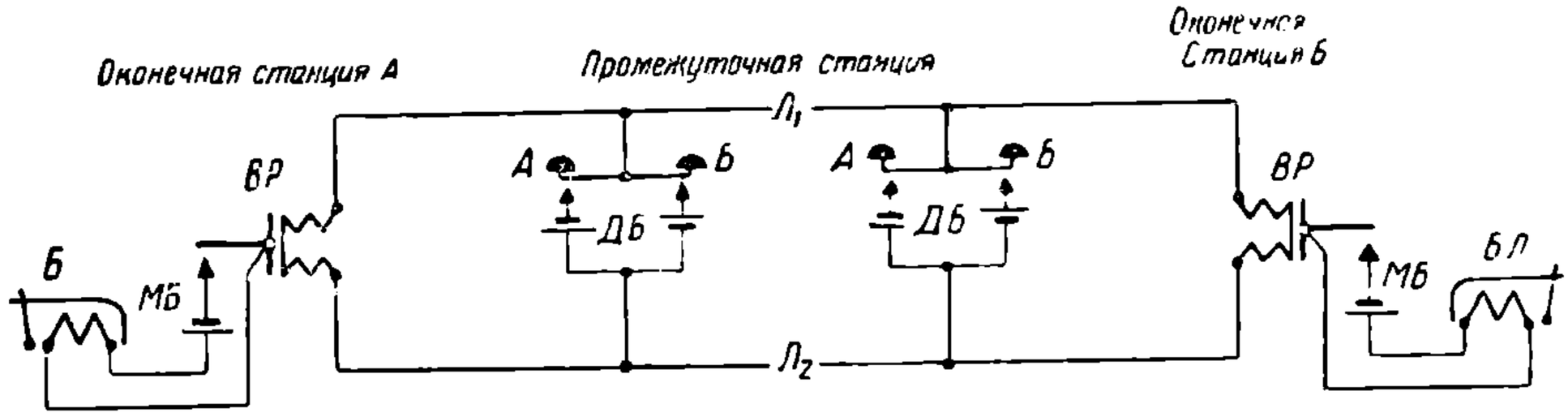
Вызов по желанию той или другой оконечной станции осуществляется посредством замыкания батареи постоянного тока при нажатии на одну из двух кнопок, смонтированных на телефонном аппарате абонента. Устройство это напоминает способ вызова диспетчера, принятый на Каталонской ж. д. в Испании (§ 40), с той разницей, что там общая батарея установлена у диспетчера, а при постанционной связи такая батарея находится у каждого абонента: используется микрофонная батарея с добавлением нескольких элементов в зависимости от удаления станции.

Упрощенная схема фиг. 249 дает понятие о том, как это осуществляется. При нажатии на промежуточной станции одной из кнопок *А* или *Б* (другая кнопка блокируется) в линейные провода включается добавочная батарея *ДБ* определенными полюсами. Ток от этой батареи разветвляется через вызывные поляризованные реле *ВР* обеих оконечных станций *А* и *Б*. Реле станции *А* включено таким образом, что срабатывает только при нажатии кнопки *А*, а на станции *Б*—при нажатии кнопки *Б*. Якорь *ВР* замыкает цепь местной батареи *МБ*, вследствие чего срабатывает бленкер *Б* на телефонном коммутаторе.

Упрощенная схема (фиг. 250) поясняет получение контроля вызова вследствие действия зуммера *ЗМ*, подключенного параллельно бленкеру.

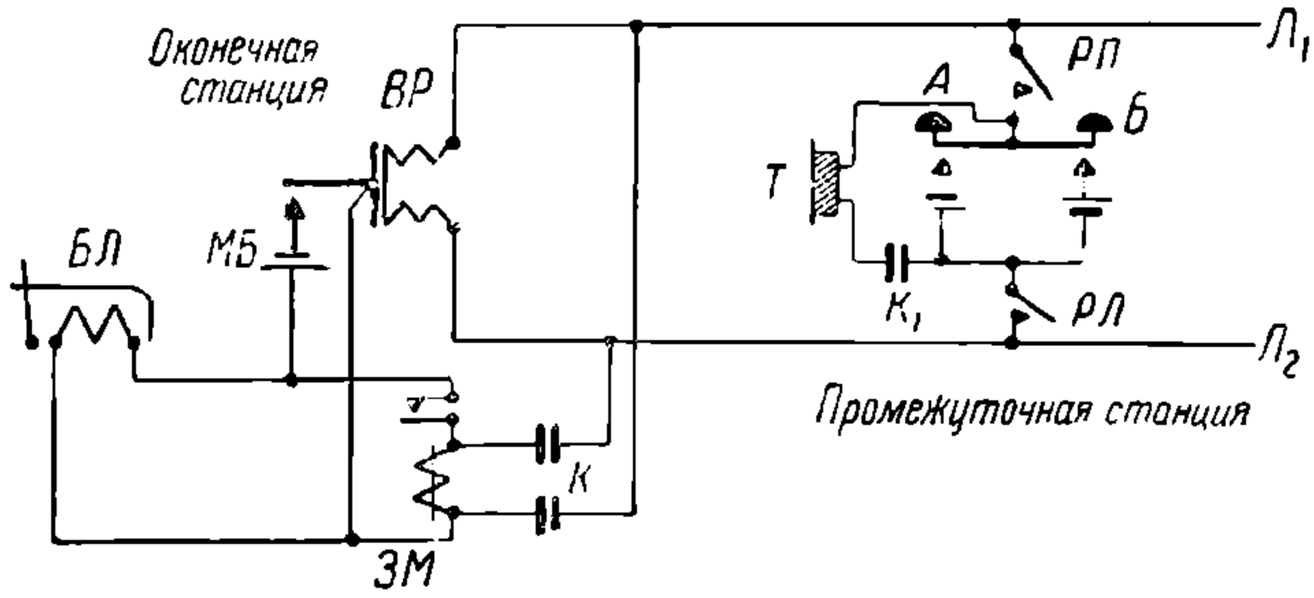
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Замыкание и размыкание цепи зуммера дает в продолжение нажатия кнопки заряды и разряды конденсаторов $К$; перезарядные токи зуммерной частоты замыкаются через абонентскую слуховую трубку $Т$ и дают характерный сигнал контроля вызова. Эта же схема показывает, что если трубка $Т$ не снята с рычажного переключателя $РП$, то вызов невозможен; конденсатор $К_1$ предохраняет телефон от постоянного тока.



Фиг. 249. Схема вызова оконечной станции

Телефонистка, получив сигнал вызова, опрашивает абонента и затем уже посылает и з б и р а т е л ь н ы й вызов требуемому абоненту. Для осуществления селекторного вызова оконечная станция снабжается вызывной батареей, ключом и вообще всеми необходимыми для этого

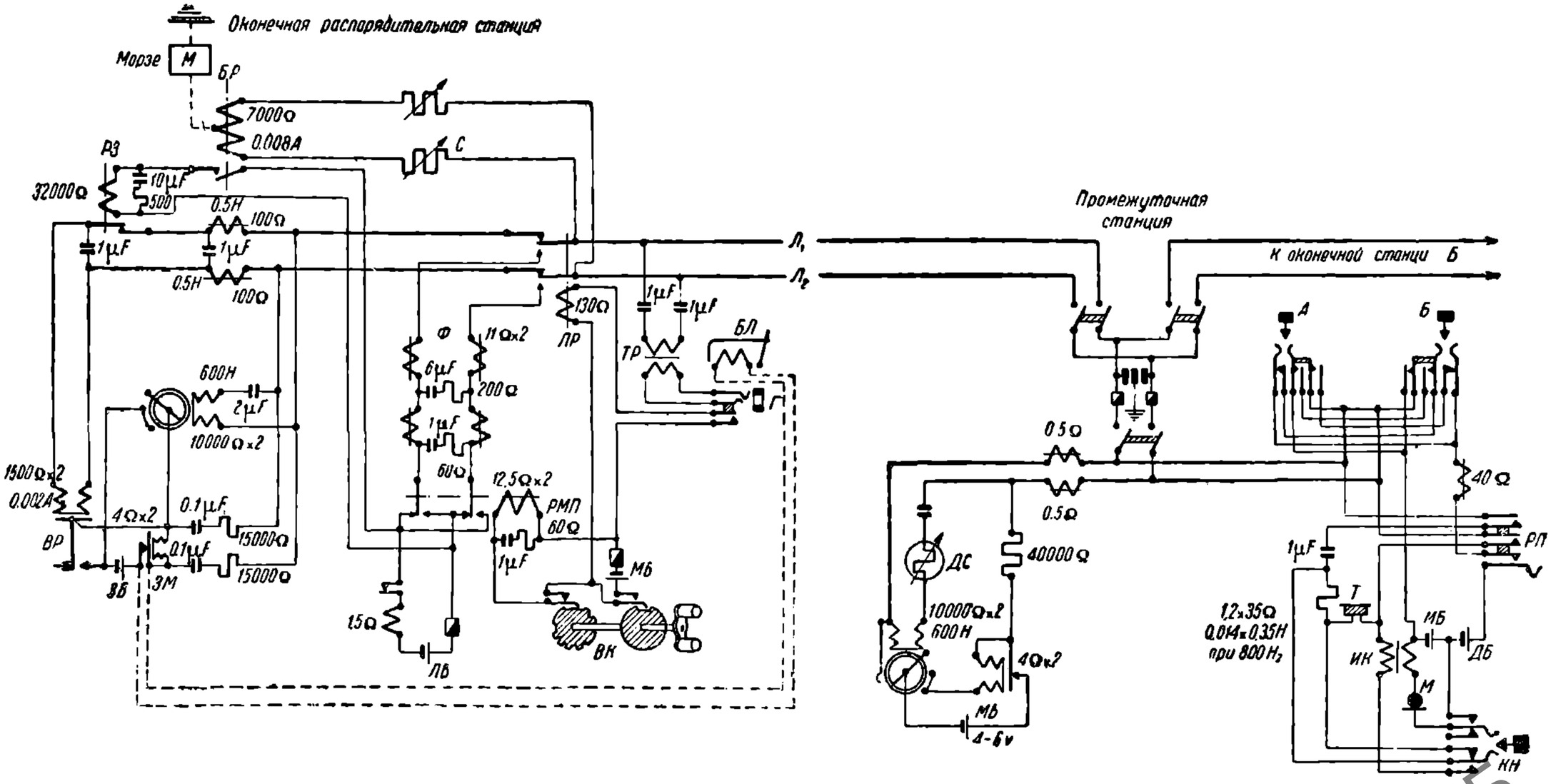


Фиг. 250. Схема контроля вызова

приборами. Линейные станции для приема вызова имеют селекторные приборы. Для сохранения единой системы посылки вызова оконечная станция вызывает другую также по селектору. Таким образом, оборудование оконечной станции заключает в себе комплект приборов для получения вызова посредством постоянного тока и комплект приборов для получения и посылки избирательного вызова импульсами переменного тока. В виду того, что те и другие приборы включены в одни и те же линейные провода, необходимо схему включения всех устройств спроектировать таким образом, чтобы приборы не оказывали своим действием вредного влияния на другие и не производили бы ложных вызовов. Полная схема представлена на фиг. 251.

Из этой схемы видно, что коммутация кнопок $А$ и $Б$ на промежуточной станции сделана таким образом, что вызов оконечной станции возможен только при нажатии какой-либо одной кнопки; случайное ошибочное одновременное нажатие обеих кнопок разрывает вызывную цепь объединенной батареи $МБ$ и $ДБ$.

НВ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 251. Схема постанционной связи

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При снятой микротелефонной трубке и нажатой кнопке *А* получается вызов на оконечной станции *А*, так как цепь объединенной батареи *МБ* и *ДБ* замыкается через дроссель 40 Ω и контакты *А* и *Б* на промежуточной станции, линейные провода и контакты линейного реле *ЛР*, катушки самоиндукции по 100 Ω, контакт реле замедления *РЗ* и поляризованное вызывное реле *ВР* на оконечной станции *А*. Реле *ВР* срабатывает и в свою очередь замыкает две цепи зуммерной батареи *ЗБ*: бленкерную (срабатывает бленкер *БЛ*) и зуммерную. Действие зуммера *ЗМ* создает сигнал контроля вызова; зарядно-разрядные токи двух конденсаторов, емкостью по 0,1 μF каждый, циркулируют через сопротивления по 15 000 Ω, которые уменьшают амплитуду контрольного тока и ослабляют треск в слуховой трубке. При посылке этого вызова часть тока ответвляется в блокировочное реле *БР*, однако, оно не сработает, так как имея сопротивление обмотки 7000 Ω, оно рассчитано на рабочий ток 8 mA.

Опрос абонента телефонистка делает посредством штепселя, вставляемого в гнездо *Г*. Во избежание попадания вызывных токов в телефонную трубку рабочего места телефонистки телефон отделен от линии трансформатором *ТР* и конденсаторами по 1 μF каждый. Это гарантирует исправную работу наложенной телеграфной цепи.

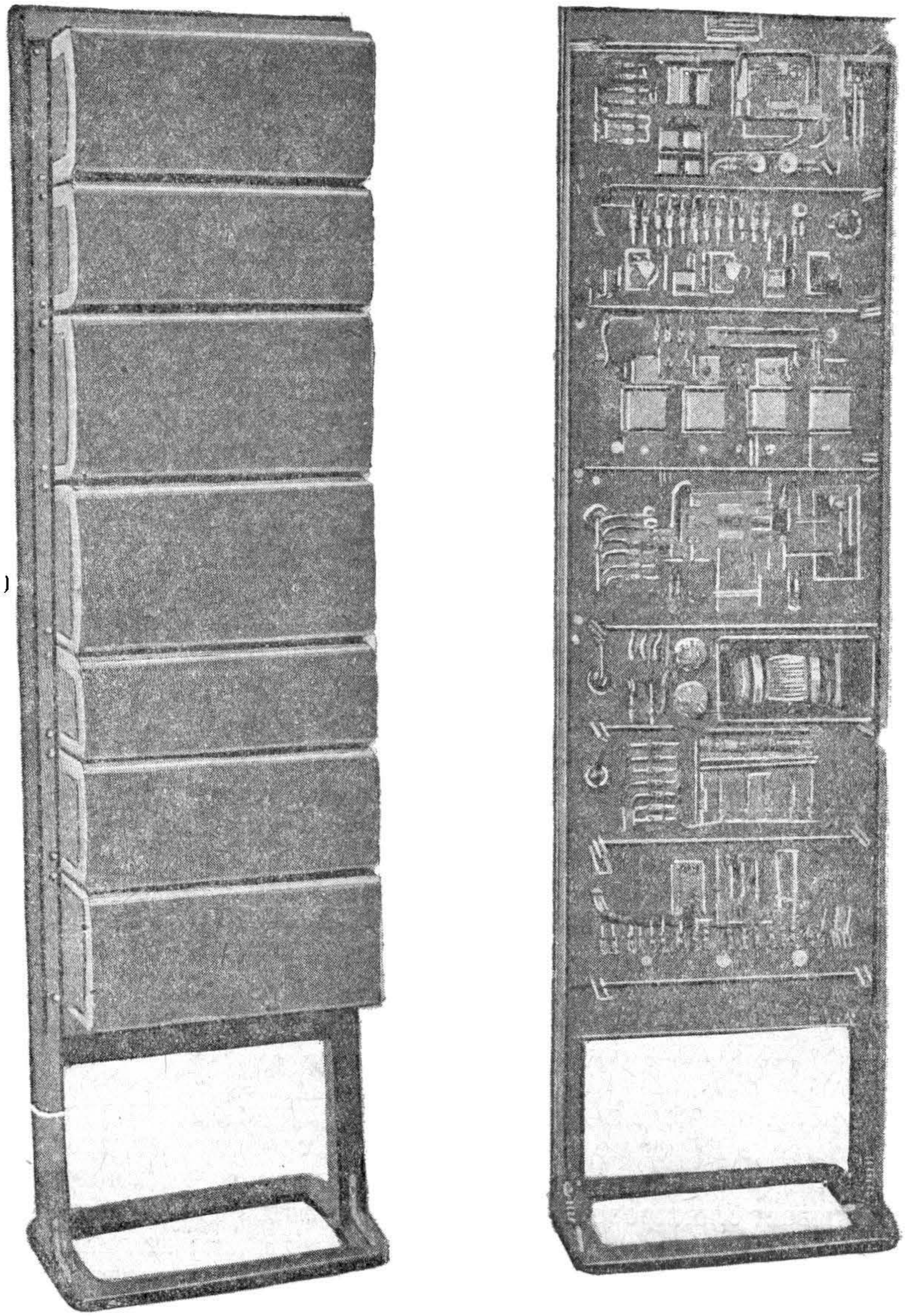
Вызов требуемого абонента ключом *ВК* телефонистка может сделать только при вставленном в гнездо опросном штепселе. В схеме вызова участвуют линейное реле и реле, меняющее полюса, как и в диспетчерской связи. Контакты линейного реле *ЛР* выключают на время вызова всю левую часть схемы. Вызывные импульсы, ответвляясь в блокировочное реле *БР*, заставляют его срабатывать, что влечет за собою срабатывание реле замедления *РЗ*, в обмотках которого в перерывах отпадания якоря *БР* между отдельными импульсами вызывного тока поддерживается ток посредством разряда конденсатора 10 μF. Таким образом, вызывное реле *ВР* отключается не только на все время вызова, но и на некоторый небольшой промежуток запаздывания реле *РЗ*. Это необходимо обеспечить потому, что после 18-го вызывного импульса разряд линейных конденсаторов при селекторах происходит с некоторым запаздыванием и, если не обеспечить на это время отключения вызывного реле, то оно сработало бы от этого разрядного импульса (направление тока соответственное) и повлекло ложное срабатывание вызывного бленкера *БЛ*.

При получении селекторного вызова от другой оконечной станции *Б* вызывное реле *ВР* от первого импульса не срабатывает, это обеспечивает подготовку отключения его на все остальное время вызова, так как срабатывает блокировочное реле *БР* от разветвления через его обмотку вызывных импульсов. Таким образом, обеспечена исправная работа селектора. При передвижении кодового его колеса в сигнальное положение замыкается цепь зуммерной батареи *ЗБ* с ответвлением в бленкер *БЛ*, т. е. получается сигнал вызова и его контроль, как описано выше.

Селекторное устройство на промежуточной станции не отличается от диспетчерского типа. Телефонный аппарат аналогичен с диспетчерским с той только разницей, что с ним вместе смонтированы три кнопки: две вызывных *А* и *Б* и переговорная *КН*, а также рычажный переключатель *РП* имеет добавочные контакты. Дроссель 40 Ω служит для ограничения

НВ УДУНТ (ДІІТ)

разговорных токов, ответвляющихся через вызывную батарею *МБ* + *ДБ*. Катушки самоиндукции по 0,5 Ω предназначены для защиты обмоток селектора от грозовых разрядов. Катушки самоиндукции по 100 Ω на



Фиг. 252. Стативы приборов постанционной связи

оконечной станции устанавливаются с целью прегражденияпути разговорным токам.

Приборы конечного пункта ранее монтировались в двух настенных шкафах. В настоящее время они монтируются заводами «Транссвязь»

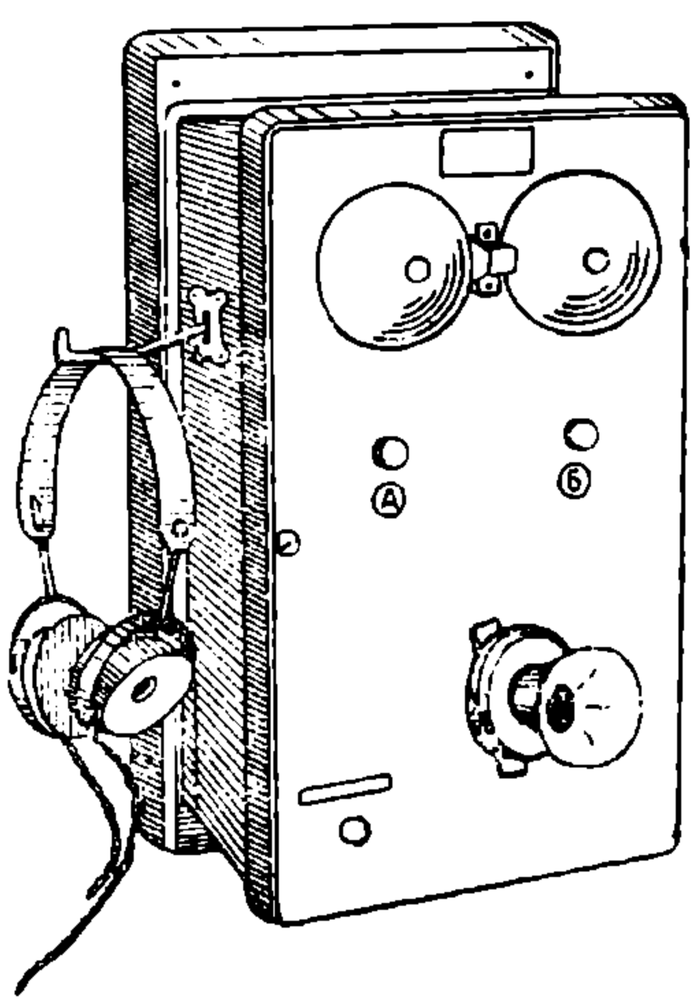
НБ УДУНТ (ДІІТ)

и им. Кулакова на 7-панельных железных стативах; каждая панель прикрывается железным кожухом.

Вид статива завода «Транссвязь» показан на фиг. 252.

Для вызова применяется универсальный ключ. Детали статива изготовлены по типу приборов линейно-путевой связи; совершенно одинаковы части вызывного фильтра, реле, меняющего полюса, автомата, рубильника; характеристика других деталей следующая.

Реле Гвоздева рассчитано на рабочий ток 0,003 mA; проволока эмалированная 0,1 *мм*, сопротивлением 1500 Ω × 2, с числом витков 16 000 × 2. Катушка омического сопротивления 15 000 Ω в контрольной цепи изготовляется из константановой проволоки диаметром 0,08 *мм*. Элементы зуммера и звонка— одинаковы. Реле замедления с обмоткой из медной малированной проволоки диаметром 0,05 *мм*, сопротивлением 32 000 Ω с числом витков 85 000. Реле блокировочное из такой же проволоки диаметром 0,08 *мм*, сопротивлением 7000 Ω, с числом витков 40 000. Дроссель для прегражденния пути разговорным токам из такой же проволоки диаметром 0,2 *мм*, сопротивлением 100 Ω, с числом витков 3880, самоиндукция 0,5 Н. Катушка сопротивления в цепи блокировочного реле из константановой проволоки диаметром 0,1 *мм*, с общим сопротивлением секций 15 875 Ω. Катушка сопротивления в шунте реле замедления из константановой проволоки диаметром 0,1 *мм*, сопротивлением 500 Ω. Катушка «Кайло» из медной проволоки *ПШО* диаметром 0,2 *мм*, сопротивлением 620 Ω × 2, с числом витков 10 000 × 2; самоиндукция при последовательно-включенных катушках около 60 Н.



Фиг. 253. Аппарат промежуточной станции

Приборы промежуточной станции состоят из: вводного щитка, одинакового со щитком линейно-путевой связи, настенного ящика с комбинированной аппаратурой вызывной, переговорной, тремя кнопками, батарейного ящика. Комбинированный ящик показан на фиг. 253. В прежних установках селекторный ящик (одинаковый с диспетчерским) монтировался отдельно от телефонного аппарата с кнопками.

Помимо повреждений общего характера, рассмотренных при описании диспетчерской и линейно-путевой связи, в постанционной связи могут встречаться следующие случаи.

При неправильном включении полюсов вызывной батареи оконечная станция получает ложные вызовы. Короткое замыкание линейных проводов вызывает срабатывание автоматов; это же происходит и при случайной одновременной посылке вызовов оконечными станциями. Неисправность контактов вызывной кнопки не позволяет послать вызов с промежуточной станции.

Если на оконечной станции не получается вызова, то надо осмотреть контакты вызывного, линейного, блокировочного реле и реле замедления;

НБ УДУНТ (ДІІТ)

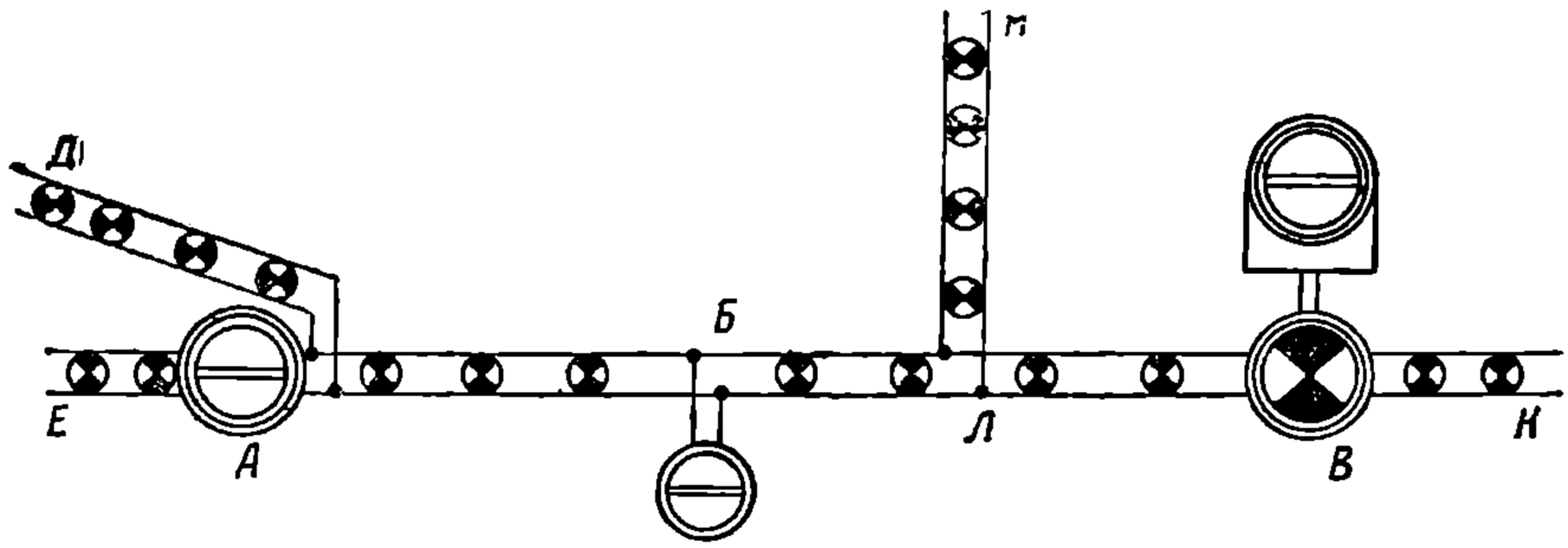
при неисправности отрегулировать; при исправности осмотреть вызывной клапан. При неполучении контроля вызова осмотреть зуммер, очистить и подрегулировать контакты.

Центральная лаборатория проводной связи в Ленинграде на основе изложенной схемы разработала конструкцию 7-панельной установки. Аппараты были изготовлены в единственном макетном экземпляре и использования не получили, в виду этого мы не приводим их схем и описания.

§ 37. Включение постанционных и линейно-путевых цепей в коммутаторы

На фиг. 254 изображена общая схема постанционной линейной связи. К двум крупным станциям *А* и *В* примыкают три цепи: одна—с левой стороны *А*, другая—с правой стороны *В* и третья с разветвлениями расположена между этими станциями. Здесь могут встретиться следующие случаи включения цепей.

Цепь *АЕ* заводится в местный коммутатор без многократного поля станции *А*. Это надо делать так, как показано выше на фиг. 251.



Фиг. 254. Схема линейной связи постанционной и путевой

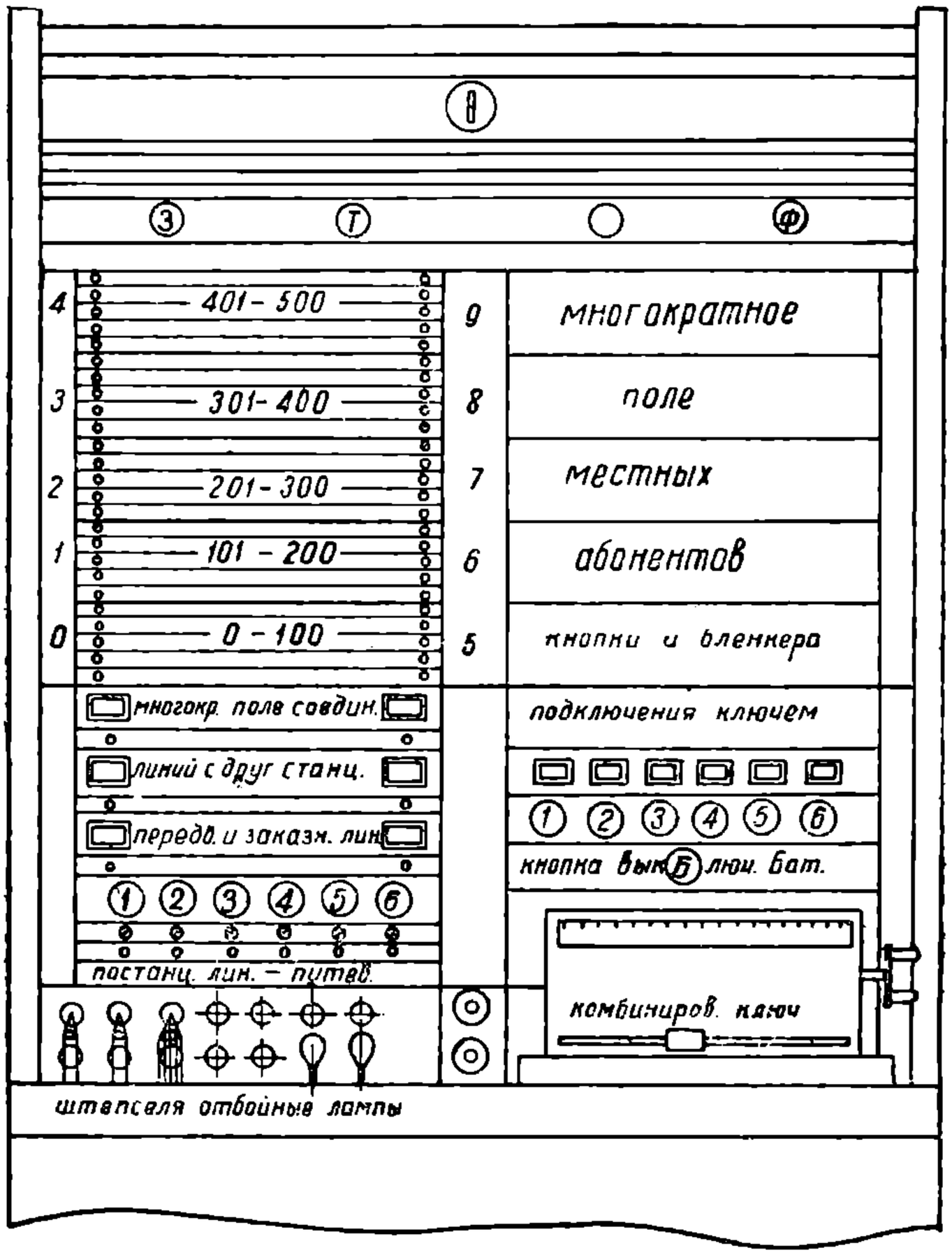
С другой стороны, станция *А* расположена посредине участка *ДАВ*. В таком случае в местный коммутатор станции *А* надо сделать только один ввод, как это показано на схеме, при этом станции участка *АД* вызывают только одну станцию, для чего с аппаратов их надо убрать кнопку *В*, остальные станции, в том числе и станции ответвления *ЛМ*, имеют по две кнопки и вызывают по желанию одну из двух оконечных станций *А* или *В*. Если одна из станций участка *АЕ* желает переговорить с какой-либо станцией соседнего участка *АВ*, то это осуществляется посредством шнурового соединения в коммутаторе станции *А*.

Если на станции *В* сосредоточено несколько абонентов линейной цепи, то удобнее коммутатор этой станции включить в цепь, для этого ответвление линейной цепи вводится в коммутатор по схеме фиг. 251 с той только разницей, что вместо вызывного комбинированного ключа телефонистка снабжается вызывными кнопками, телефонным аппаратом с рычажным переключателем для включения коммутатора в цепь для осуществления вызова.

Если разговоры по линейным цепям интенсивны, то иногда при боль-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

шом числе цепей, подходящих к оконечной станции, целесообразно иметь особый коммутатор для линейных цепей. Этот коммутатор связывается с местными коммутаторами и дает возможность вести сношения абонентам линейных цепей с местными абонентами.



Фиг. 255. Схема панелей постанционного коммутатора

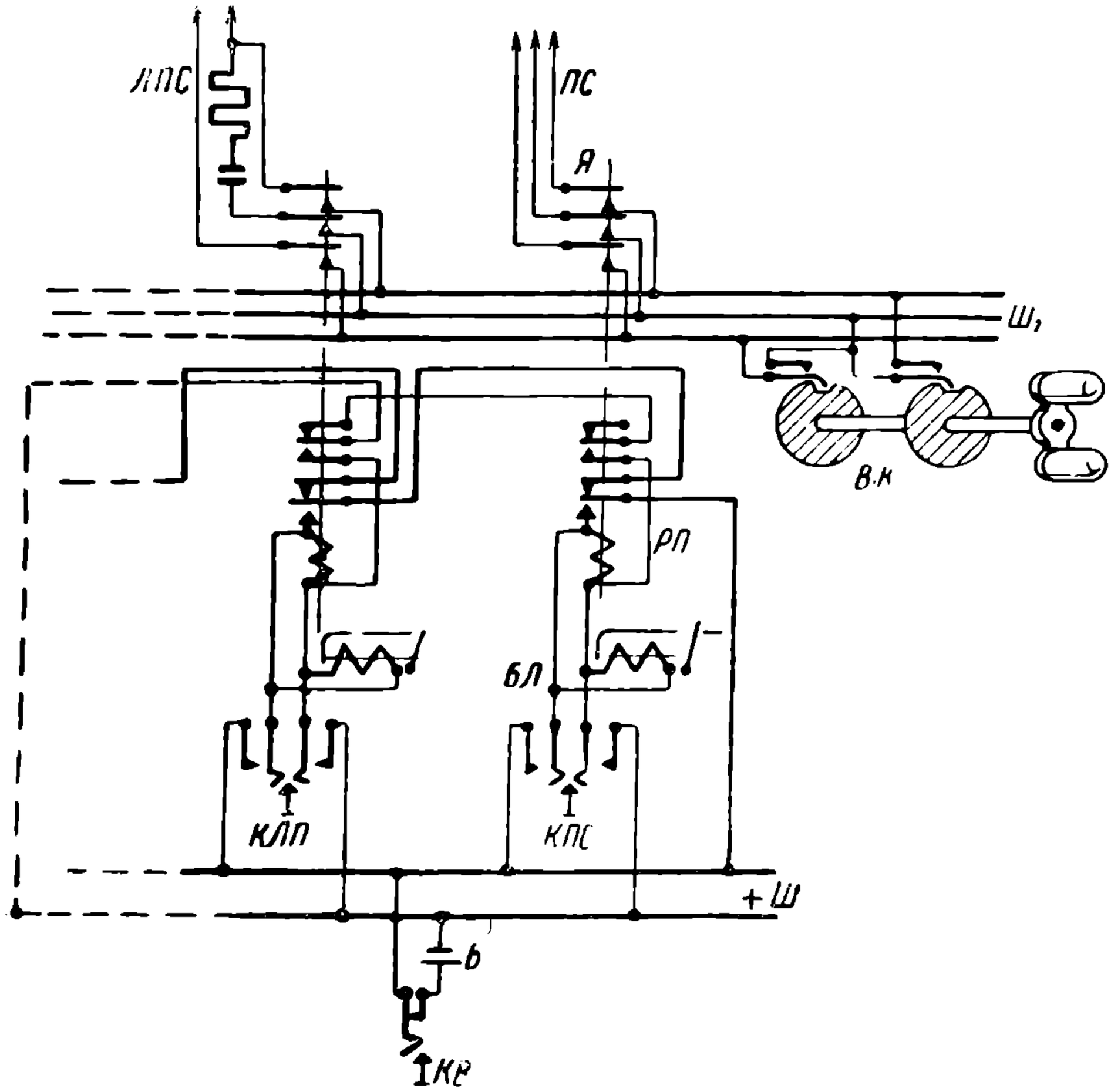
НКПС разработал для этой цели особый тип постанционно-путевого коммутатора (фиг. 255), габарит которого совпадает с габаритными размерами двухпанельного коммутатора типа «Мюльтипль»[1]. Схема панели коммутатора следующая.

В нижней части левой панели имеется рамка с 6 гнездами и вызывными лампами для 3 цепей постанционной связи и 3 цепей линейно-путевой. Над этой рамкой размещена рамка с 6 кнопками для опроса и поверки занятости цепей. Выше расположены три ряда по 10 бленкеров и постольку же гнезд для соединительных линий с местными и междугородными ком-

[1] В настоящее время специальных коммутаторов для включения постанционной и линейно-путевой связи не делается, а используются междугородные коммутаторы завода «Красная заря» с небольшими в них добавлениями.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

мутаторами и другими станциями. Далее помещаются первые 500 номеров гнезд многократного поля абонентов данной центральной станции. Внизу правой панели при помощи штепсельной вилки включен универсальный комбинированный вызывной ключ. Выше него—кнопка для включения батареи, от которой работает распределительный механизм, включающий вызывной ключ при посылке вызова в ту или другую цепь.



Фиг. 256. Схема включения вызывного ключа

Включение ключа делается кнопками, размещенными в следующей по высоте рамке, над которой располагается рамка с 6 бленкерами, сигнализирующими включение в ту или иную цепь.

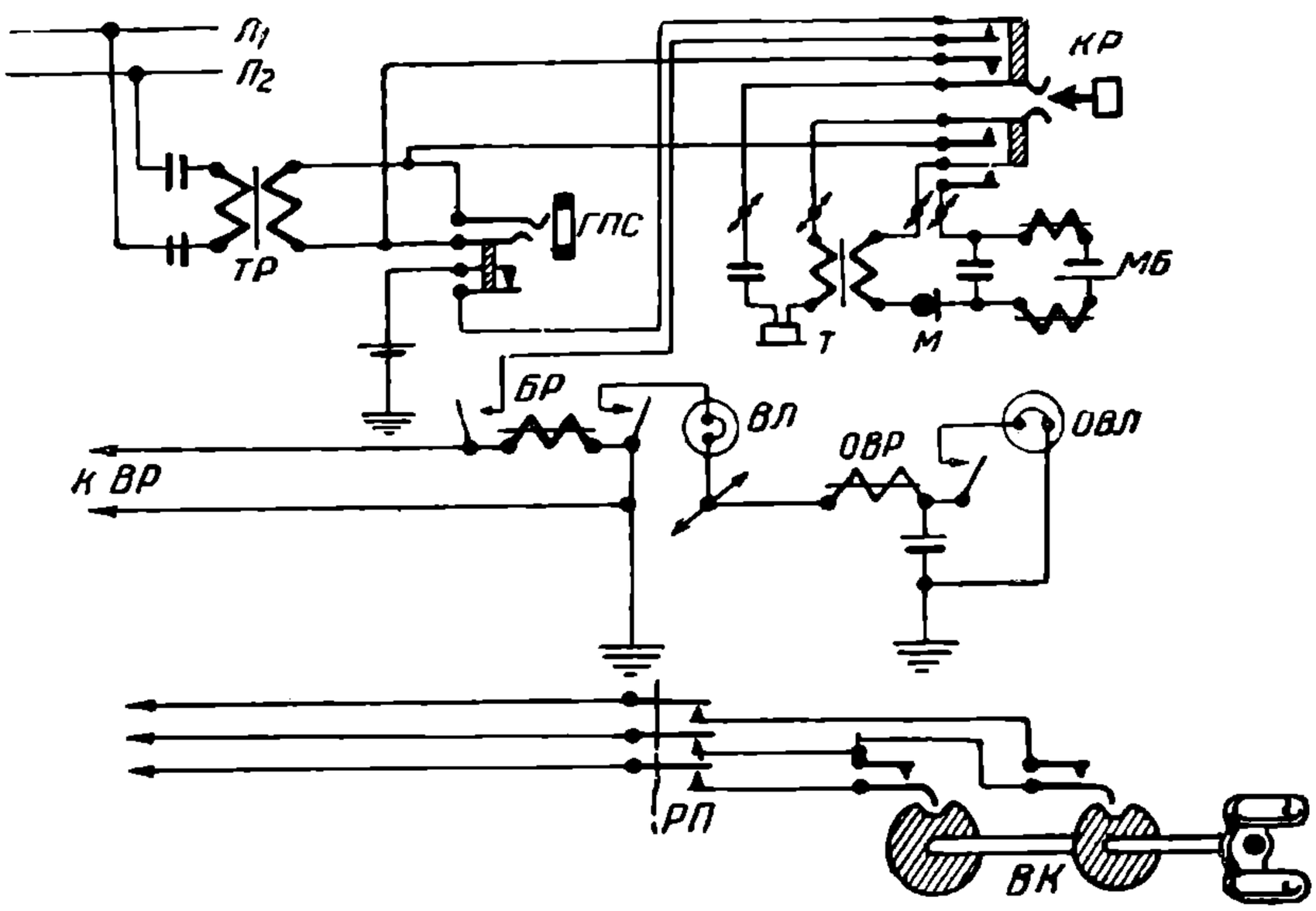
При питании цепей от общей линейной батареи недопустим одновременный вызов; поэтому установлен один комбинированный ключ; кнопки подключения сконструированы так, что одновременно невозможно подключить вызывной ключ более, чем к одной цепи.

Верхняя часть правой панели отводится, в случае надобности, под многократные гнезда остальных 500 номеров абонентов и для 10 дополнительных соединительных линий. Для соединений имеется 7 шнуровых

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пар со штепселями и соответствующими им отбойными лампами и опросновызывными ключами.

Схема блокирующего устройства для подключения вызывного ключа показана на фиг. 256. При нажатии одной из 6 кнопок, например кнопки постанционной связи *КПС*, замыкается цепь батареи *Б* через бленкер *БЛ* и реле подключения *РП*; срабатывают бленкер и реле, при этом реле заблокировывает себя и разрывает блокировочные цепи всех других реле; в контактах *Я* вызывной ключ подключается к цепи *ПС* и остается подключенным до нажатия какой-либо другой кнопки, например кнопки линейно-путевой цепи *КЛП*; последняя разрывает блокировочную цепь первой кнопки, бленкер ее закрывается, а реле отпускает якоря, выключая



Фиг. 257. Включение постанционной цепи в коммутатор ЦБ × 2

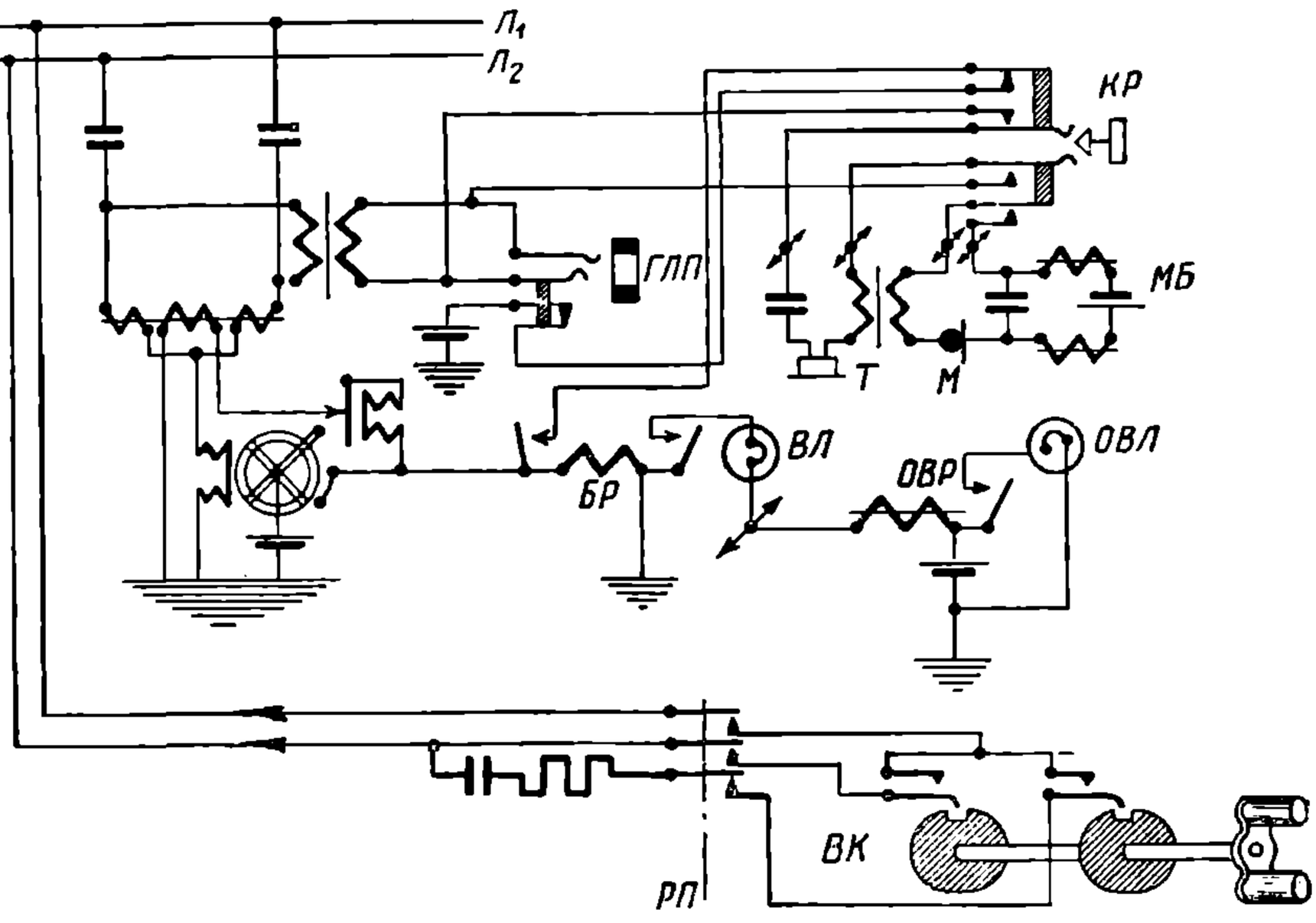
вызывной ключ; в то же самое время реле кнопки *КЛП* заблокировывается и включает вызывной ключ в цепь линейно-путевой связи и *ЛПС*. Нажатием кнопки выключения *КВ* выключается батарея *Б* после вызова и не расходуется напрасно.

Рассмотрим теперь схемы включения линейных цепей в постанционно-путевой коммутатор. В виду того, что на железнодорожном транспорте установлены коммутаторы системы ЦБ × 2 и ЦБ × 3 × 2, необходимо рассмотреть особо способы включения при этих двух системах.

С и с т е м а ЦБ × 2. На фиг. 257 и 258 показаны схемы включения постанционной и линейно-путевой цепи в коммутатор ЦБ × 2. При поступлении вызова от какой-либо линейной станции срабатывает блокировочное реле *БР* и заблокировывает себя. При срабатывании *БР* замыкается цепь вызывной лампы *ВЛ*, лампа загорается и срабатывает общее вызывное реле *ОВР*, включающее общую вызывную лампу *ОВЛ*, которая и загорается. Опрос, а также пробу занятости линейной цепи, телефонистка может сделать либо штепселем, разрывая при этом блокирующую

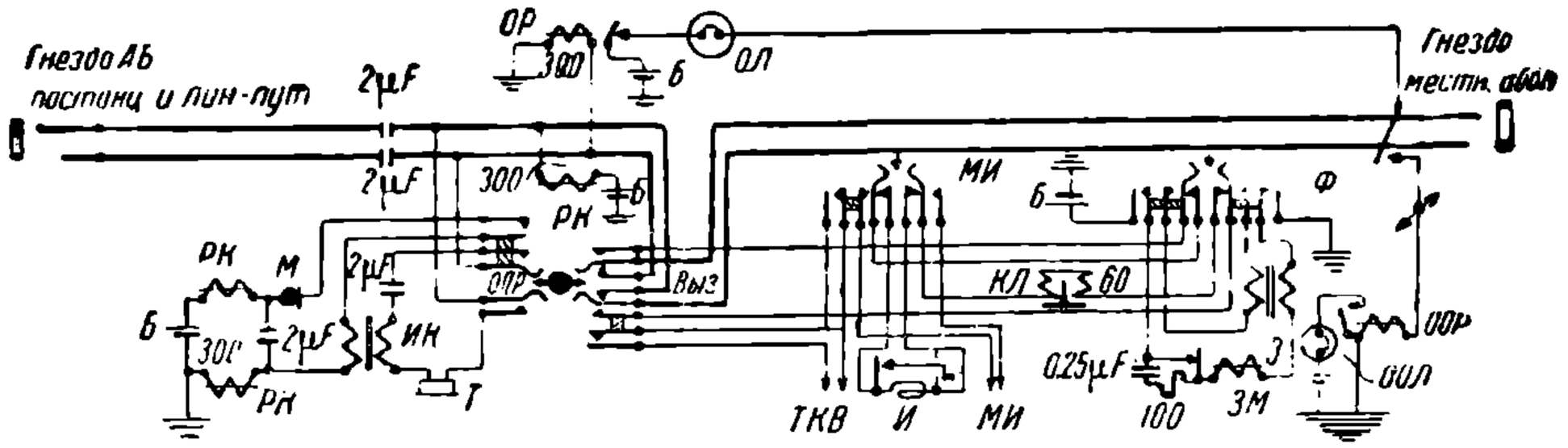
НБ УДУНТ (ДІІТ)

цепь *БР* и гася лампы, либо же нажатием кнопки контроля разговора *КР*; при этом также разрывается блокирующая цепь и гасятся лампы и одновременно подключаются микрофон и телефон рабочего места телефонистки.



Фиг. 258. Включение линейно-путевой связи в коммутатор ЦБ × 2

Схема шнуровой пары для работы со станцией ЦБ × 2 изображена на фиг. 259. Вместо опросного и вызывного штепсели предназначаются: один для гнезд линейных цепей, а другой—для гнезд местных абонентов.



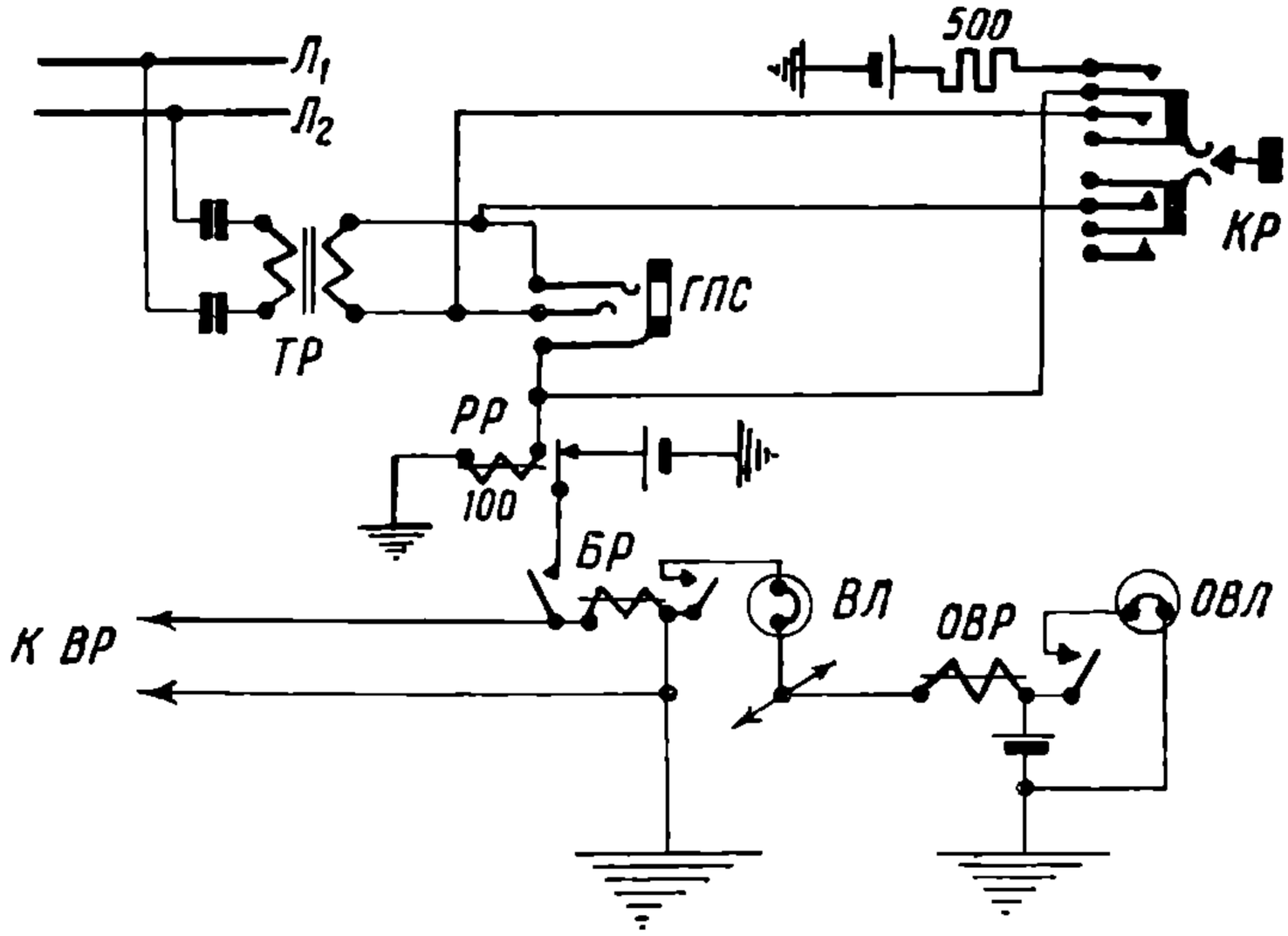
Фиг. 259. Схема шнуровой пары для работы со станцией ЦБ × 2

Сигналы отбоя получаются только со стороны местных абонентов; поэтому питание направлено только в сторону этих абонентов. При посылке вызова местному абоненту срабатывает контрольный бленкер *КЛ*. В остальном схема понятна без дальнейших пояснений.

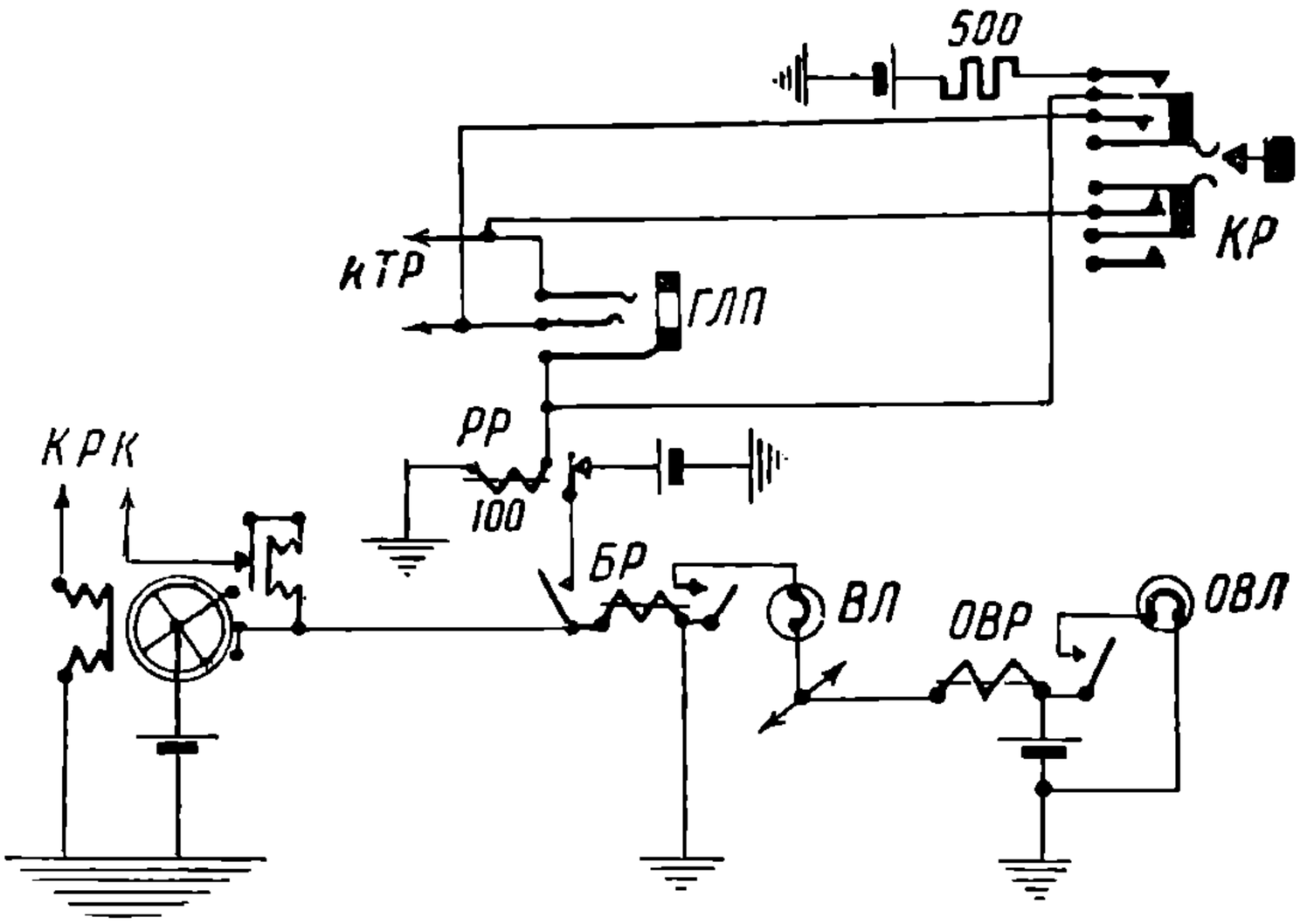
С и с т е м а ЦБ × 3 × 2. На фиг. 260 и 261 показаны существенные части схем включения цепей в коммутатор ЦБ × 3 × 2; не изображенные

НБ УДУНТ (ДІІТ)

части схем—одинаковы со схемами фиг. 257 и 258. Особенности их состоят в том, что разрыв блокирующей цепи и погашение ламп производится либо замыканием цепи разделительного реле *РР* через омическое сопротивление 500 Ω посредством нажатия кнопки контроля разговора *КР*,



Фиг. 260. Включение постанционной цепи в коммутатор ЦБ × 3 × 2



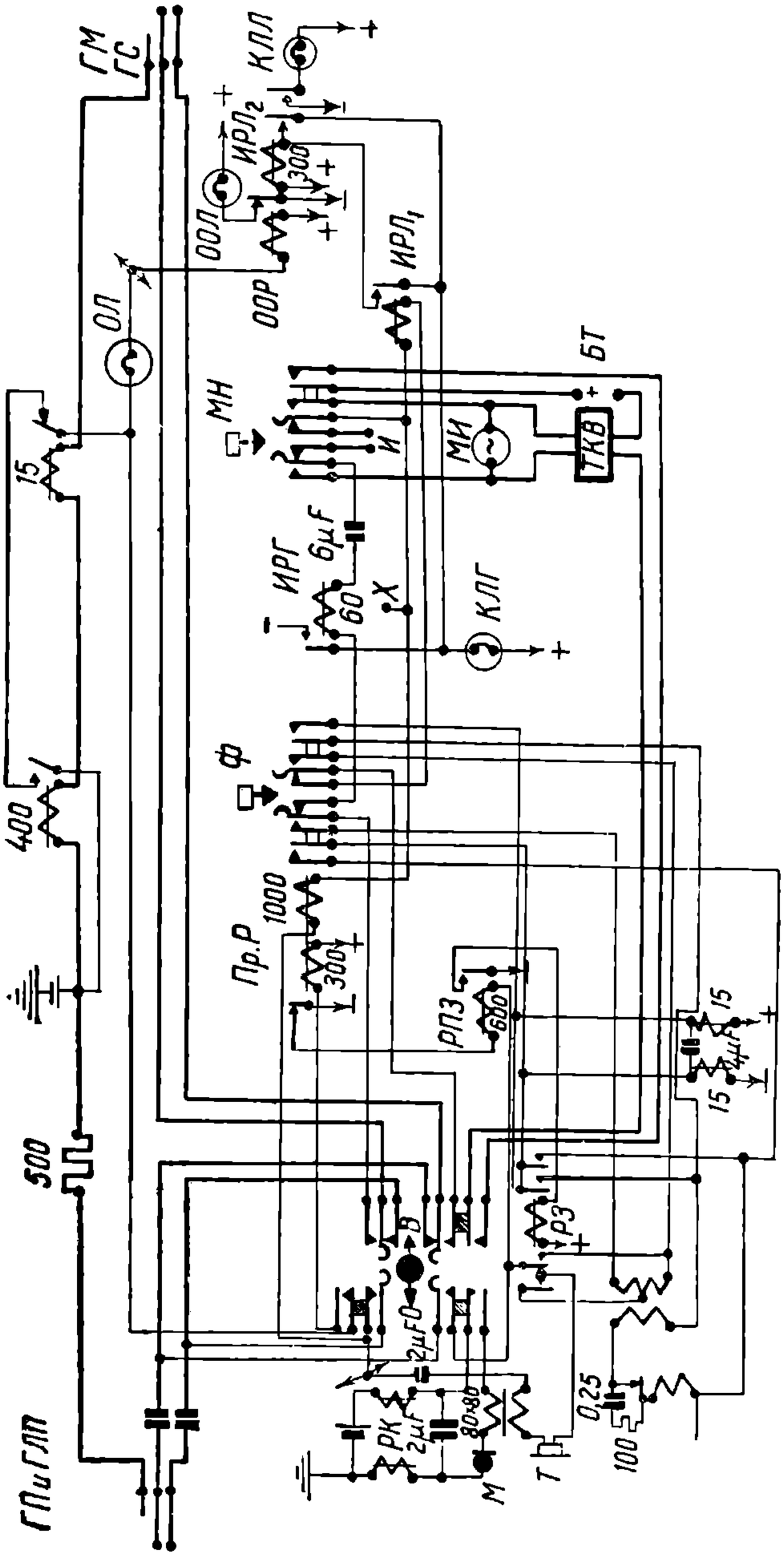
Фиг. 261. Включение линейно-путевой цепи в коммутатор ЦБ × 3 × 2

вследствие чего притягивается якорь *РР* и разрывает цепь *БР*, либо же при вставлении штепселя в гнездо реле *РР* получает питание по третьему шнуровому проводу.

Шнуровая схема показана на фиг. 262. Подобно предыдущей шнуровой схеме штепсели имеют специальное назначение: один—для гнезд линейных цепей, другой—для местных абонентов, а отбой получается

НБ УДУНТ (ДІІТ)

только со стороны местных абонентов, при этом общая отбойная лампа загорается при одностороннем отбое. В остальном схема понятна без особых пояснений.



Фиг. 262. Схема шнуровой пары для работы со станцией ЦБ × 3 × 2

Для связи с местными и междугородными коммутаторами должны быть предвидены передаточные линии, схемы которых не приводятся.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА VI

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЛЕКТОРНОЙ И ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ

§ 38. Состав проекта

В состав проекта диспетчерской поездной связи входят:

а) выбор диспетчерских участков (кругов) поездных и вагонных диспетчеров;

б) составление схемы линейной связи; обоснование ее наивыгоднейшей конфигурации и пунктов размещения диспетчерских рабочих мест, телефонной аппаратуры и трансляций; фантомные цепи; расчет эффективного затухания для поверки мест расстановки трансляций;

в) кодовая настройка селекторов и вызывных ключей; расчет емкости вызывных ключевых шкафиков;

г) расчет добавочных уравнительных сопротивлений селекторов;

д) расчет напряжения и емкости батарей и проектирование устройств, относящихся к источникам питания;

е) принципиально-монтажные схемы питательных пунктов, диспетчерских распорядительных станций, рабочих мест диспетчеров, комнаты электромехаников трансляционных пунктов и промежуточных линейных станций;

ж) оборудование рабочего места диспетчера, расчет реверберации и звукоизоляции его помещения;

з) смета на оборудование устройствами и на обслуживание.

Особенностями проекта д а л ь н е й и д о р о ж н о й диспетчерской связи являются:

а) схема связи с узловыми симплексными трансляциями и особыми типами оборудования промежуточных линейных пунктов;

б) схема и устройство студий.

Проект в н у т р и с т а н ц и о н н о г о диспетчерского командования заключает в себе:

а) определение числа командных пунктов;

б) размещение телефонных пунктов на территории станции и на подходах (пригородные станции);

в) тип распорядительной станции и схема связи командной сети; связь с поездным диспетчером;

г) рабочее место диспетчера станционного командования;

д) источники питания;

е) принципиально-монтажные схемы: батареи, распорядительной станции, рабочего места диспетчера на территории станции;

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ж) смета;

Особенностями проекта постанционной связи являются:

а) выбор кругов постанционной селекторной связи;

б) схема этой связи и расчет добавочных сопротивлений;

в) включение цепей постанционной связи в коммутаторы распорядительных станций;

г) расчет напряжения и емкости источников питания, объединение батарей;

д) кодовая настройка селекторов и ключей;

е) принципиально-монтажные схемы оконечных станций и линейных промежуточных.

В состав проекта линейно-путевой связи входят:

а) выбор кругов линейно-путевой связи, схема ограничения вызова абонентов, кодовая настройка;

б) выбор мест для питательных пунктов;

в) схема линейно-путевой связи;

г) включение этой связи в коммутаторы станций;

д) расчет добавочных уравнительных сопротивлений селекторов;

е) расчет напряжений и емкости источников питания, объединение источников питания;

ж) монтажные схемы питательных пунктов, промежуточных станций и включение в коммутаторы;

з) смета.

§ 39. Выбор диспетчерских участков (кругов)

Основным вопросом при проектировании диспетчерской связи является эксплуатационной вопрос о выборе диспетчерских участков (кругов). Только по выяснении этого вопроса возможно приступать к выполнению других частей проекта. Вопрос заключается в решении задачи о том, возможно ли обслужить все линии данного эксплуатационного отделения одним диспетчером, и если нельзя, то сколько же их требуется и какие именно линии должны войти в каждый из кругов. Решение в сильной степени зависит от местных эксплуатационных условий; поэтому можно дать только ориентировочные указания для приближенного суждения о числе диспетчерских участков, на которые требуется разделить линии эксплуатационного отделения.

Если за измеритель работы диспетчера принять число проходов поездов через станции (поездо-станции—фиг. 263), то количество их можно рассчитать по формуле

$$N = 2\sum_{1}^{n} p_i a_i,$$

в которой P_i—число пар поездов в сутки на участке,

a_i—число станций на этом участке,

n—число участков с постоянной густотой поездов.

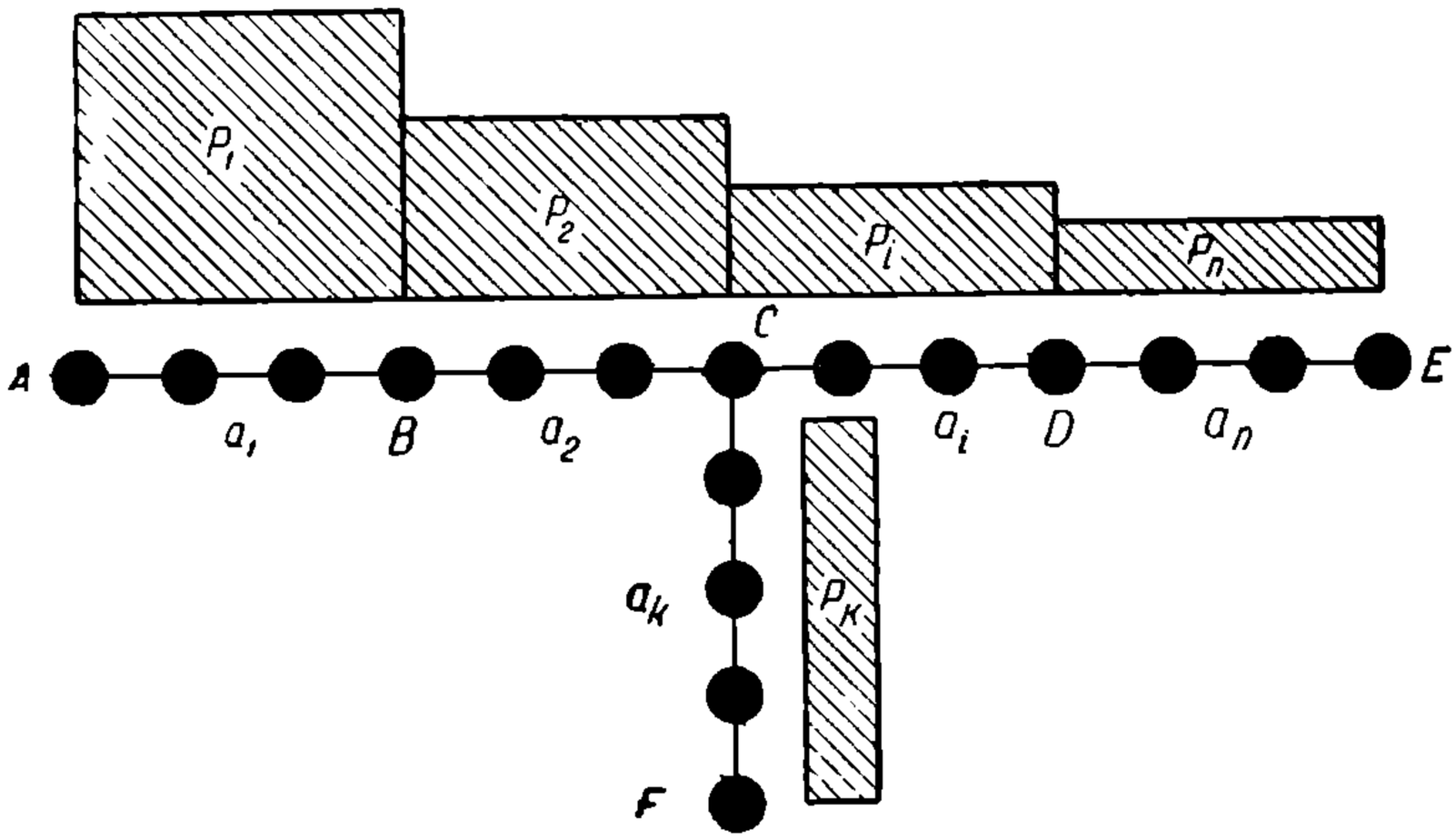
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если суточная норма работы диспетчера — N поездо-станций, то число диспетчерских участков K рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{N}{m} = \frac{2\sum_{1}^{n} p_i a_i}{m}. \tag{35}$$

Число m зависит от разных условий. Хронометражные наблюдения показывают, что от диспетчеров можно потребовать загрузки $m = 1000$—1200 поездо-станций.

Однако, на эти нормы не следует смотреть как на предельные. На французских железных дорогах Narps и Beal при расчете диспетчерских



Фиг. 263. График густоты движения поездов

участков исходят из наблюдений, показавших, что диспетчер может довести число разговоров до 3 в минуту и что, в среднем, проход одного поезда требует 1,5 разговоров. При этих нормах число поездо-станций не должно превышать

$$\frac{24 \cdot 60 \cdot 3}{1{,}5} = 2880.$$

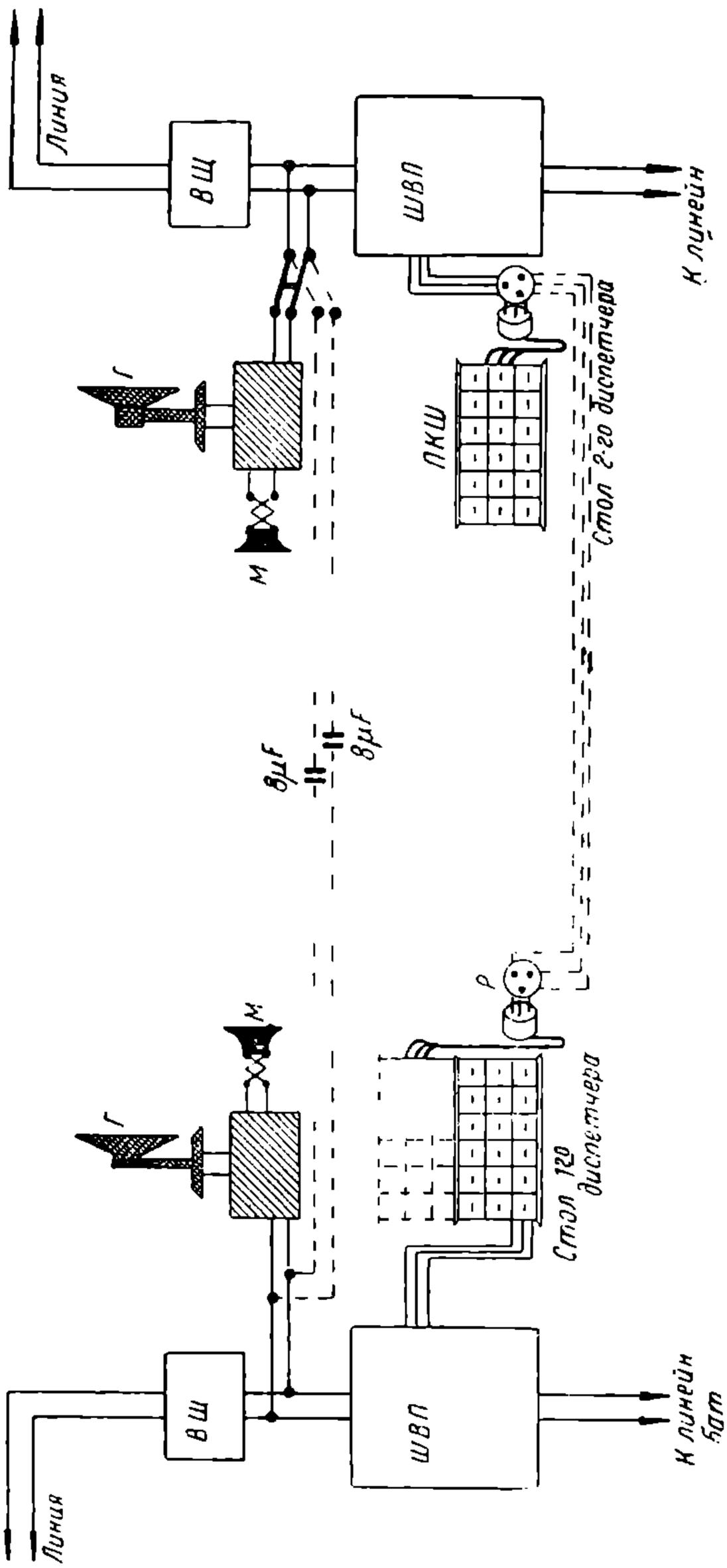
Эти формулы не учитывают относительной трудности обслуживания различных категорий поездов.

Определив количество диспетчерских участков, надо затем наметить их конфигурацию, исходя из удобств эксплуатации движения поездов, и проверить при выбранной конфигурации загрузку отдельных диспетчеров, пользуясь формулой (35), и стремясь к более равномерному распределению этой загрузки.

Во Франции дежурство диспетчеров регулируется иногда по часам суток, а именно: на время ослабления движения диспетчерские участки сдваиваются, для чего ключевые шкафики переносятся к диспетчеру, обслуживающему участок. Включение линий делается рубильником согласно схеме (фиг. 264), обеспечивающей разговор по всем линиям и получение вызова только на станциях того участка, к которому относится данный ключевой шкафа.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если, например, при сдваивании участков обслуживание их поручается первому диспетчеру, то переносный ключевой шкаф берется со стола второго диспетчера и посредством розетки и трехконечного штепселя *Р* укрепляется на столе первого диспетчера поверх его ключевого шкафа. Таким образом, он получает возможность со своего рабочего места посылать вызов, не меняя настройки ключей и селекторов на станциях обоих участков.



Фиг. 264. Схема сдваивания диспетчерских участков: *ВЩ*—вводной щит, *ШВП*—шкаф с вызывными приборами, *ПКШ*—переносный ключевой шкаф, *П*—переключатель

Чтобы иметь возможность вести разговор со станциями обоих участков и получать контроль вызова, линейные провода второго участка переключаются на переговорную аппаратуру первого участка. Получившееся таким образом соединение линейных проводов обоих участков могло бы повлечь путаницу при вызове станций, в случае одинаковой настройки селекторов. Чтобы избежать этого, в линейные провода включают конденсаторы достаточно большой емкости (по 8 μF), эти конденсаторы не позволяют проходить вызову в другую линию и не препятствуют прохождению разговора по обеим линиям.

Расчет делается графически. Сначала составляется согласно графику движения поездов диаграмма часовой нагрузки диспетчеров по отдельным участкам в поездо-станциях (формула 35). Затем составляется диаграмма суммарной их загрузки, по которой и определяется возможность сдваивания участков в определенные часы суток.

Другие виды связи. Для расчета кругов связи: постанционной, линейно-путевой, внутристанционного и деповского командования установленных методов и норм не существует. Практика пока-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

зывает, что в круги постанционной связи, в зависимости от густоты движения, можно включить от 10 до 20 линейных станций, а в цепь линейно-путевой связи—до 18—20 абонентов.

Хронометражные наблюдения на одной из дорог показали, что средняя продолжительность разговора по цепи постанционной связи составляла 2,5 мин., а количество вызовов—около 10 вызовов на абонента в сутки.

Немецкая практика на станции Маннгейм с 35 телефонными постами, обслуживаемой одним диспетчером, показала, что нагрузка его в течение суток составляла 955 мин. чистого разговора. Всего разговоров состоялось—2716, т. е. в среднем около двух разговоров в минуту. Две сортировочные горки загружают его на 16%.

§ 40. Схема связи

После выбора диспетчерских участков может быть спроектирована схема связи. Для удобства командования движением поездов необходимо персонал дежурных диспетчеров сосредоточить при конторе отделения, допуская отступления от этого правила только в исключительных случаях и обеспечивая диспетчеру обратную связь с руководителем его при конторе отделения. На фиг. 265 приведены различные формы диспетчерских цепей. Ветвистая и кольцевая схемы связи обладают преимуществами: первая—лучшей слышимости при коротких ветвях и независимостью отдельных ветвей при повреждениях; кольцевая схема—неуязвима при повреждениях линии, так как допускает переключение оторванной части цепи в неповрежденную часть.

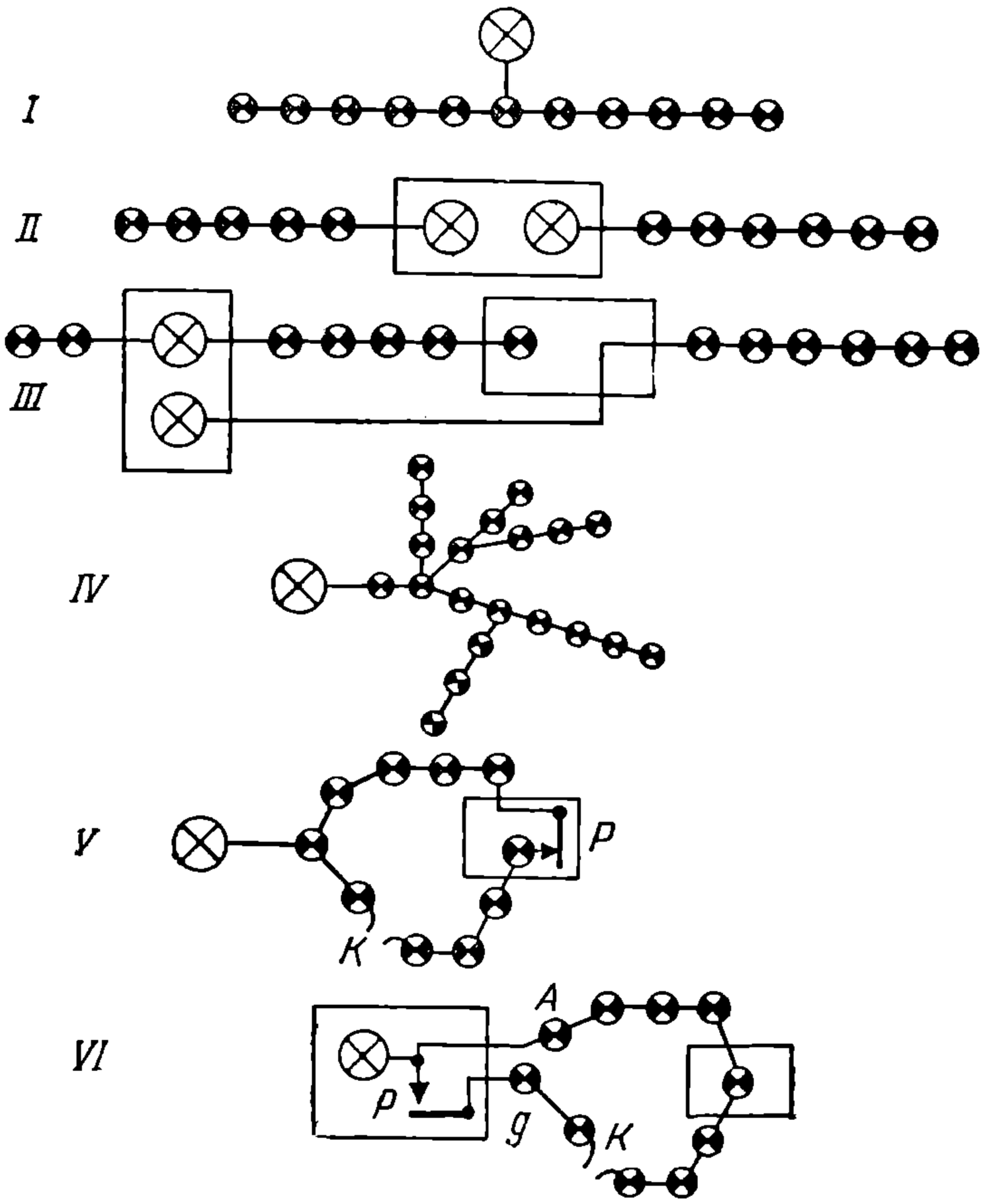
В диспетчерские цепи включаются все линейные станции, разъезды, обгонные блок-посты, депо, помещения кондукторских бригад, диспетчеры внутристанционного командования, селекторы соединительных трансляций, контрольный телефон начальника отделения. На проходных блок-постах, дачных платформах, контрольных пунктах устанавливаются упрощенные телефонные аппараты, включаемые через конденсаторы (во избежание коротких замыканий) в диспетчерскую цепь (фиг. 266). При помощи такого телефона линейный пост может в любое время известить диспетчера о проследовании поезда и др. Диспетчер же через соседнюю станцию, в случае надобности, может вызвать пост к телефону.

Для диспетчерской поездной связи на железных дорогах СССР применяются исключительно железные провода диаметром 5 *мм*. Скрещения линейных проводов делаются через 0,5—1 *км* в качестве обязательной меры со сваркой концов проводов.

Необходимо также предвидеть уплотнение диспетчерских линий посредством наложения телеграфных цепей. На длинных цепях устанавливаются промежуточные симплексные трансляции, которые размещаются на станциях, где удобно иметь источники питания и обслуживание их с таким расчетом, чтобы расстояние между ними не превосходило дальности телефонирования по железным проводам (примерно через 150—200 *км*). После такой наметки мест расстановки трансляций делается поверка посредством расчета эффективного затухания передачи.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На схеме связи должны быть отмечены способы соединения соседних диспетчерских кругов и показаны места расстановки автоматических путевых извещателей, осведомляющих диспетчера акустическим



Фиг. 265. Различные формы диспетчерских цепей: *I*—двуплечая, *II*—одноплечая, *III*—ступенчатая, *IV*—ветвистая, *V*, *VI*—кольцевые схемы, *К*—место повреждения, *Р*—рубильник

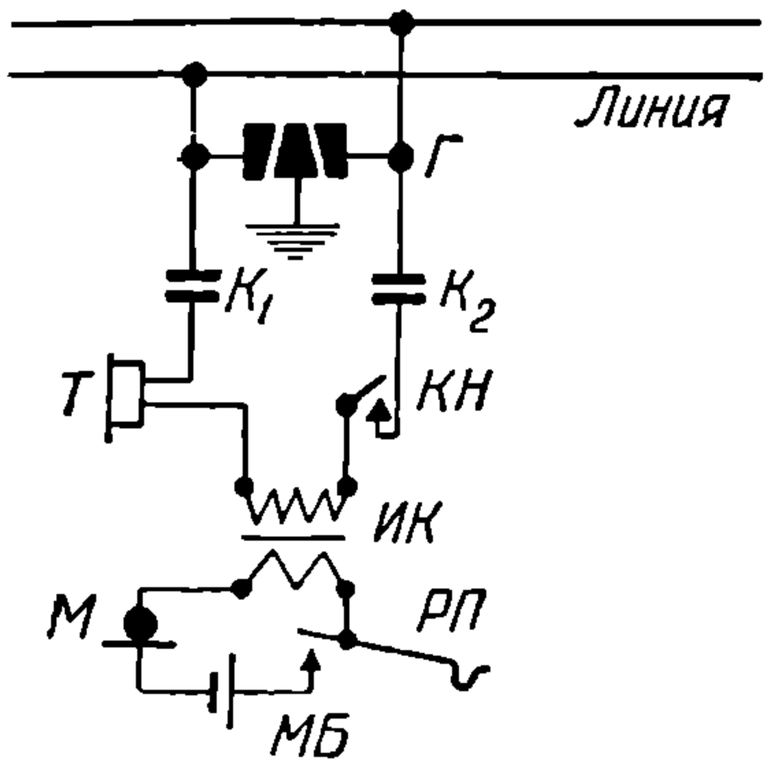
сигналом о времени проследования поезда через определенные места пути на перегоне (фиг. 267).

При проходе поезд нажимает путевую педаль *П* и замыкает микрофонную цепь. Микрофон автоматически передает диспетчеру звук от проходящего поезда. Сила звука регулируется расстоянием места установки микрофона от пути. Устанавливается он на столбе в ящике с отверстиями, защищенными проволочной сеткой; микрофон типа,

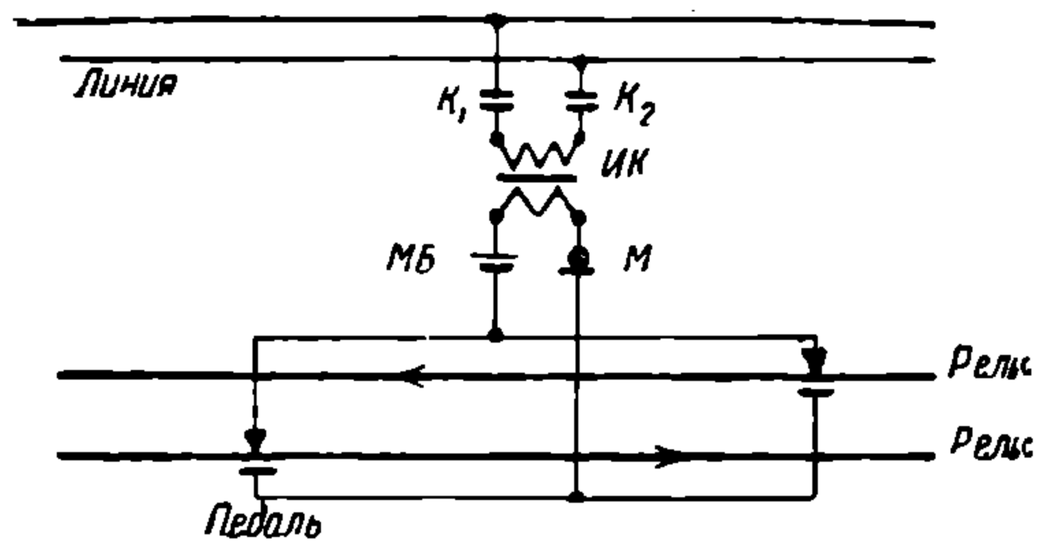
НБ УДУНТ (ДІІТ)

выработанного для сырых мест. При проходе мимо столба с извещателем паровозный машинист дает условный сигнал свистком, слышимый диспетчером.

В Америке эти извещатели устанавливаются на закрываемых на ночное время разъездах, в опасных местах пути, при подходе к тоннелям,



Фиг. 266. Схема упрощенного телефонного аппарата



Фиг. 267. Схема автоматического путевого извещателя

при входе и выходе на сортировочных станциях. Они осведомляют о проходе поездами определенного места при пачковой отправке их на перегон.

Небезынтересно попутно ознакомиться с заграничными формами проектирования схемы линейной диспетчерской связи.

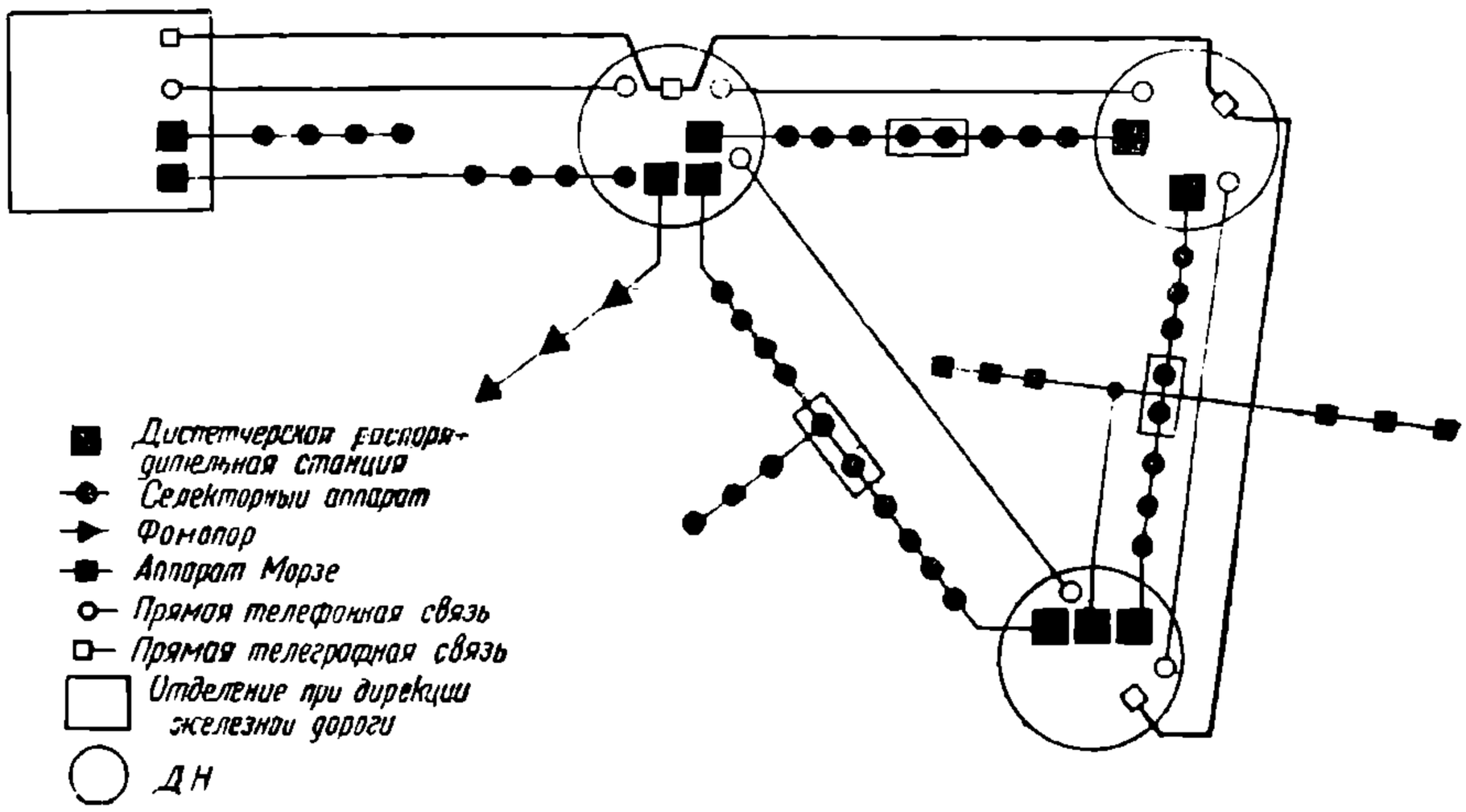


Фиг. 268. Американская схема диспетчерской связи

Разнообразие методов диспетчерского командования в разных государствах привело к созданию различных форм диспетчерской связи. На фиг. 268 приведена схема связи американского диспетчера. Поездной диспетчер имеет телефонную селекторную связь с каждой станцией своего участка. Начальник линейного отдела может контролировать

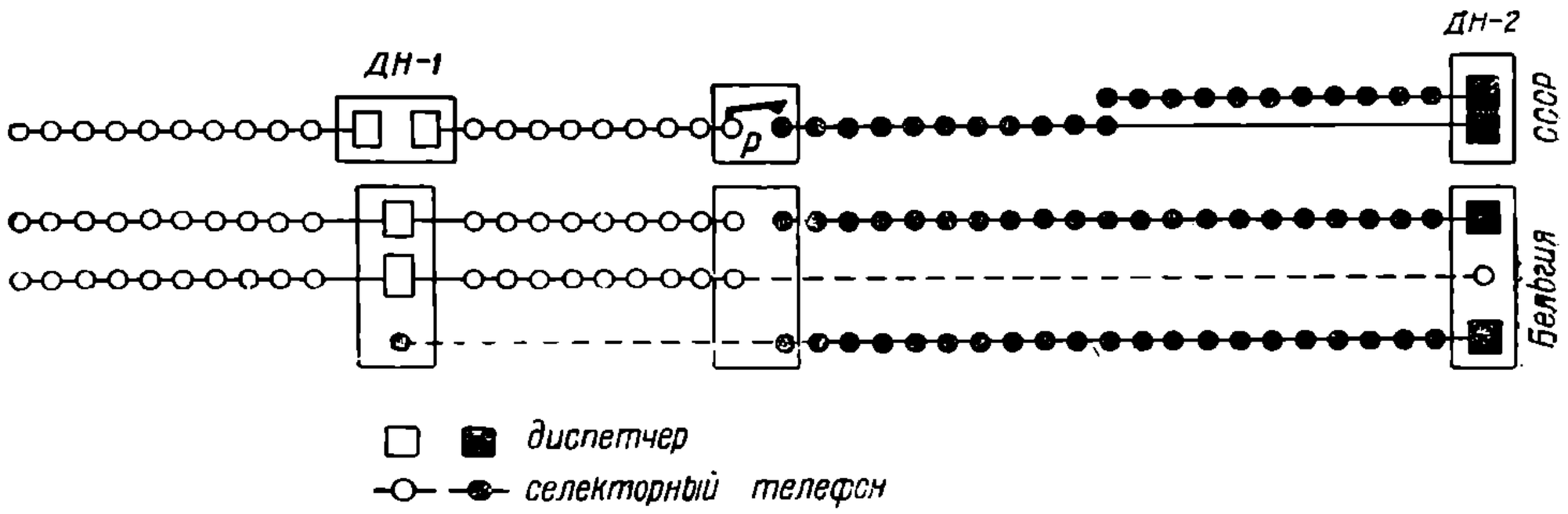
НБ УДУНТ (ДІІТ)

его работу посредством телефона и микрофона, включенного в диспетчерскую цепь. Запасным средством служит телеграфная однопроводная цепь, оборудованная аппаратами Морзе-клопфер. Для связи диспетчеров соседних отделов служит прямая телеграфная или телефонная связь. Удаленный диспетчерский участок связан по ступенчатой схеме.



Фиг. 269. Принцип построения схемы диспетчерской связи на Центральной Аргентинской железной дороге

На фиг. 269 приведен принцип построения схемы связи Центральной Аргентинской ж. д. Вся сеть дороги, протяжением 5320 *км*, распределена между 12 отделениями эксплуатации. При каждом отделении находится диспетчерское бюро. Как общее правило, соседние отделения

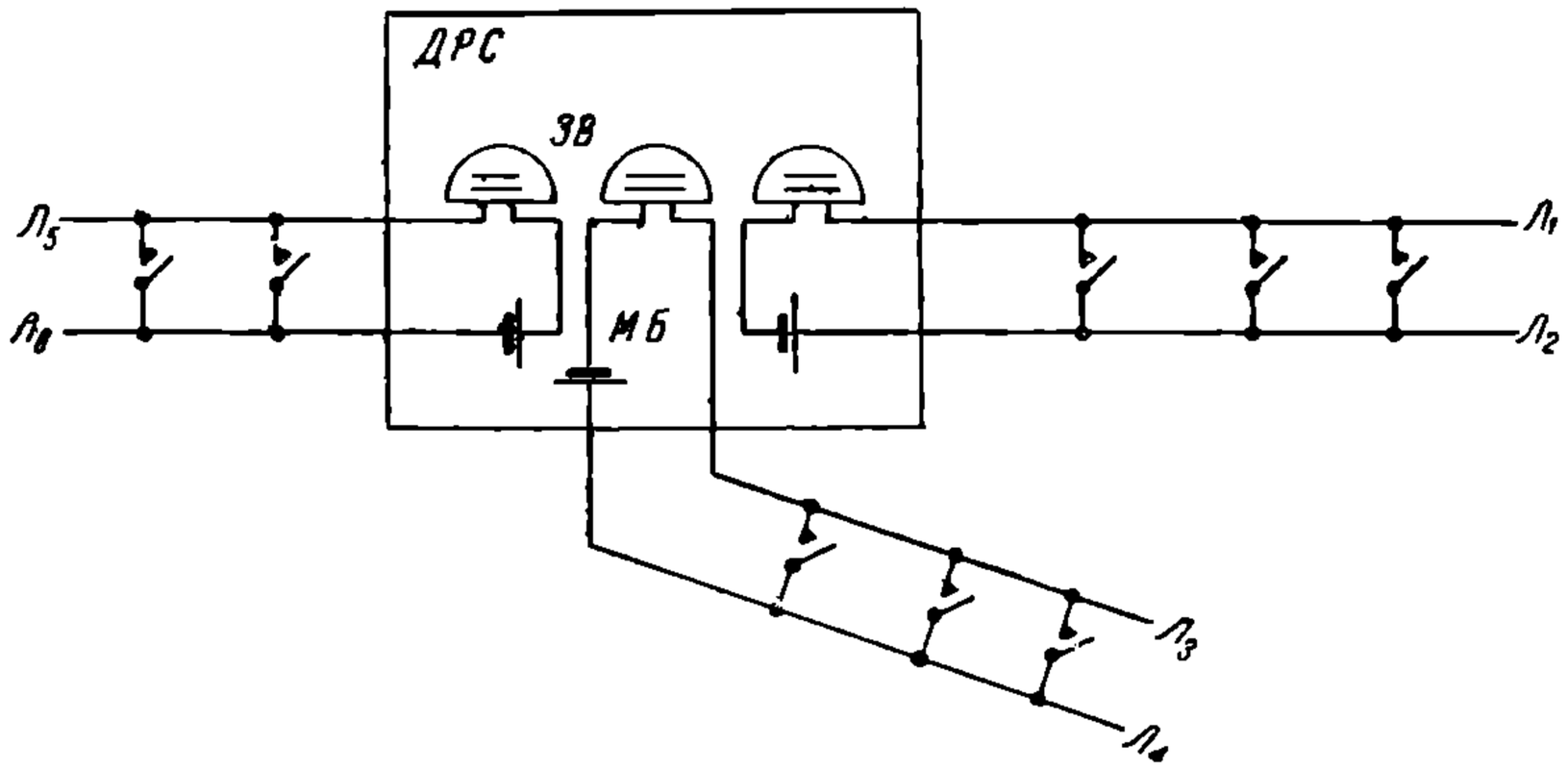


Фиг. 270. Схемы диспетчерской связи Бельгийской и СССР: *Р*—приспособление для соединения диспетчерских цепей

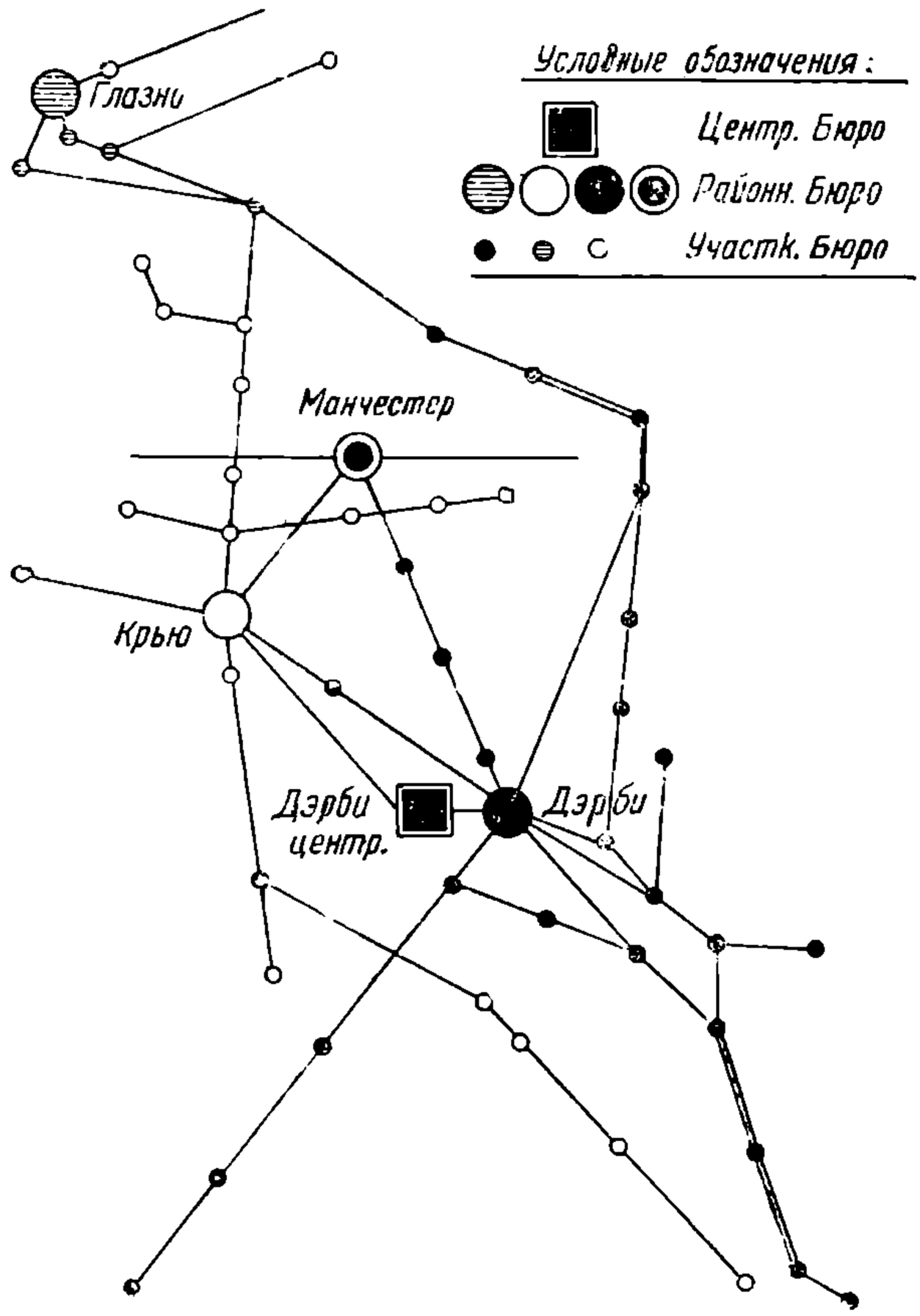
связаны между собою прямым телефонным сообщением посредством обыкновенных индукторных телефонов, либо же, при дальних расстояниях, посредством телеграфных аппаратов Морзе. Участковые цепи оборудованы избирательной телефонной связью. Отделенческие бюро связаны с центральным бюро при дирекции дороги прямой телефонной связью, либо же телеграфом.

Бельгийская схема селекторной связи (фиг. 270) устроена таким об-

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 271. Схема диспетчерской связи на узкоколейной Каталонской железной дороге

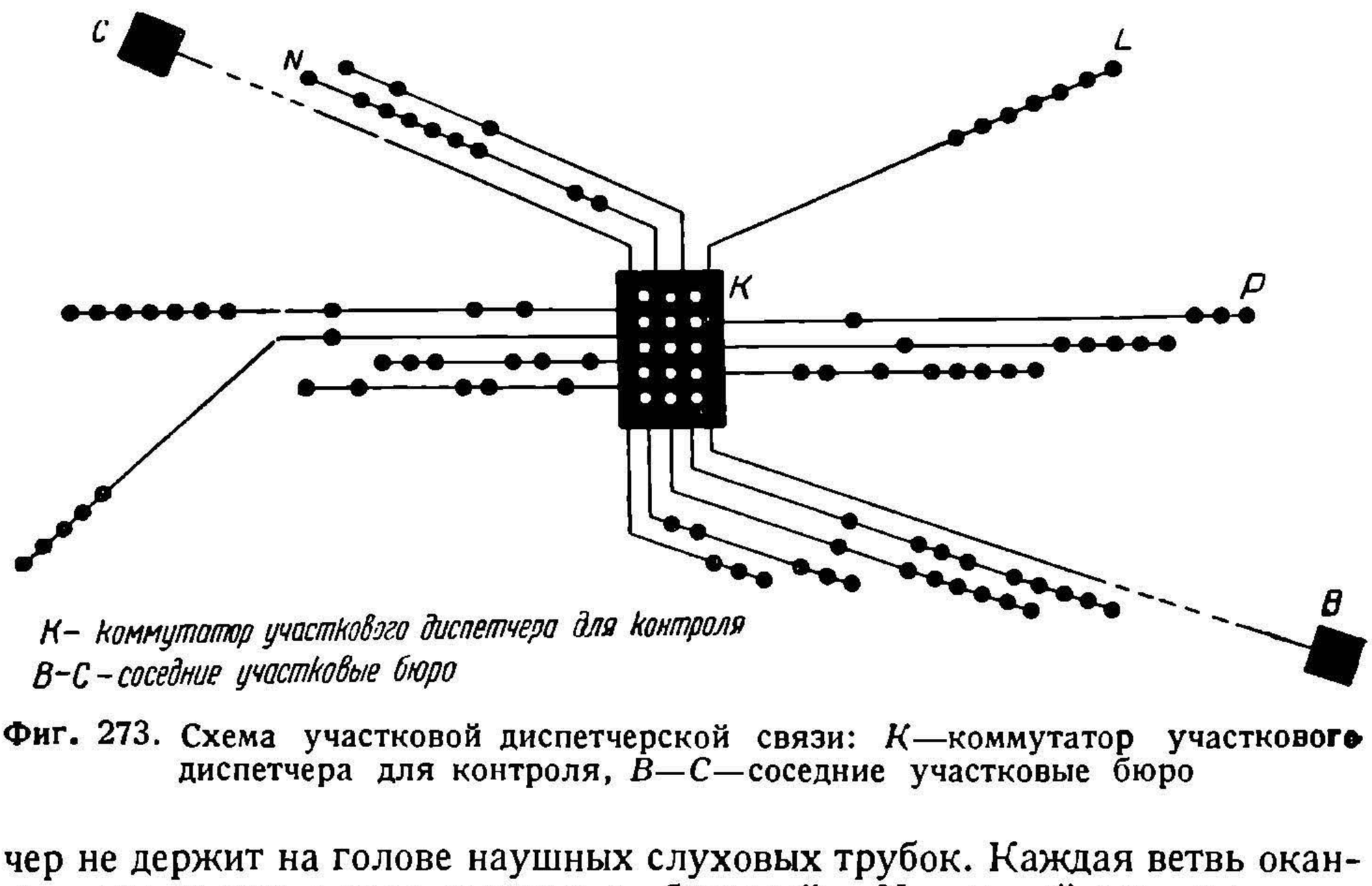


Фиг. 272. Схема диспетчерской связи на железной дороге London, Midland & Scottish (низовая участковая связь не показана)

НБ УДУНТ (ДІІТ)

разом, что в цепь каждого диспетчера включены все станции и блок-посты. Нечетным направлением командует один диспетчер, а четным — другой. Следовательно вдоль линии устроены две телефонные цепи. Блок-посты оборудованы упрощенными аппаратами без селекторного вызова, позволяющие включаться в диспетчерскую линию; вызов от диспетчера поступает через соседнюю станцию, которая и вызывает пост по межстанционной цепи. Для связи с диспетчером соседнего отделения диспетчерская цепь соответственно удлиняется.

На второстепенных линиях испанских железных дорог применяется схема, показанная на фиг. 271, которая состоит из трех ветвей. Диспет-



K– коммутатор участкового диспетчера для контроля
B–C – соседние участковые бюро

Фиг. 273. Схема участковой диспетчерской связи: *K*—коммутатор участкового диспетчера для контроля, *B*—*C*—соседние участковые бюро

чер не держит на голове наушных слуховых трубок. Каждая ветвь оканчивается у диспетчера звонком с батареей. На линейных станциях достаточно нажать кнопку: замыкается цепь звонковой батареи и раздается громкий звонок.

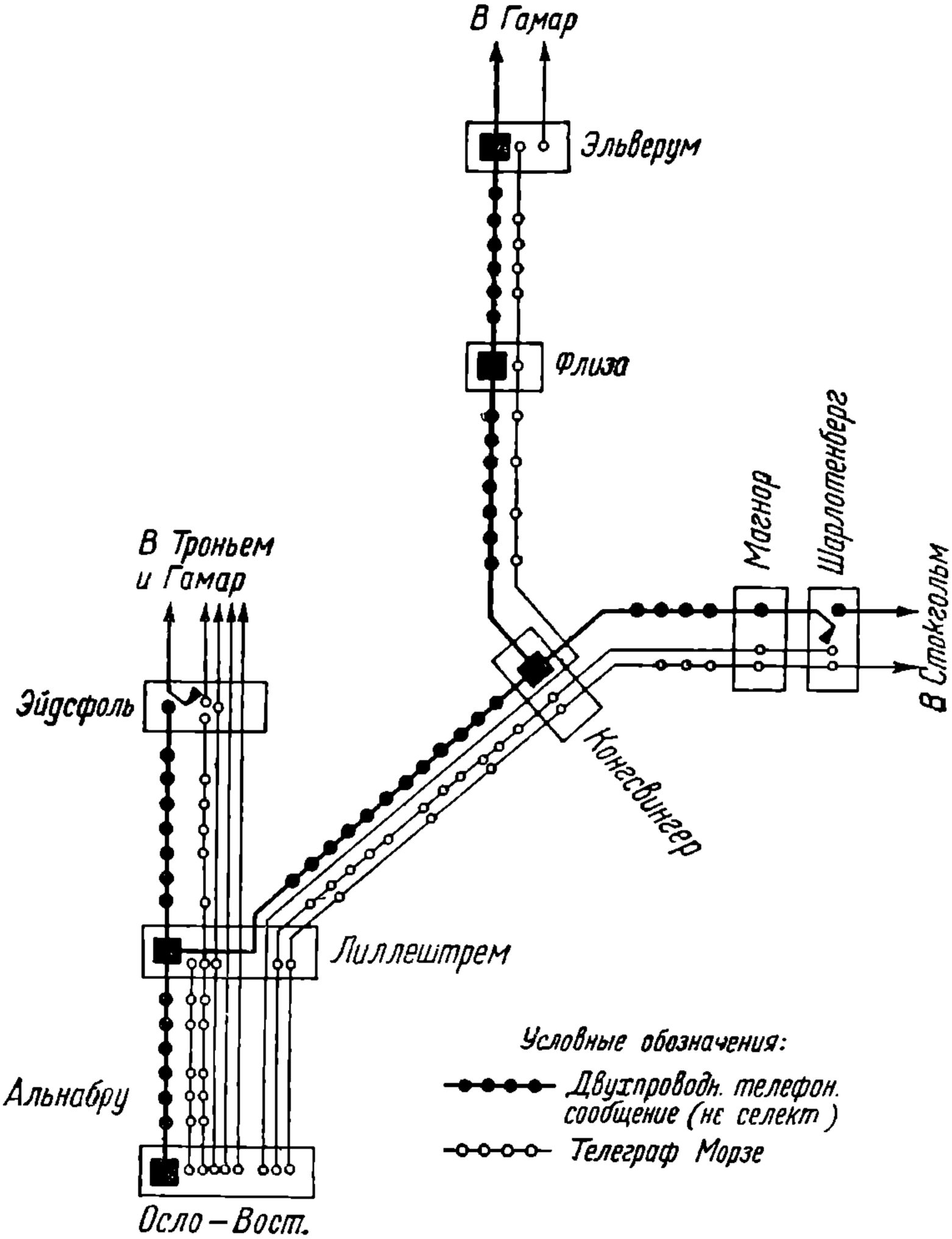
Один из участков шведских железных дорог протяжением 103 *км* с 32 станциями оборудован телефонной связью с взаимно-избирательным вызовом, которая позволяет линейным станциям производить непосредственный вызов любой станции помимо диспетчера.

Не селекторная телефонная связь на английских железных дорогах охватывает все ступени организации: центральное бюро связано с районными, а районные с участковыми; в свою очередь участковое бюро довольно сложной сетью по ступенчатой схеме связано с пассажирскими станциями, депо, товарными и сортировочными станциями, сигнальными башнями, телефонными станциями и др. На фиг. 272 и 273 для примера приведены схемы связи на Лондон-Мидлэнд—Шотландской ж. д. (London, Midland & Scottish Ry). Из последней схемы видно, что участковая связь имеет 16 отдельных индукторных цепей, оканчивающихся в бюро стольким же числом телефонных аппаратов, каждый со своим звонком.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Диспетчер норвежских железных дорог, не имея в своем распоряжении специальной селекторной связи, использует все средства телеграфной и телефонной связи.

Подобно английской схеме, норвежская схема пестрит большим числом аппаратов Морзе в круге, длина которого должна быть равна расстоянию до наиболее удаленной станции. Многопроводность и ступенчатость составляют особенности этой схемы. Прямая телефонная



Фиг. 274. Схема участковой связи части линий района Осло (Норвегия)

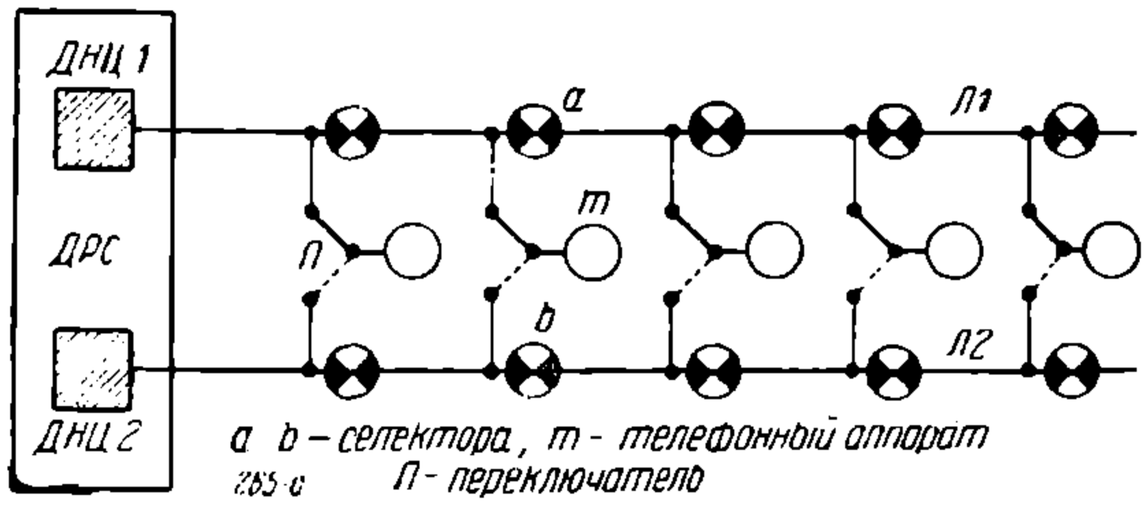
связь должна устанавливаться каждый раз по требуемому направлению через коммутаторы узловых станций, со всеми неудобствами вызова для промежуточных станций, не участвующих в разговоре. На фиг. 274 показана схема связи района Осло. Селекторная связь имеется только на участке Осло—Драмен и Нарвик с 56 аппаратами.

За границей в большинстве случаев диспетчерские телефонные цепи устраиваются из бронзовых проводов. Диаметр проводов выбирается

НБ УДУНТ (ДІІТ)

в зависимости от дальности телефонирования и колеблется в пределах от 1,83 до 2,91 *мм* (США), 2,8 *мм* (Бельгия), 2,2 *мм* (Аргентина), 3 *мм* (Мексика, Германия).

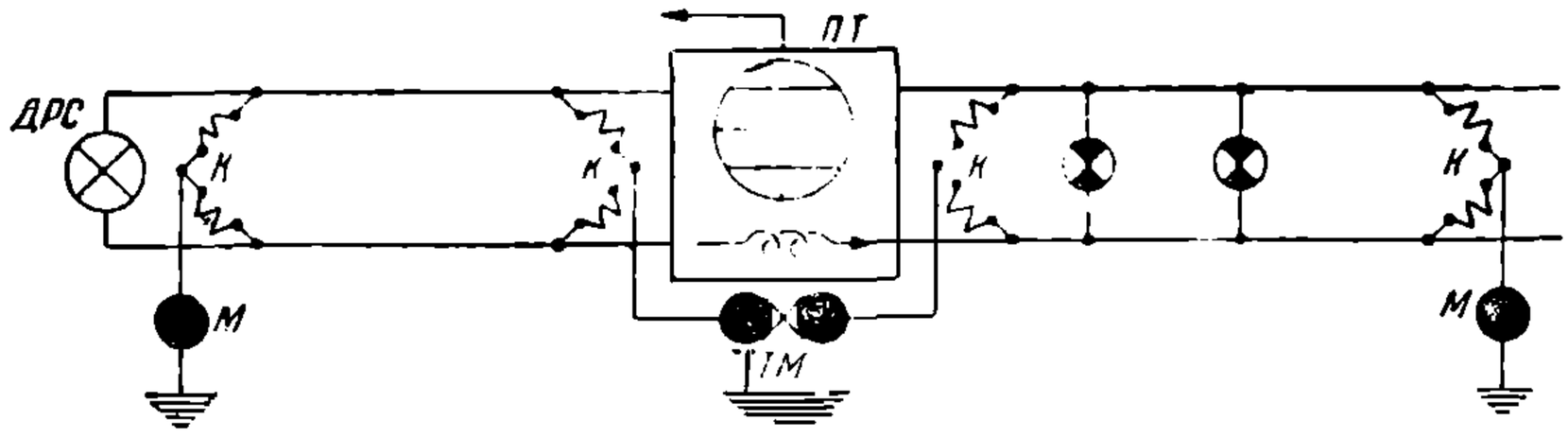
Аргентинская Тихоокеанская ж. д. добилась хорошего разговора по железным проводам на расстоянии 200 *км*, а дороги Центральной Аргентины—до 224 *км*. Мексиканские железные дороги вынуждены были отказаться от медной проволоки из-за частых хищений и выработали специальный тип биметаллического провода со стальной жилой и алюминиевой оболочкой, что выявило следующие преимущества: алюминий не окисляется от изменения погоды, вернее сказать на нем образуется тончайший слой окисла, предохраняющий его от дальнейшего окисления; сернистые газы паровозного дыма на него не действуют; он в 3 раза легче меди, опоры можно делать облегченного типа и меньше их число; диаметр выбран 3,5 *мм*.



Фиг. 274а. Схема связи при командовании по направлениям движения

Скрещения диспетчерских проводов за границей делают через 200 *м*. Наибольшая дальность телефонирования по медным проводам установлена в Мексике на расстоянии 680 *км*. За границей промежуточных телефонных усилителей на диспетчерских цепях не применяют.

Схема связи при одностороннем регулировании движения. На фиг. 274а показано: *ДНЦ1*—диспетчерская распорядительная установка на нечетном направлении движения поездов. *ДНЦ2*—то же для четного направления. При таком способе руководства движением на каждой линейной станции устанавливается по 2 селекторных ящика: один из них включается в двухпроводную цепь *Л1*, а другой—в цепь *Л2*. Для того, чтобы агент линейной станции без затруднения мог отличить, от какого именно диспетчера («четного» или «нечетного») последовал вызов, тон и частоту вызывных звонков делают различными.



Фиг. 274б. Схема наложения телеграфной работы

В виду того, что одновременный разговор агента станции с обоими диспетчерами невозможен, на линейных станциях устанавливается только по одному телефонному аппарату с переключателем, дающим

НБ УДУНТ (ДІІТ)

возможность включаться в ту или другую из линий, в зависимости от того, по какой из них последовал вызов.

Если требуется наложить длинную цепь Морзе на поездную диспетчерскую с промежуточной трансляцией, то такое наложение следует осуществлять по схеме фиг. 274б, на которой обозначено:

ММ—телеграфные аппараты Морзе,

ТМ—телеграфная трансляция,

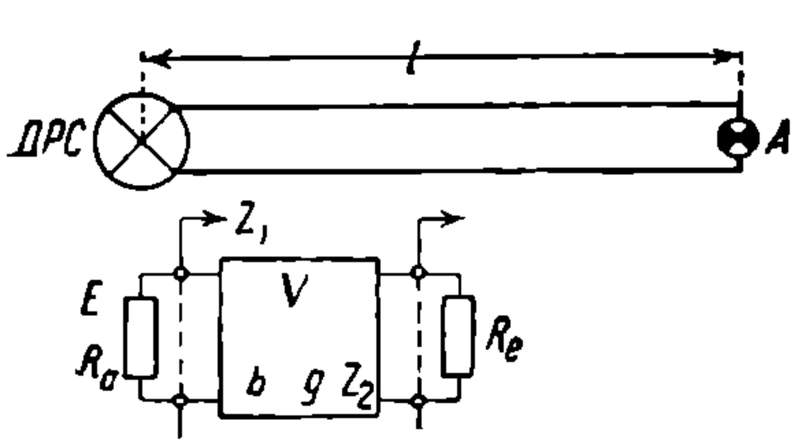
КК—катушки Кайло,

ПТ—промежуточная диспетчерская трансляция.

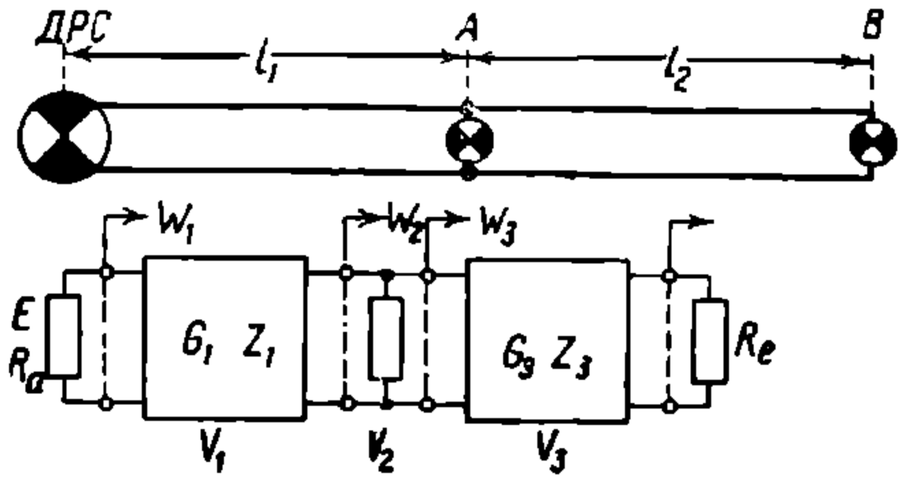
Преимуществом этой схемы является разъединение телеграфных кругов на трансляционном пункте.

§ 41. Расчет затухания в селекторных цепях

Как указано выше, основываясь на опыте практики, надо запроектировать расстановку трансляций и затем произвести проверку правильности такой расстановки аналитическим расчетом. Ниже разработаны встречающиеся на практике случаи и изложен метод расчета, основанный на теории четырехполюсника.



Фиг. 275. Разговор диспетчера (ДРС) с последней станцией *А*



Фиг. 276. Диспетчер разговаривает со станцией *Б*; станция *А* подслушивает

Пример 1. Диспетчер *ДРС* ведет разговор с наиболее удаленной станцией *А*. На фиг. 275 приведена эквивалентная схема с четырехполюсником *V* (коэфициент распространения у которого γ, затухание передачи *b*, входное сопротивление Z_1 с одной стороны и Z_2—с другой стороны). Микрофон диспетчера представляет собою генератор с электродвижущей силой и входным сопротивлением R_a, а телефон абонента имеет входное сопротивление R_e.

Эффективное затухание этой системы может быть вычислено по формуле:

$$k = \beta l + \ln\left|\frac{R_a + Z_1}{2\sqrt{R_a Z_1}}\right| + \ln\left|\frac{R_e + Z_2}{2\sqrt{R_e Z_2}}\right| + \ln\left|1 - \frac{R_a - Z_1}{R_a + Z_1}\cdot\frac{R_e - Z_2}{R_e + Z_2}\,l^{-2\gamma l}\right|. \qquad (37)$$

Здесь: βl—собственное затухание линии. Последний член имеет небольшое значение, так что практически ими можно пренебречь.

Пример 2. Во время разговора диспетчера с оконечной станцией *В* абонент станции *А* подслушивает. На фиг. 276 приведена эквивалентная схема с тремя четырехполюсниками V_1—V_2—V_3.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

W_1, W_2, W_3 —входные сопротивления четырехполюсных контуров при нагрузке последующим четырехполюсником.

Эффективное затухание системы вычисляется по формуле:

$$k = k' + k'' = k' + k_1'' + k_2'' + k_3'',$$

в которой

$$k' = \ln \left| \frac{R_a + W_1}{2\sqrt{R_a W_1}} \right|,$$

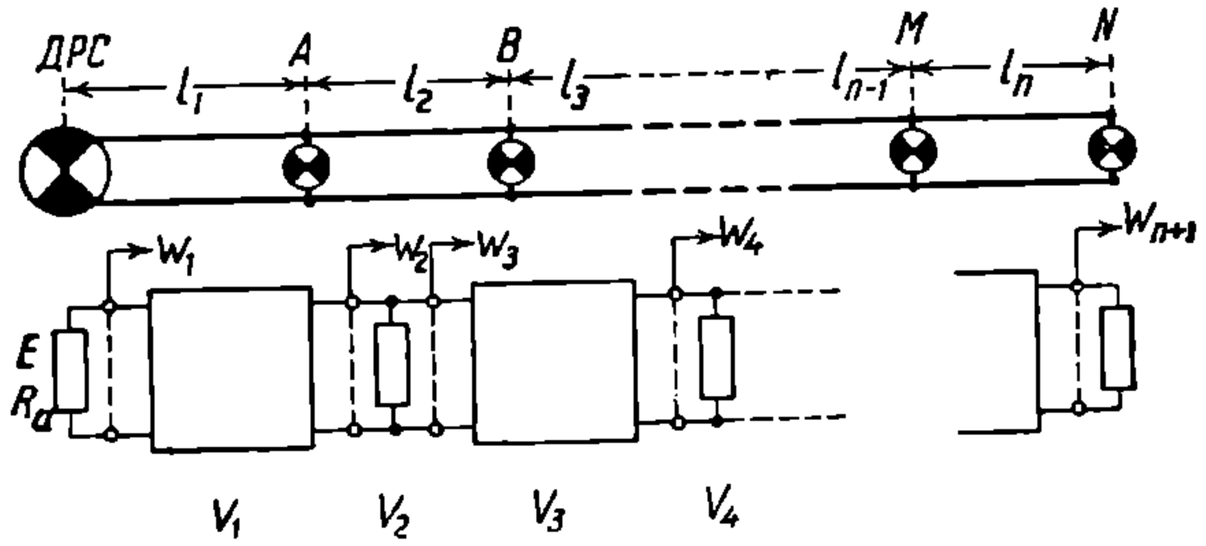
$$k_3'' = b_3 - \ln \left| \frac{W_3 + Z_3}{2\sqrt{W_3 Z_3}} \right| + \ln \left| \frac{R_e + Z_3}{2\sqrt{R_e Z_3}} \right|,$$

$$k_2'' = \ln \left| \frac{Z_1 + W_2}{2\sqrt{Z W_2}} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{W_3}{W_2} \right|,$$

так как второй четырехполюсник является неполным поперечным четырехполюсником (телефон);

$$k_1'' = b_1 - \ln \left| \frac{R_a + Z_1}{2\sqrt{R_a Z_1}} \right| + \ln \left| \frac{W_2 + Z_1}{2\sqrt{W_2 Z_1}} \right|.$$

Пример 3. Циркулярный или групповой разговор, или же диспетчер говорит с крайним абонентом, а несколько других абонентов подслушивают. Эквивалентная схема изображена на фиг. 277.



Фиг. 277. Циркулярный разговор

Эффективное затухание:

$$k = k' + k_1'' + k_2'' + k_3'' + \ldots + k_n'' + \ldots k_r'',$$

где

$$k' = \ln \left| \frac{R_a + W_1}{2\sqrt{R_a W_1}} \right|,$$

$$k_n'' = b_n - \ln \left| \frac{W_n + (Z_a)_n}{2\sqrt{W_n (Z_a)_n}} \right| + \ln \left| \frac{W_{n+1} + (Z_e)_n}{2\sqrt{W_{n+1} (Z_e)_n}} \right|.$$

Здесь W_n —входное сопротивление n-го четырехполюсника при нагрузке его $(n+1)$-м четырехполюсником.

Для поперечных неполных четырехполюсников надо применять формулу:

$$k_n'' = \ln \left| \frac{Z_{n-1} + W_n}{2\sqrt{Z_{n-1} W_n}} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{W_{n+1}}{W_n} \right|.$$

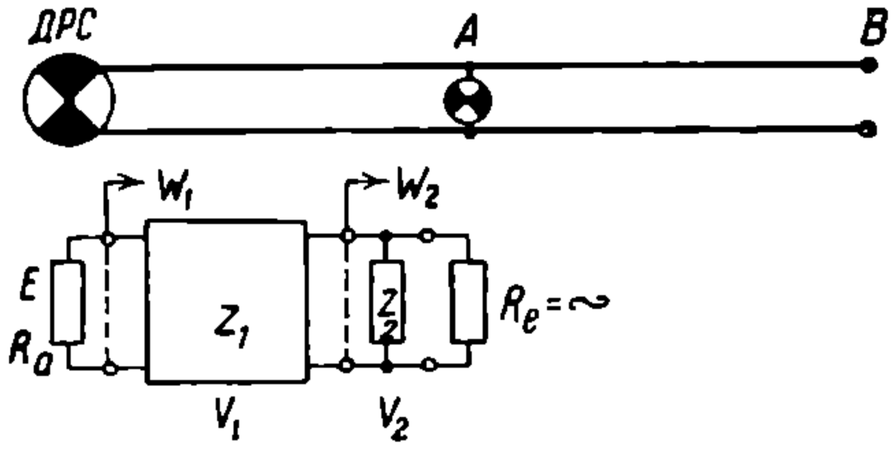
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пример 4. Разговор диспетчера с одной из промежуточных станций A; остальная часть линии AB—изолирована. В эквивалентной схеме (фиг. 278) нагрузку конца надо принимать бесконечно большой:

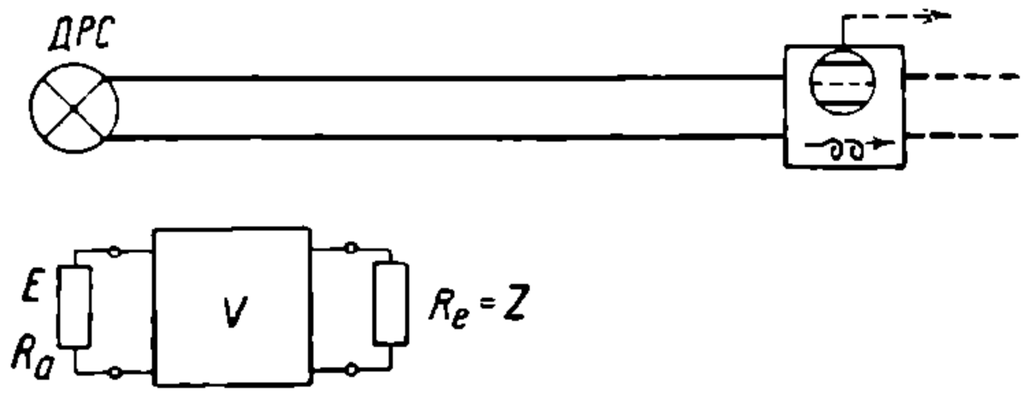
$$R_e = \infty.$$

Таким образом, этот пример является частным случаем примера 2.

Пример 5. Определить эффективное затухание цепи на участке *ДРС* до трансляции при ступенчатой схеме диспетчерской связи (фиг. 279). В эквивалентной схеме следует считать, что нагрузка, даваемая трансляцией, т. е. ее входное сопротивление, должно соответствовать волновому сопротивлению железной линии. Несоответствие определяется формулой:



Фиг 278. Разговор диспетчера с промежуточной станцией



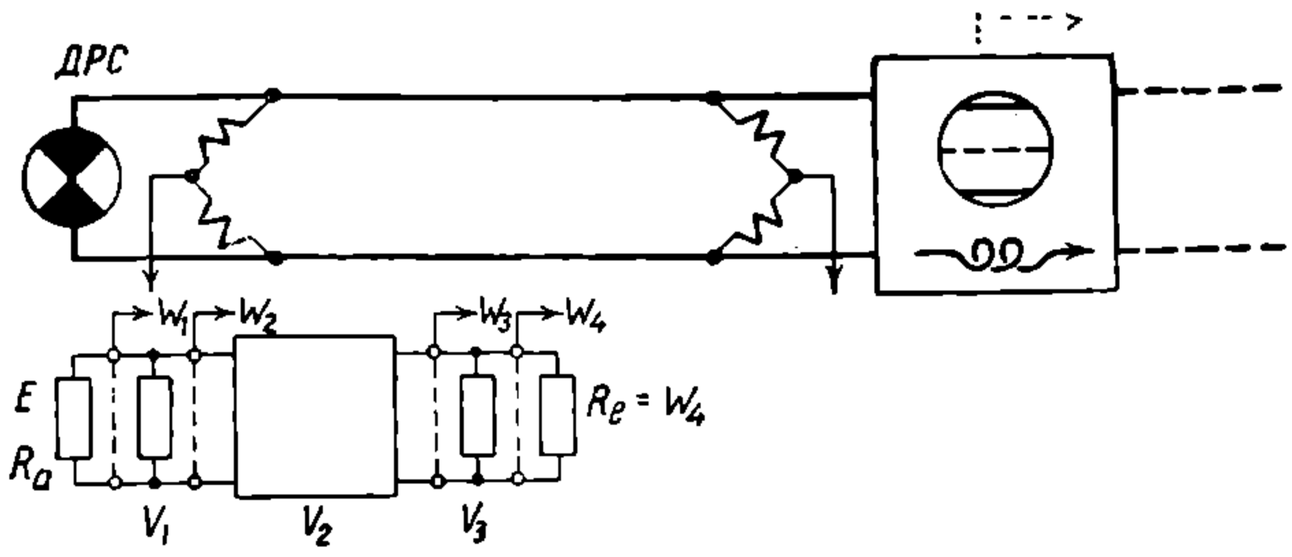
Фиг. 279. Цепь до трансляции без аппаратов

$$\varepsilon = 2\left|\frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2}\right| \leqq 0{,}2,$$

где: Z_1—волновое сопротивление линии,

Z_2—измеренное входное сопротивление трансляции (ОСТ НКПС—6965/143).

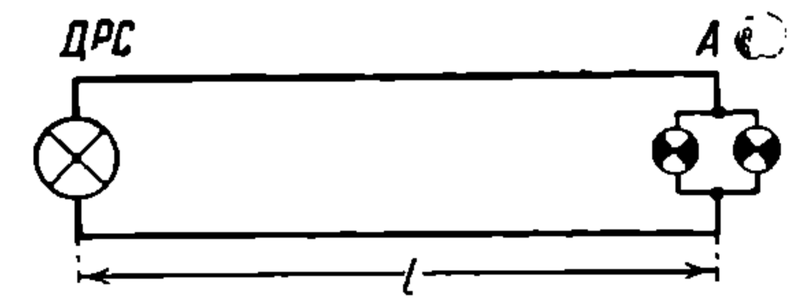
Пример 6. Определить эффективное затухание той же цепи, как и в примере 5, но с наложенной телеграфной работой посредством катушек Кайло (фиг. 280). В эквивалентной схеме катушки Кайло надо считать за неполные поперечные четырехполюсники, а входное сопротивление трансляции равным волновому сопротивлению железной линии. Катушки Кайло имеют сопротивление $R = 1240\ \Omega$ и $L \geqq 60$ Н. В дальнейшем решение задачи сводится к примеру 3.



Фиг. 280. Цепь с наложенной телеграфной работой

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пример 7. Диспетчер ведет разговор с конечной станцией A, на которой включено два абонента; оба слушают (фиг. 281). Для расчета затухания в эквивалентной схеме надо считать, что второй четырехполюсник является неполным поперечным, при чем его входное сопротивление одинаково с входным сопротивлением нагрузки R_e.



Фиг. 281. Цепь с двумя аппаратами на конце линии

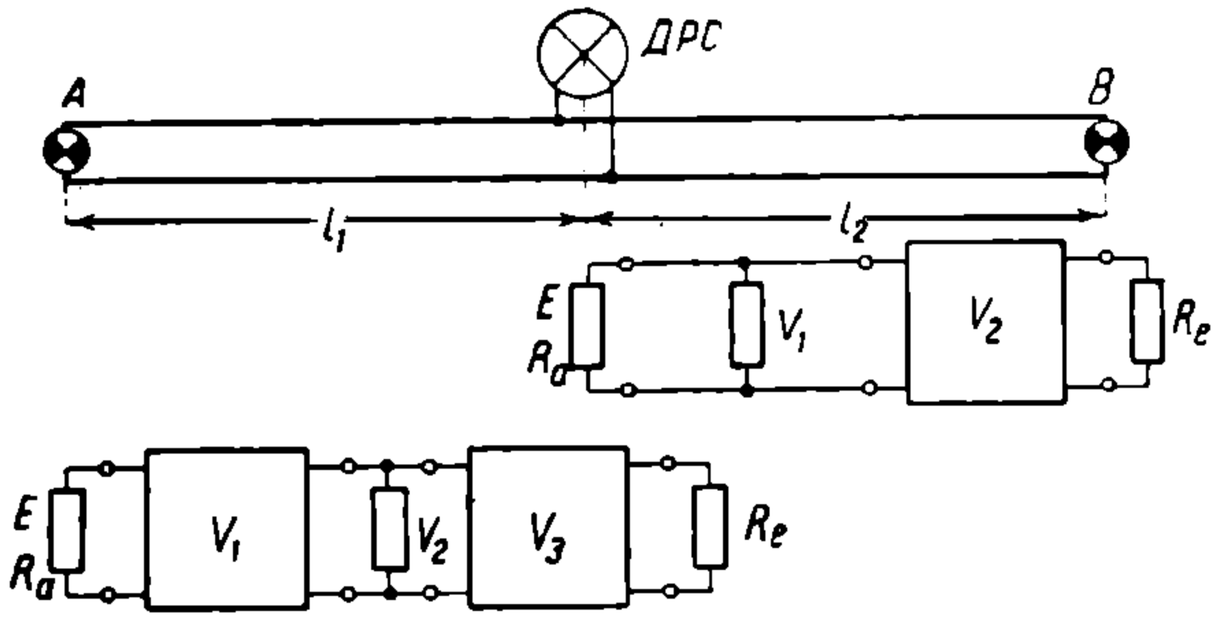
Схему можно упростить, исключив четырехполюсник V_2 и нагрузив конец общим сопротивлением, вычисленным по закону Кирхгофа и равным:

$$\frac{R_e R_e}{R_e + R_e} = \frac{R_e}{2}.$$

Пример 8. Линия с разветвлением у диспетчерской станции ДРС (фиг. 282). Первая эквивалентная схема относится к случаю определения затухания ветви с аппаратом B, на которой V_1—четырехполюсник эквивалентной ветви l_1 с аппаратом A, V_2—четырехполюсник линии ветви l_2.

Входное сопротивление четырехполюсника определяется по формуле:

$$R = Z \operatorname{th} (\varepsilon + \gamma l_1)^1,$$



Фиг. 282. Линия с разветвлением у ДРС

где

Z — волновое сопротивление линии,
l_1 — длина ветви A,
γ — постоянная распространения,

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z + Z_e}{Z - Z_e} \right|.$$

Здесь Z_e—входное сопротивление нагрузки этой ветви (аппарата A).

Вторая эквивалентная схема относится к случаю определения затухания передачи от A к B, если диспетчер слушает. На этой схеме:

---

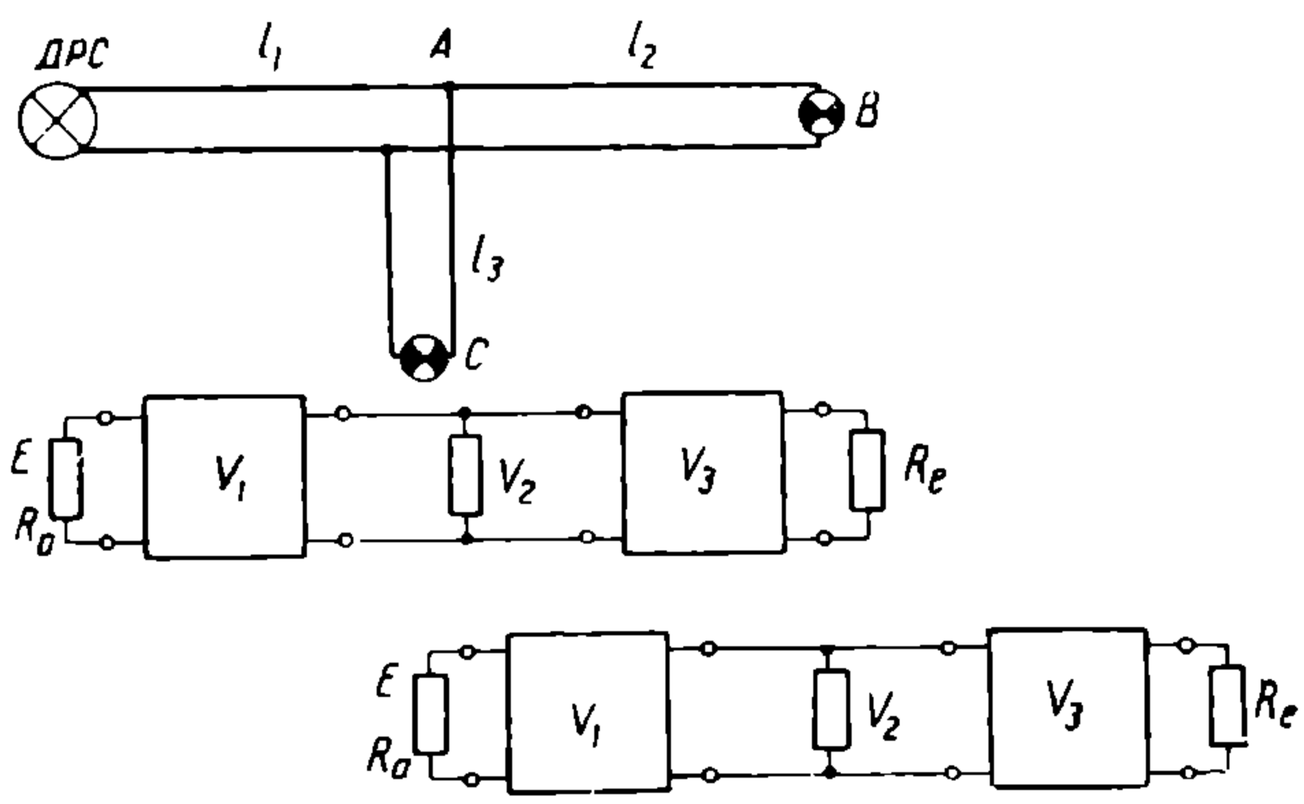
[1] Формула эта получается преобразованием из выражения:

$$R = Z \frac{Z_e \cos \operatorname{h} \gamma l + Z \sin \operatorname{h} \gamma l}{Z \cos \operatorname{h} \gamma l + Z_e \sin \operatorname{h} \gamma l}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

четырехполюсник V_1—эквивалентен линии ветви l_1; V_2—неполный четырехполюсник, эквивалентный аппарату диспетчера; V_3—эквивалент линии ветви l_2.

Пример 9. Линия с ответвлением на участке (фиг. 283). Первая эквивалентная схема соответствует передаче от диспетчера на станцию B. На ней: V_1—эквивалент линии l_1; V_2—эквивалент линии l_3 с нагрузкой аппаратом C; V_3 эквивалент линии l_2; R_e—нагрузка аппаратом B.



Фиг. 283. Линия с ответвлением на участке

Вторая эквивалентная схема соответствует передаче из C в B; диспетчер и B слушают: V_1—эквивалент линии l_3; V_2—эквивалент линии l_1, с нагрузкой аппаратом диспетчера; V_3—эквивалент линии l_2; R_e—нагрузка аппаратом B.

Приведенных типовых примеров достаточно для применения теории четырехполюсника при расчете затухания в линиях любой конфигурации.

Приведем наиболее часто встречающиеся при расчетах числовые данные.

Для линии из железных проводов $d = 5$ *мм*.

$Z = 1\,358e^{-j18°51'}$ — волновое сопротивление линии,

$\gamma = \beta + j\alpha = 0{,}0135 + j0{,}0354$ — постоянная распространения,

$Z_e = 8\,470e^{-j39°9'}$ — входное сопротивление диспетчерского аппарата при приеме,

$Z_a = 622e^{-j53°30'}$ — кажущееся сопротивление того же аппарата при передаче.

При выполнении численных расчетов полезно пользоваться вспомогательными таблицами и графиками.

Коэфициент отражения:

$$p = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \tag{38}$$

посредством несложных преобразований можно привести к виду:

$$p = \operatorname{th} \ln \sqrt{q}\ ,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

где

$$q = \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right| \quad \text{и} \quad \frac{Z_1}{Z_2} = qe^{j\varphi}.$$

Дальнейшие преобразования дают:

$$\text{th} \ln |p| = -\frac{\cos \psi}{\text{ch} \ln q}.$$

По значениям q и ψ легко найти значение p.

Равным образом облегчается вычисление величины затуханий от отражений:

$$S = \ln \left| \frac{Z_1 + Z_2}{2\sqrt{Z_1 Z_2}} \right|,$$

которая после преобразований может быть выражена:

$$S = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1}{2} (\text{ch} \ln q + \cos \psi) \right] \tag{39}$$

и легко определена посредством вспомогательных таблиц и графиков (см. ИТС—«Связь на железнодорожном транспорте», стр. 211-212).

При построении диаграммы уровней передачи на всем диспетчерском участке необходимо уровень на выходе из передающего аппарата принимать +0,9 непера. Нулевой уровень, установленный Международным консультационным комитетом (МКК), соответствует отдаваемой мощности в 1 mW; диспетчерский же аппарат имеет большую мощность, а именно 6 mW, поэтому уровень передачи на выходе и принимается равным +0,9 непера. Но нормам МКК верхний уровень не должен превышать +0,6 непера, в целях уменьшения влияния на соседние цепи. Однако, этого уменьшения можно достигнуть, улучшая симметрию посредством правильной транспозиции скрещений. Согласно тем же нормам МКК нижний уровень не должен спускаться ниже минус 1,6 непера на линии и до минус 2,5 непера в приемном аппарате.

Для выравнивания затухания в пределах отдельных усиливаемых участков линии надлежит включить удлинитель, делая соответственный его расчет.

§ 42. Кодовая настройка вызывных ключей и селекторов

Избирательный вызов может быть:

а) индивидуальный, предназначенный для какой-либо одной определенной станции;

б) циркулярный, когда вызываются все линейные станции данного диспетчерского круга;

в) групповой, предназначенный для одновременного вызова определенной группы линейных станций и

г) особый вызов для тех случаев, которые не могут быть разрешены первыми тремя способами, как например: для соединения и разъединения смежных диспетчерских кругов, для поверки времени и вообще для всех тех пунктов, которые не должны отзываться ни на индивидуальный вызов, ни на групповой и ни на циркулярный.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для каждого из всех этих случаев требуется особая настройка вызывных ключей, следовательно, вообще говоря, число вызывных ключей превышает число линейных станций. Наоборот один и тот же селектор может быть настроен таким образом, что будет позволять получать на какой-либо линейной станции все рода вызовов: индивидуальный, циркулярный, групповой и поверку времени.

Способы индивидуальной и циркулярной настройки ключей подробно рассмотрены выше (§ 15). Рассмотрим подробнее различные способы групповой настройки:

а) при 17-значном коде и

б) при других кодах.

Формула кодовой настройки группового ключа при 17-значном коде следующая:

$$(n) — (17 — n) — (0),$$

в которой значение n (целое число) подчинено условию:

$$1 < n < 16.$$

При посылке вызова таким ключом отзовутся все те линейные станции, настройка селекторов которых имеет: первое кодовое число равное n, или же последнее число равное $(17—n)$. Сколько же вообще может быть таких станций?

Выше, в § 16 [формула (2)], было доказано, что число станций, настройка которых начинается числом n, равно:

$$k_n = m — n — 3.$$

Подобным же образом число станций, настройка которых содержит последнее кодовое число $(m—n)$, равно:

$$k_{m-n} = m — (m — n) — 3 = n — 3. \qquad (40)$$

Следовательно число линейных станций, которое можно включить в одну группу, равно:

$$k = k_n + k_{m-n} = (m — n — 3) + (n — 3),$$

т. е.

$$k = m — 6. \qquad (41)$$

Значение n в этих формулах подчиненно условию:

$$2 < n < (m — 1).$$

При $m = 17$ (т. е. при 17-значном коде) получается значение:

$$K = 17—6 = 11,$$

т. е. постоянное число, показывающее, что, вообще говоря, в одну и ту же группу не может входить более 11 линейных станций, за исключением случая $n = 2$, при котором группа может состоять из 12 станций.

Пример 1. Составить таблицу настройки селекторов для группового ключа с кодовой настройкой: 8—9—0.

Количество селекторов с настройкой, начинающейся кодовым числом 8, будет равно:

$$K_8 = 17—8—3 = 6.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

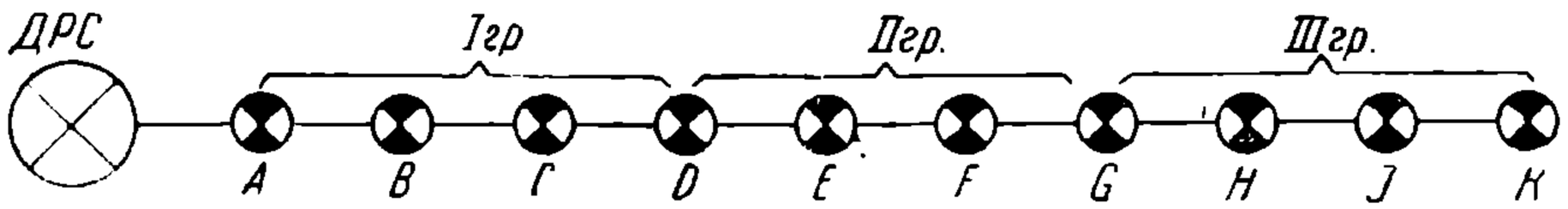
То же для последнего кодового числа 9 будет:

$$K_9 = 17—9—3 = 5.$$

Всего 11 следующих возможных комбинаций:

1) 8 — 2 — 7,
2) 8 — 3 — 6,
3) 8 — 4 — 5,
4) 8 — 5 — 4,
5) 8 — 6 — 3,
6) 8 — 7 — 2,
7) 2 — 6 — 9,
8) 3 — 5 — 9,
9) 4 — 4 — 9,
10) 5 — 3 — 9,
11) 6 — 2 — 9.

Пример 2. Дать настройку групповым и индивидуальным ключам для станций участка *AK* (фиг. 284) при условии, что станции распределены на три группы: *AD*, *DG* и *GK* и что две из них *D* и *G* входят одновременно в две различные группы.



Фиг. 284. Участок с тремя группами

Сначала дается произвольная индивидуальная настройка для одной из общих станций, например для станции *D*:

$$4 — 8 — 5.$$

Эта станция входит в состав первой группы. Если для настройки ключей первой группы принять одинаковым первое кодовое число 4, то получим следующую таблицу:

A	4 — 5 — 8	групповой вызывной ключ 4 — 13 — 0
B	4 — 6 — 7	
C	4 — 7 — 6	
D	4 — 8 — 5	

Станция *D* входит также и в состав второй группы. Настройка ключей этой группы будет иметь одинаковым последнее кодовое число 5, а именно:

D	4 — 8 — 5	групповой ключ 12 — 5 — 0
E	5 — 7 — 5	
F	6 — 6 — 5	
G	7 — 5 — 5	

В виду того, что станция *Q* является общей для второй и третьей групп, индивидуальная настройка ключей третьей группы будет содержать одинаковым первое кодовое число 7, а именно:

G	7 — 6 — 4	групповой ключ 7 — 10 — 0
H	7 — 4 — 6	
I	7 — 3 — 7	
K	7 — 2 — 8	

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Селекторы линейных станций будут иметь настройку, одинаковую с индивидуальной настройкой вызывных ключей, при этом каждая из общих станций *D* и *G* будет отвечать на индивидуальный, два групповых и циркулярный вызовы.

Одна и та же станция не может входить более, чем в две группы. При трех группах ее придется исключить из одной группы и вызывать дополнительно своим индивидуальным ключом. Если же по условиям эксплуатации встретится случай, когда необходимо одну и ту же линейную станцию включить в три и более групп, то тогда надо прибегать к 19-, 21- и 23-значному коду.

При 17-значном коде звонковый контакт укрепляется на позиции *A* (фиг. 38), при 19-значном он передвигается на два шага вперед и укрепляется на позиции *B* и соответственно на позициях *C* и *D* для 21-и 23-значных кодов. Обычно в каждом селекторе имеется два звонковых контакта: один всегда укрепляется на позиции *A* и позволяет пользоваться селектором для 17-значного кода; другой контакт находится на одной из остальных позиций *B*, *C* и *D* для использования селектора при групповом вызове. Если же обходиться только одним звонковым контактом на позициях *B*, *C* и *D*, то можно получить дополнительные кодовые комбинации для индивидуальных вызовов. При составлении этих комбинаций сохраняются два первых кодовых числа 17-значного кода; третье же число окажется большим на 2, 4 или 6 единиц в зависимости от общего числа вызывных импульсов; например в зависимости от положения звонкового контакта будем иметь настройку:

для	позиции	*A*	2 — 3 — 12,
»	»	*B*	2 — 3 — 14,
»	»	*C*	2 — 3 — 16.
»	»	*D*	2 — 3 — 18.

При таком способе составления кодовых комбинаций можно на одном и том же диспетчерском участке допускать настройку отдельных станций по кодам разных систем. Число возможных комбинаций для каждой новой системы получится по 78. Однако, не все эти комбинации можно будет использовать для вызова. Из них надо исключить те комбинации, в которых сумма двух чисел составляет 17; например:

2—5—12,

4—3—14,

6—7—10.

При таких комбинациях на многих станциях 17-значного кода получится вызывной сигнал. Для устранения этого неудобства надо из дополнительных комбинаций исключить все те комбинации, которые начинаются числами 2, 4, 6, и, кроме того, из комбинаций, начинающихся числом 3, исключить комбинацию, начинающуюся двумя тройками, как

НБ УДУНТ (ДІІТ)

составляющую сумму, равную 6. Всего останется, таким образом, 47 дополнительных комбинаций, как то вытекает из формулы 16, а именно:

$$S_m = (k_3 - 1) + k_5 + (k_7 + k_8 + \quad + k_{m-4}),$$

$$S_m = (m - 6 - 1) + (m-8) + (m-10) + (m-11) + (m-12) + \quad +$$

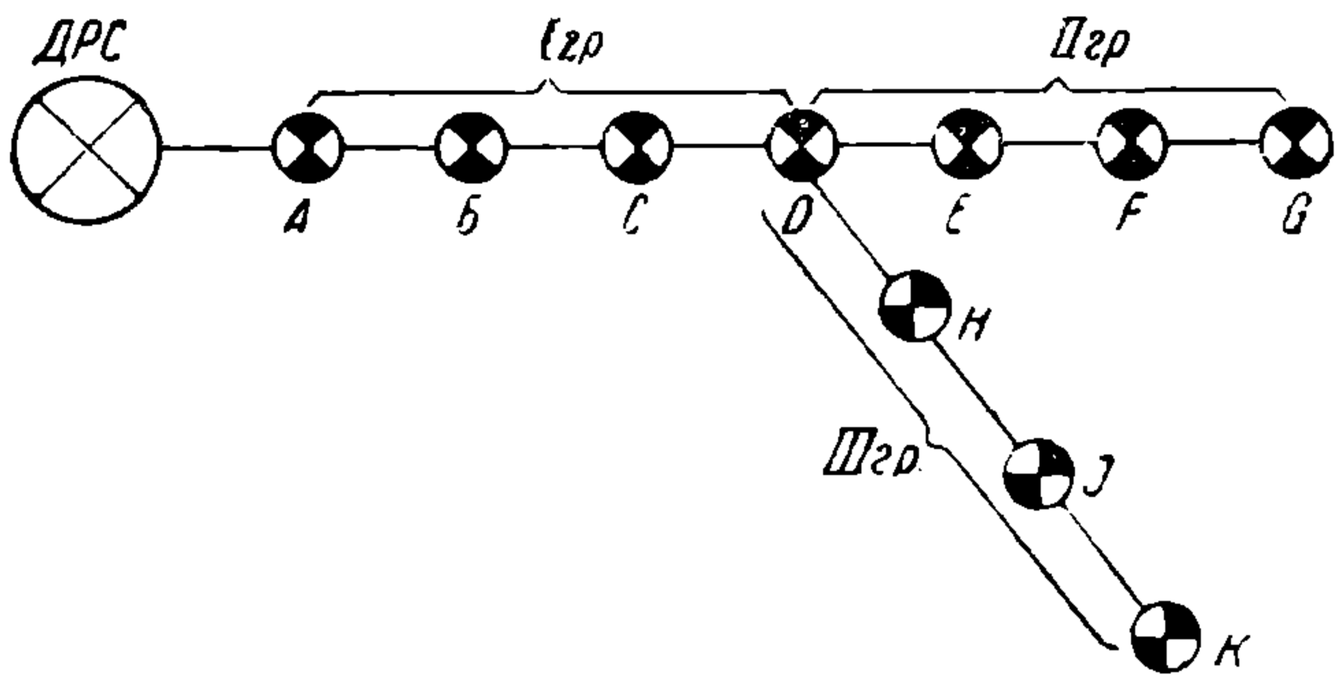
$$+ 3 + 2 + 1,$$

$$S_{17} = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 9 + 10) - 8$$

$$S_{17} = \frac{(1+10)}{2} \cdot 10 - 8 = 47.$$

Для посылки вызова при 19-, 21- и 23-значных кодах применяется особый тип ключа, пружина которого так подобрана, что полный оборот кодового его диска совершается в промежуток времени от 9 до $9^1/_2$ сек.

Пример 3. Составить таблицу кодовой настройки вызывных ключей и селекторов для станций участка *AGK* (фиг. 285) так, чтобы узловая станция входила в три вызывных группы.



Фиг. 285. Схема со станцией, участвующей в трех группах

Для каких-либо двух групп, например *AD* и *DG*, настройка делается по 17-значному коду, как это изложено выше в примере 2; при этом индивидуальная настройка узловой станции *D* должна быть выбрана из 47 комбинаций, т. е. не должна начинаться с чисел: 2, 4, 6 или двух троек. Пусть настройка станции *D* будет:

$$5 - 8 - 4.$$

Групповые ключи для первой и второй групп будут:

$$5 - 12 - 0,$$

$$13 - 4 - 0.$$

Индивидуальную настройку станциям третьей группы можно подобрать по 17-значному коду, соблюдая правило, чтобы ни одна из них (кроме станции *D*) не имела первым числом цифру 5, а последним—цифру 4, например:

Станция	*D*	5 — 8 — 4	
»	*H*	7 — 2 — 8	
»	*J*	7 — 3 — 7	третья группа
»	*K*	7 — 4 — 6	

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Групповой ключ может иметь одну из настроек:

19—0—0, 21—0—0, 23—0—0.

Если выбрать для него первую из этих комбинаций: 19—0—0, то на селекторах всех станций этой группы должен быть установлен второй звонковый контакт на позиции *B*. В этом случае не требуется особой конструкции вызывного ключа.

Задачу составления таблицы настройки для третьей группы можно разрешить и другим путем, а именно дать следующую настройку по 19-значному коду:

Станция *D* .	5 — 8 — 4	
» *H* . . .	5 — 2 — 12	групповой ключ
» *J* . . .	5 — 3 — 11	5 — 14 — 0,
» *K* .	5 — 4 — 10	

При такой настройке на станциях *H*, *J*, *K* можно обойтись одним звонковым контактом, но для них требуются вызывные ключи особой конструкции.

При проектировании диспетчерской связи к проекту должна быть приложена таблица, в которой в отдельных графах должны быть следующие сведения:

а) перечень пунктов установки селекторов,
б) кодовая настройка отдельных селекторов,
в) индивидуальная настройка вызывных ключей,
г) групповая и циркулярная их настройка,
д) настройка ключей для специальных целей, как-то: для селекторов соединительных трансляций, для сигналов времени.

После этого необходимо подсчитать емкость отдельных вызывных ключевых шкафиков, предвидя запасные места на случай открытия дополнительных разъездов и затем дать эскиз расположения ключей в этих шкафиках, группируя их так, чтобы создать удобство пользования ими; например ключи отдельных групп располагать отдельными горизонтальными рядами, заканчивая ряд групповым ключом и т. п.

При проектировании постанционной связи предвидеть ключ циркулярного вызова, необходимый для испытаний, а также для передачи циркулярных телеграмм или телефонограмм. Групповых ключей может не потребоваться.

Для линейно-путевой связи надо составлять таблицу кодовой настройки селекторов и ключей совместно с таблицей ограничения вызова абонентов, на основании сведений, получаемых от службы пути. Пример такой таблицы приведен на фиг. 286.

В заключение приведем примеры настройки обыкновенных ключей по 19-, 21-, 22- и 23-значному коду (фиг. 287) для группового и циркулярного вызовов; трех кодовых чисел при этом коде ключа подобрать нельзя.

Для 19-, 21- и 23-значного кода селектор можно и не ставить на звонковые позиции *B*, *C*, *D*. Кодовый диск его можно повернуть с опережением соответственно на 2, 4 и 6 шагов; тогда он будет замыкать звонковую цепь на позиции *A*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пример. Настроить селектора и вызывные ключи для станций *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* так, чтобы в одну вызывную группу входили станции *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, а в другую группу— *a*, *b*, *f*, *g*, *h*.

Задача может быть решена посредством установки двух селекторов на одной из общих станций, например на станции *b*. Тогда вопрос сведется к настройке двух групп с одной общей станцией *a*.

Околодок			1				2			3				4					
Околодок	Настройка селекторов		ЦТС-1	ПД-1	ПДР-1	ПДР-2	ПД-2	ПДР-1	ПДР-2	ПД-3	ПДР-1	ПДР-2	ДС-ст.В	ПДР-1	ПД-4	ПЧ-1	ЦТС-В	Групп. Выз	Цирк Выз.
	КТО вызывает / КОГО № абонента	№ абон.	3-2-12	2-2-13	3-3-11	3-4-10	2-5-10	3-5-9	3-6-8	2-3-12	3-7-7	3-8-6	3-9-5	2-4-11	3-10-4	3-11-3	3-12-2	2 15-0	1 7-0-0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	ЦТС - А	1	○																
	ПД-1	2		○															
	ПДР-1	3			○														
	ПДР-2	4				○													
2	ПД-2	5					○												
	ПДР-1	6						○											
	ПДР-2	7							○										
3	ПД-3	8								○									
	ПДР-1	9									○								
	ПДР-2	10										○							
	ДС-ст Б	11											○						
4	ПДР-1	12												○					
	ПД-4	13													○				
	ПЧ-1	14														○			
	ЦТС - В	15															○		

Фиг. 286. Таблица взаимного вызова абонентов линейно-путевой связи

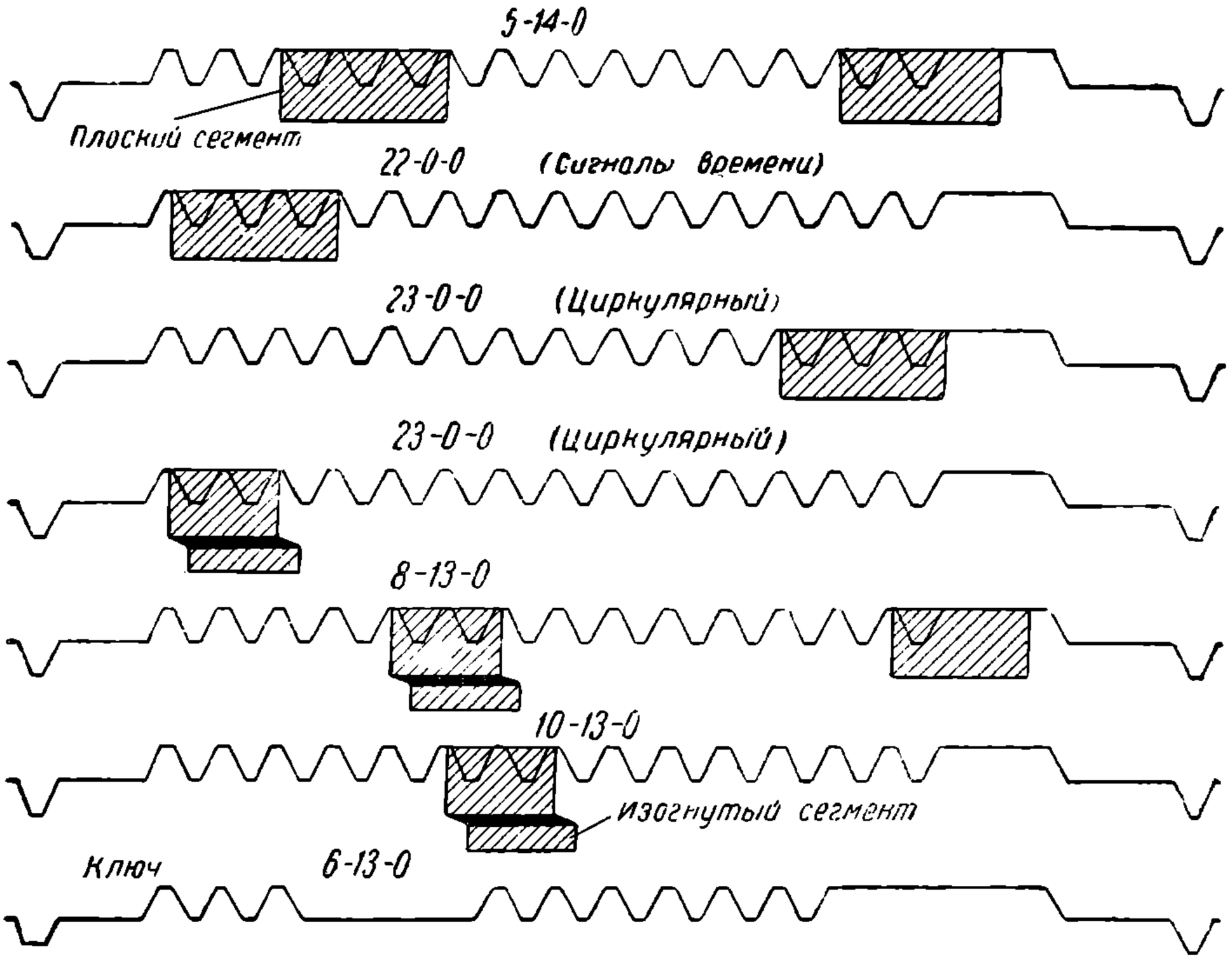
Пример настройки селекторов следующий:

I группа			II группа		
a	2—12—3	группо-	*a*	2—12—3	группо-
b_1	2—11—4	вой	b_2	3—11—3	вой
c	2—10—5	ключ	*f*	4—10—3	14—3—0
d	2— 9—6	2—15—0	*g*	5—9—3	
e	2—8—7		*h*	6—8—3	

Для индивидуального вызова станции *b* можно иметь один из двух ключей: 2—11—4 или же 3—11—3.

Задача с одной общей станцией в 3-х группах легко может быть разрешена посредством установки двух селекторов на этой общей станции.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 287. Настройка по 19,- 21- и 23-значному коду

§ 43. Расчет добавочных уравнительных сопротивлений селекторов в цепи без ответвлений

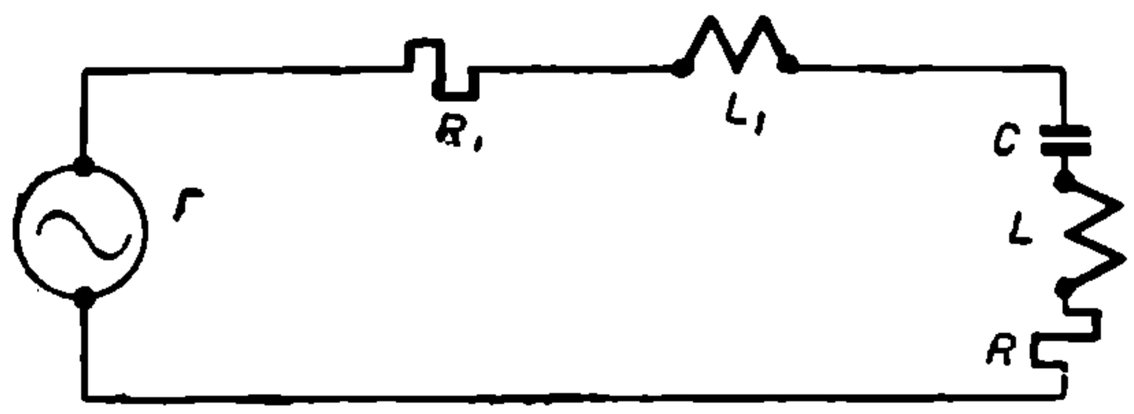
При посылке с распорядительной станции *PC* избирательного вызова на линейные станции *A*, *B*. . .*C*, *D* вызывной ток распределяется неравномерно между селекторами различных станций вследствие параллельного его разветвления по ветвям с различным омическим сопротивлением, зависящим от сопротивления шлейфа линейных проводов на отдельных перегонах. На удаленные станции ток поступает в меньших размерах; на ближайшие станции ток ответвляется чрезмерной величины, вследствие чего селекторы будут энергично стучать и могут повлечь разрегулировку положения кодовых их дисков. Если стремиться обеспечить нормальную работу удаленных станций, то это приведет к чрезмерному увеличению напряжения вызывной батареи и к еще большему эффекту разрегулировки селекторов ближайших станций.

Чтобы обеспечить поступление одинаковой силы тока в каждый селектор, надо включить уравнительное омическое сопротивление в каждое из ответвлений. Расчет этих добавочных уравнительных сопротивлений представляет одну из важных сторон проекта диспетчерской связи.

Рассмотрим глубже процесс селекторного вызова и покажем, что селектор представляет собою такую нагрузку, которая создает условия

НБ УДУНТ (ДІІТ)

резонанса напряжения в цепи. Эквивалентная схема цепи показана на фиг. 288, на которой буквы обозначают следующее:



Фиг. 288. Цепь с селекторами

R_1—омическое сопротивление шлейфа линейных проводов в омах,

L_1—их самоиндукция в генри,

C—емкость конденсатора при селекторе в фарадах,

L—самоиндукция обмоток селектора в генри,

R—омическое сопротивление обмоток селектора в омах,

$Г$—генератор переменного вызывного тока.

При средней скорости вращения вызывного ключа 7,5 сек. за один оборот частота вызывного переменного тока будет:

$$f = 3{,}6 \text{ Hz},$$

а круговая частота

$$\omega = 2\pi f = 22{,}6.$$

Сопротивление линейных проводов переменному току определяется по формуле:

$$Z = R_1 + j\omega L_1.$$

$R_1 = 14\ \Omega$ — сопротивление 1 *км* шлейфа линейных проводов из железной проволоки диаметром 5 *мм*.

Самоиндукция провода определится по формуле:

$$L_1 = \overline{10}^{3}\left(0{,}1\mu k_2 + 0{,}92 \lg_{10}\frac{a}{r}\right),$$

в которой

$\mu = 120$ для железа,

k_2 — коэфициент скин-эффекта:

$$x = 2\sqrt{\frac{\omega\mu}{R \quad 10^4}} = 0{,}39.$$

В этой формуле

$$\omega = 22{,}6,\ \mu = 120,$$

$R = 7\ \Omega$ для одиночного провода.

$K_2 = 0{,}99$ (по таблицам), следовательно:

$$L = 10^{-3}\left(0{,}1 \quad 120 \cdot 0{,}99 + 0{,}92 \lg_{10}\frac{30}{0{,}25}\right) = 0{,}0137 \text{ H}.$$

Для переменного тока

$R_{пер} = R_{пос} \quad K_1 = 14 \cdot 1 = 14\ \Omega,$

где

$K_1 = 1$ коэфициент скин-эффекта.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Следовательно:

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \sqrt{14^2 + (22{,}6 \cdot 0{,}0137)^2} = 14{,}003\ \Omega,$$

т. е. величина, весьма близкая к сопротивлению постоянному; поэтому

$$Z = R = 14\ \Omega.$$

Для селектора

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{20\,000^2 + \left[22{,}6 \quad 980 - \frac{1}{(22{,}2 \cdot 610^{-6})^2}\right]} \cdot$$

По измерениям телефонного завода „Красная заря“ самоиндукция селектора при круговой частоте 22,6 равна 980 Н.

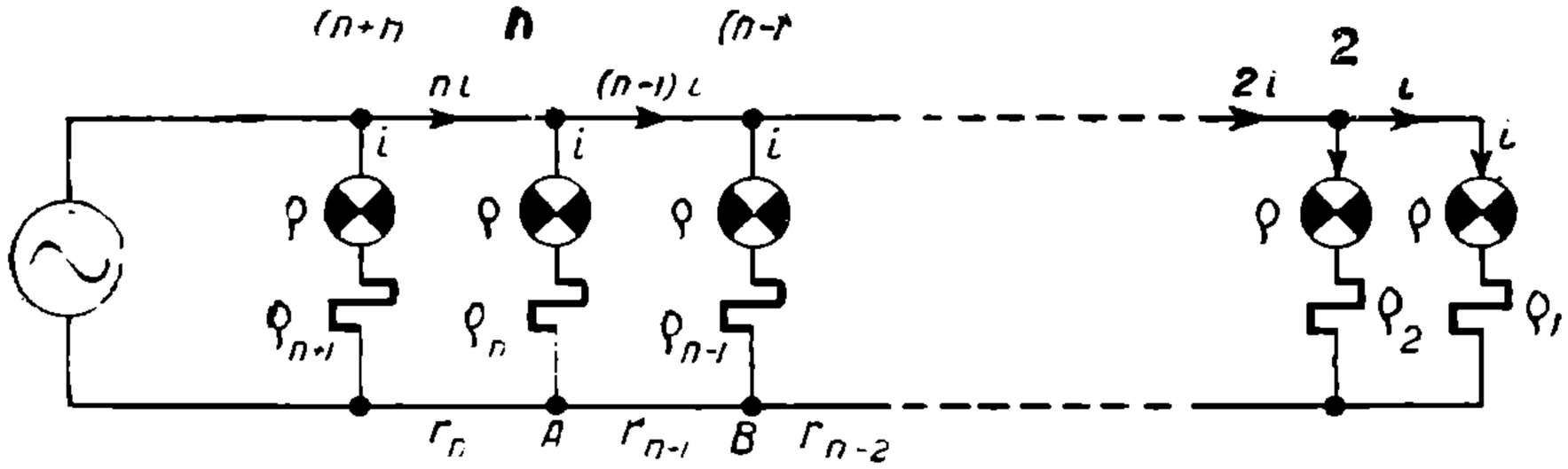
$$Z = \sim 20\,000\ \Omega,$$

т. е. для селектора

$$Z = R = 20\,000\ \Omega.$$

При таких условиях можно считать, что селектор представляет собою только ваттную нагрузку и все расчеты добавочных уравнительных сопротивлений можно вести по законам постоянного тока.

Для нормальной работы селектора сила тока должна иметь величину в пределах от 3 до 5 mA. Для расчетов, в среднем, сила тока принимается равной $i = 0{,}004$ А, что соответствует напряжению $e = = 0{,}004 \cdot 20\,000 = 80$ V у клемм селектора.



Фиг. 289. Селекторная цепь с добавочными сопротивлениями

Рассмотрим цепь без ответвлений, изображенную на фиг. 289, на которой порядковая нумерация селекторных линейных станций сделана, начиная от конца линии, а буквами обозначено:

$\varrho = 20\,000\ \Omega$—сопротивление обмоток селектора,

ϱ_n —искомое добавочное сопротивление селектора на n-й станции от конца цепи,

r_n—омическое сопротивление шлейфа (двух) проводов на n-м перегоне от конца цепи,

$i = 0{,}004$ A—сила тока, необходимая для нормальной работы селектора,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

РС—распорядительная станция.

Если добавочные сопротивления подобраны так, что в каждый селектор ответвляется сила тока, равная i, то в линейных проводах n-го перегона проходит ток, сила которого равна ni.

Составим по закону Кирхгофа уравнение для разветвления тока через n-ю и (n—1)-ю станции между точками A и B:

$$i(\varrho + \varrho_n) = r_{n-1}(n-1)i + i(\varrho + \varrho_{n-1});$$

после преобразований получается формула:

$$\varrho_n = (n-1)r_{n-1} + \varrho_{n-1}, \qquad (42)$$

т. е. добавочное уравнительное сопротивление селектора какой-либо станции равно добавочному сопротивлению предшествующей станции (считая от конца линии), сложенному с омическим сопротивлением шлейфа линейных проводов предшествующего перегона, умноженному на число этих предшествующих перегонов.

Эта формула дает способ вычисления добавочного сопротивления для какой-либо станции, если известно добавочное сопротивление предшествующей станции.

Из уравнения (42) получается следующее равенство:

$$\varrho_{n-1} = \varrho_n - (n-1)r_{n-1}. \qquad (43)$$

По формуле (43) можно определить обратно добавочное сопротивление предыдущей (считая от конца линии) станции, если известно добавочное сопротивление последующей, а именно:

Добавочное сопротивление селектора какой-либо станции равно добавочному сопротивлению последующей станции без омического сопротивления шлейфа проводов, умноженного на число перегонов до последующей станции.

Формулой (43) пользуются для расчета добавочных сопротивлений для ответвлений от главной линии.

Найдем частные значения добавочных сопротивлений для

$$n = 1,\ 2,\ 3 \qquad (n-1),\ n,$$

подставляя эти значения в формулу (42); ϱ_1 — произвольная величина. Обычно для уменьшения напряжения вызывной батареи принимается

$$\varrho_1 = 0,$$

тогда

$$\begin{aligned}
\varrho_2 &= r_1,\\
\varrho_3 &= 2r_2 + r_1,\\
\varrho_4 &= 3r_3 + 2r_2 + r_1,\\
\varrho_5 &= 4r_4 + 3r_3 + 2r_2 + r_1,\\
\varrho_n &= (n-1)r_{n-1} + (n-2)\,r_{n-2} + \quad + 3r_3 + 2r_2 + r_1. \qquad (44)
\end{aligned}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

По формуле (44) и вычисляются в последовательном порядке добавочные сопротивления станций, начиная с конечной.

Если требуется быстрый ориентировочный подсчет средних приближенных значений, то предполагая, что все селекторы размещены по линии равномерно, т. е. длина перегонов одинакова, из формулы (44) получим для значений

$$r_1 = r_2 = r_3 = \quad = r_{n-2} = r_{n-1} = r:$$

$$\varrho_n = [(n-1) + (n-2) + \ldots + 3 + 2 + 1]r,$$

$$\varrho_n = \left[\frac{1 + (n-1)}{2}(n-1)\right]r,$$

откуда

$$\varrho_n = \frac{n(n-1)r}{2} \tag{45}$$

Замечая, что величина

$$\frac{(n-1)r}{2} = R_n$$

является значением омического сопротивления одного линейного провода, на протяжении до n-й станции, имеем:

$$\varrho_n = nR_n, \tag{46}$$

т. е. добавочное сопротивление селектора какой-либо станции равно омическому сопротивлению одного линейного провода на протяжении от конца линии до данной станции, умноженному на число этих станций.

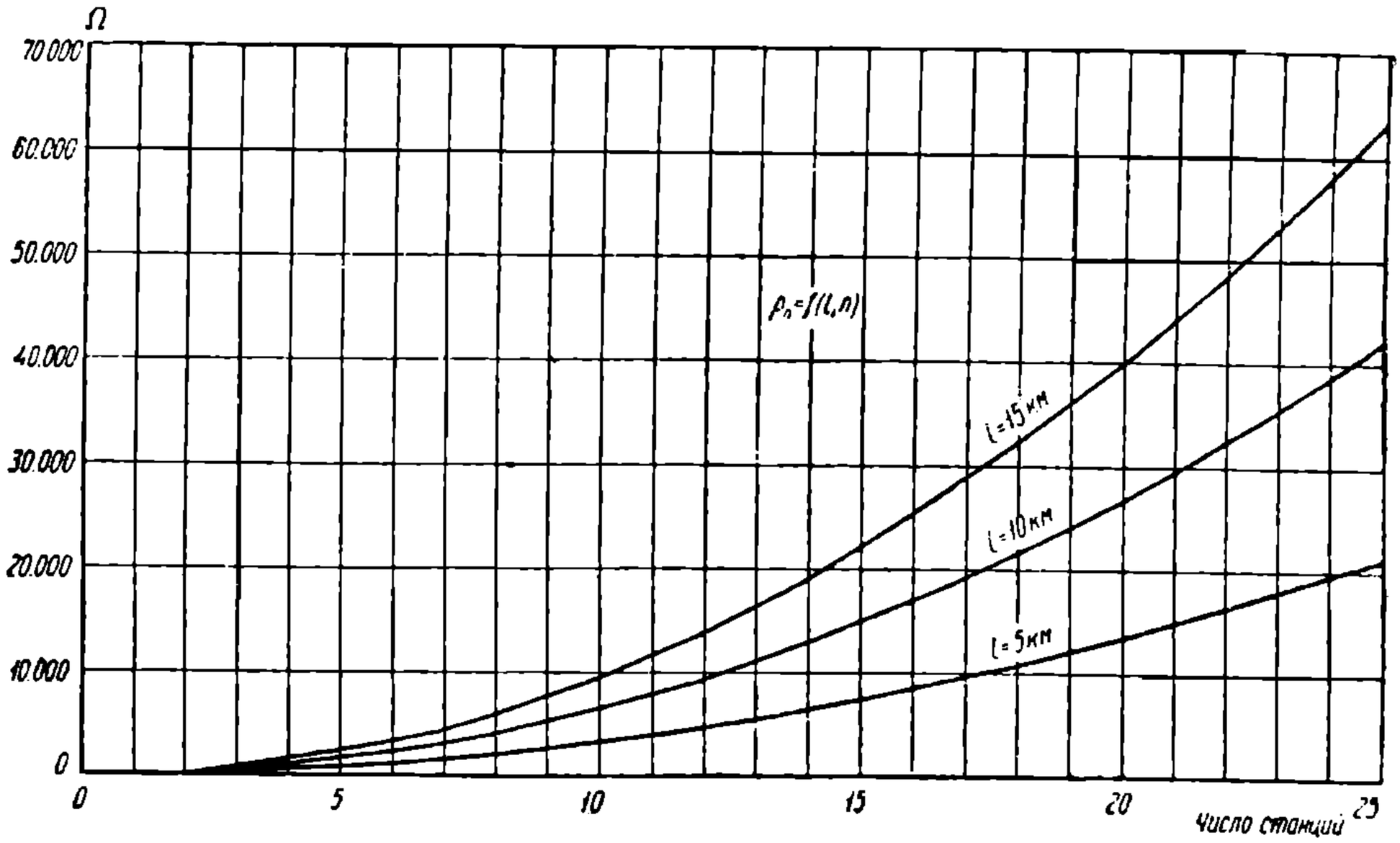
Таким образом имеем:

$$\varrho_1 = 0,$$
$$\varrho_2 = R_2,$$
$$\varrho_3 = \frac{3}{2}R_3,$$
$$\varrho_4 = 2R_4.$$
— — — — —
— — — — —

На фиг. 290 представлены кривые значений добавочных сопротивлений, вычисленных по формуле (46), по которым можно определить значение этих сопротивлений для данной порядковой станции при данной средней длине перегона между станциями.

При изложенных выше расчетах сила тока i не была ограничена никакими условиями. Отсюда следует, что при любом напряжении вызывной линейной батареи ток между селекторами распределится в одинаковой мере.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 290. Кривые добавочных сопротивлений: l—среднее расстояние между станциями, n—число станций

§ 44. Расчет добавочных сопротивлений в цепях линейно-путевой связи

Линейно-путевая связь с селекторами, включенными в фантомную цепь, показана на эквивалентной схеме фиг. 291. Эта схема показывает, что метод расчета добавочных сопротивлений ω_n одинаков с методом расчета, примененным для диспетчерских цепей. Разница в вычислениях будет заключаться в том, что при линейно-путевой связи цепь однопроводна.

Омическое сопротивление километра линейных проводов будет в четыре раза менее, чем в диспетчерских цепях, так как сопротивление сдвоенных проводов фантомной цепи вдвое менее, чем одного провода. Поэтому формула (44) предыдущего § 43 обращается в следующую:

$$\omega_n = (n-1)\frac{r_{n-1}}{4} + (n-2)\frac{r_{n-2}}{4} + \quad + \frac{3r_3}{4} + \frac{2r_2}{4} + \frac{r_2}{4},$$

следовательно,

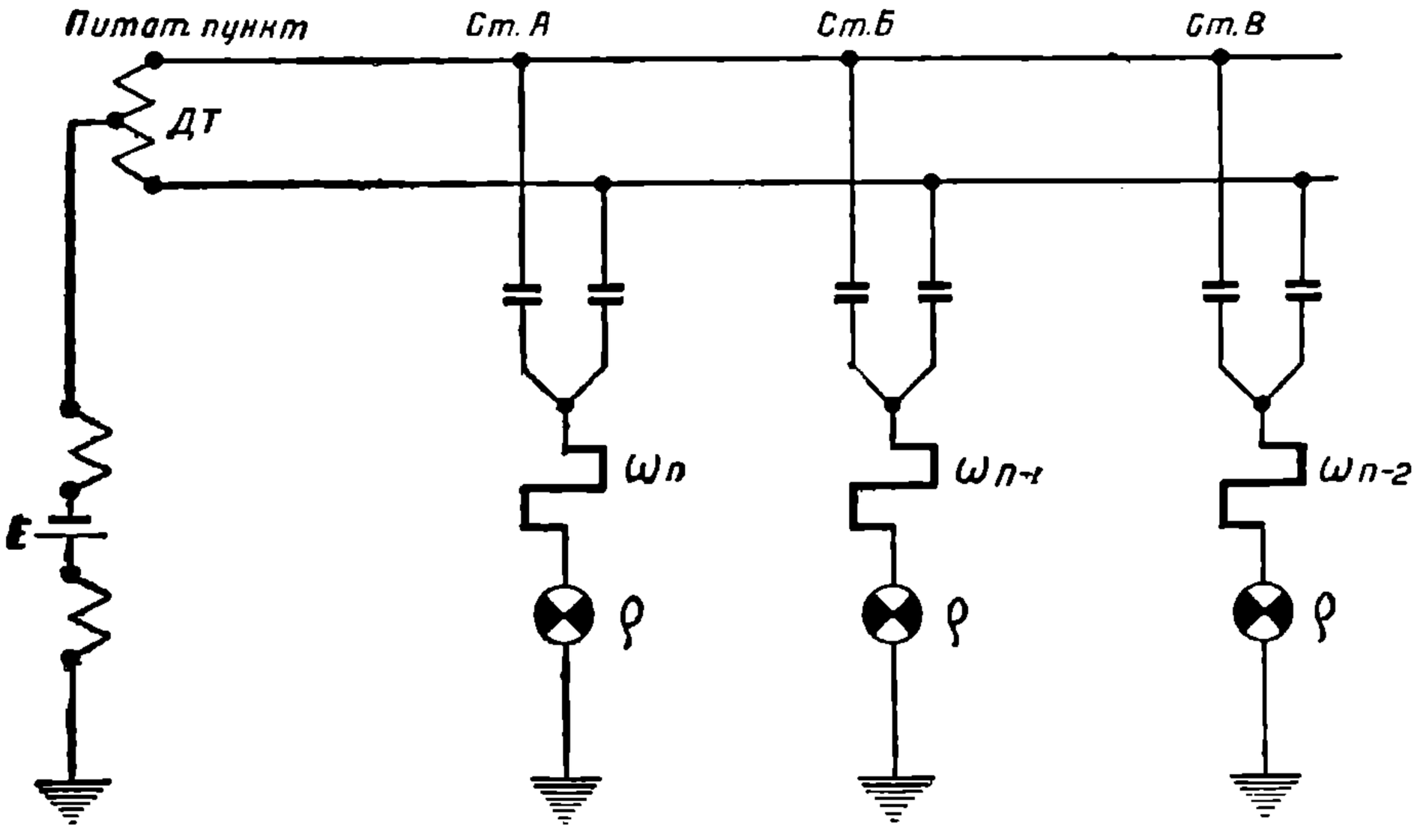
$$\omega_n = \frac{1}{4}\varrho_n. \qquad (47)$$

Учитывая же, что питательный пункт рекомендуется помещать посредине участка, мы будем иметь значения ω_n — небольшими; поэтому в селекторах линейно-путевых цепей можно добавочных сопротивлений не устанавливать, если эти цепи не достигают значительной длины.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Дополнительные сопротивления *КО* (фиг. 231) подбираются по закону Ома таким образом, чтобы сила тока в цепи транслирующей батареи *ТБ* была одинакова при посылке вызова с любой станции.

$$i = \frac{E}{r + R + \varrho},$$



Фиг. 291. Схема включения селекторов в линейно-путевой связи

где:

$r = 300\ \Omega$ — сопротивление первичной обмотки *ДТ*,

R — сопротивление линейных проводов на участке от питательного пункта до вызывающей станции,

ϱ — переменное сопротивление *КО*,

E — напряжение транслирующей батареи *ТБ*,

$i = 0{,}018$ А — нормальная сила тока для срабатывания *ТР*.

Из этой формулы искомое значение

$$\varrho = \frac{E}{i} - (R + r).$$

§ 45. Расчет добавочных сопротивлений в цепях с наложенной работой и с утечкой тока в линии

Если между станциями, занимающими порядковые места m и n от конца линии, наложена по способу Кайло фантомная цепь для работы телеграфными аппаратами Морзе (фиг. 292), то расчет добавочных сопротивлений селекторов до станции m-й от конца линии ведется по формуле (44), вывод которой изложен в предыдущем § 44. На m-й станции вызывной ток разветвится по закону Кирхгофа.

Составим уравнение:

$$i(\varrho_m + \varrho) = k_m i R,$$

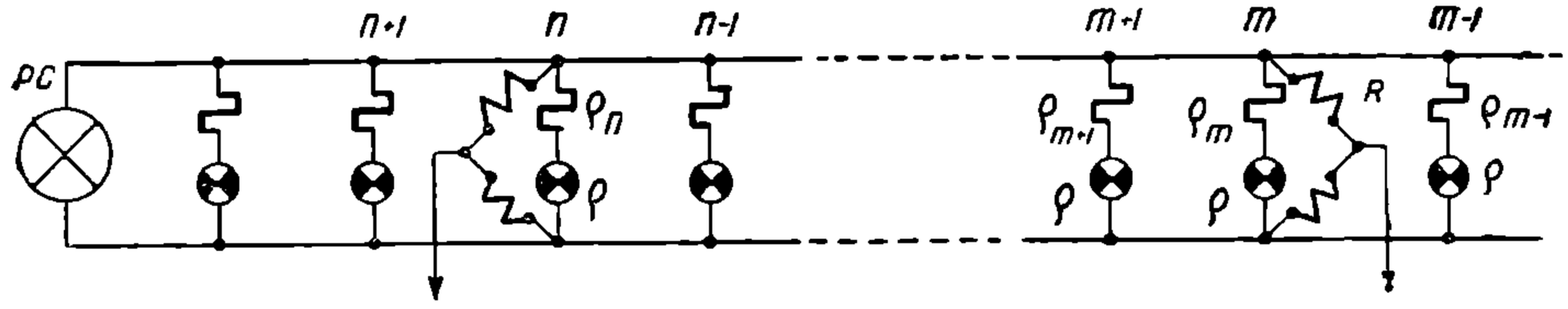
НБ УДУНТ (ДІІТ)

в котором:

i—сила тока, требующаяся для работы селектора,
k_m—сила тока, ответвляющаяся в катушке Кайло
ϱ_m—добавочное сопротивление на m-й станции,
ϱ—сопротивление селектора,
R—сопротивление катушек Кайло.

Решая уравнение относительно k_m, получим:

$$k_m = \frac{\varrho_m + \varrho}{R}.$$



Фиг. 292. Добавочные сопротивления в цепи с наложенной телеграфной работой

Значение k_m можно рассматривать как число, характеризующее параллельно включенное сопротивление катушек Кайло в эквивалентных селекторах. Для конечной станции $\varrho_m = 0$, следовательно:

$$k_1 = \frac{20\,000}{10\,000} = 2,$$

т. е. катушки Кайло эквивалентны двум селекторам.

Если на m-й станции катушки Кайло эквиваленты k_m-селекторам, то при расчете добавочного сопротивления для $(m+1)$-й станции необходимо это учесть, условно считая ее порядковый номер не $(m+1)$-й, а

$$(m + 1 + k_m)\text{-й},$$

так как сила тока в линейных проводах перегона между m-й и $(m+1)$-й станциями будет не im, а уже

$$i\,(m + k_m);$$

$(m+2)$-я станция будет иметь условный порядковый номер

$$(m + 2 + k_m)\text{-й и т. д.}$$

Эквивалент катушек Кайло на n-й станции определится по формуле:

$$k_n = \frac{\varrho_n + \varrho}{R}.$$

Если $\varrho_n = 15\,000$ Ω, то

$$k_n = \frac{15\,000 + 20\,000}{10\,000} = 3{,}5.$$

Условный порядковый номер $(m+1)$-й станции будет:

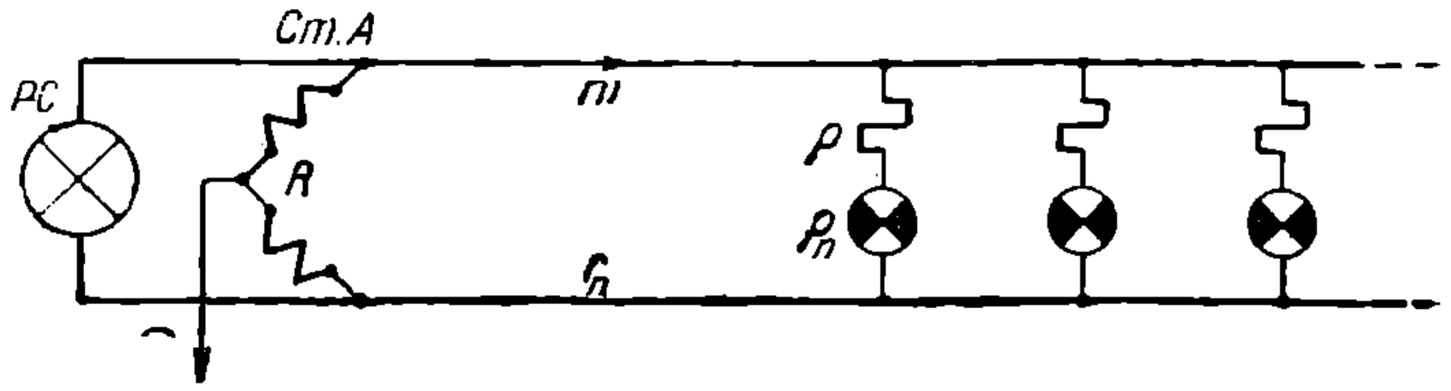
$$(n + 1 + k_m + k_n) \text{ и т. д,}$$

что и надо иметь в виду при расчете добавочных сопротивлений.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Таким образом, мы приходим к заключению, что формула (44) параграфа 43 справедлива не только для целого, но и для дробного значения коэфициентов.

П р и м е р 1. Определить эквивалент *К* катушек Кайло, включенных по схеме фиг. 293 при ступенчатой схеме управления отдаленным диспетчерским участком.



Фиг. 293. Наложенная работа при ступенчатой схеме

Составим уравнение:

$$nir_n + i(\varrho_n + \varrho) = kiR.$$

Решая его, получим искомое значение

$$k = \frac{nr_n + \varrho_n + \varrho}{R} = \frac{\varrho_{n+1} + \varrho}{R},$$

где ϱ_{n+1} — фиктивное добавочное сопротивление (n + 1)-й станции *А*, т. е. такое, какое было бы, если бы на ней был установлен селектор.

Изложенный метод определения эквивалентного числа селекторов необходимо применять во всех тех случаях, когда параллельно селектору подключаются сопротивления, например обмотки двух реле промежуточных диспетчерских трансляций при переприеме вызова (фиг. 294). При указанных на чертеже значениях сопротивлений видно, что промежуточную трансляцию, как к о н е ч н у ю станцию расчетной диспетчерской цепи, необходимо принимать эквивалентной одному селектору, независимо от того, включен ли селектор на этой станции до трансляции или после трансляции.

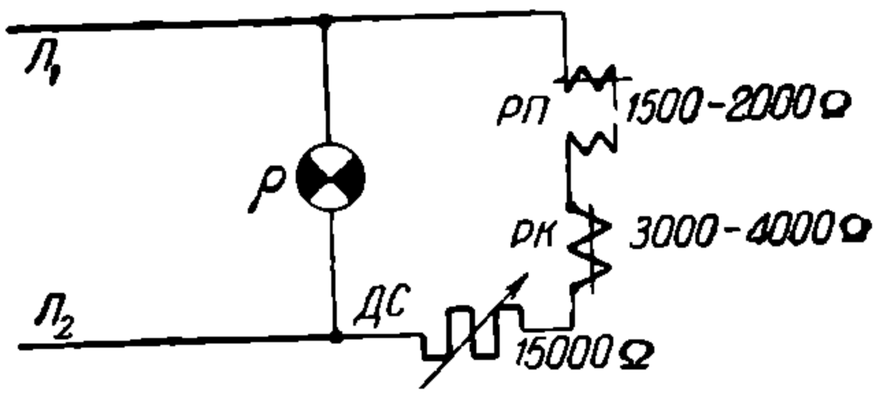
П р и м е р 2. На время усиленного движения открывается дополнительный разъезд с установкой на нем селекторного аппарата. Определить, как изменится сила вызывного тока в селекторах станций, если дополнительный селектор снабдить расчетным добавочным сопротивлением. Расчет делается согласно таблице (стр. 246).

П р и м е р 3. Соединительная диспетчерская трансляция в нормальном положении дает дополнительную нагрузку на конце линии в виде двух селекторов: соединительного и разъединительного. При разговоре к этой нагрузке добавляются обмотки двух реле *РК* и *РЛ* (фиг. 195). Как изменятся условия вызова при разъединении диспетчерских кругов.

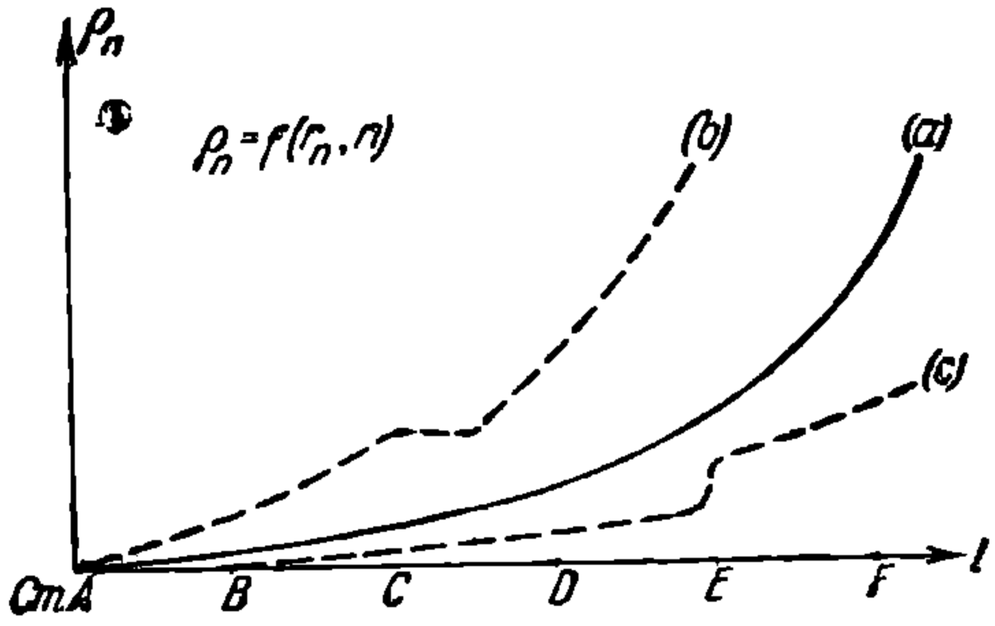
При расчете сопротивлений численные значения их для различных станций получаются не округленными. Сортаментная же катушка представляет собою магазин сопротивлений, по которому можно подобрать таковые, начиная от минимального в 200 Ω до 30 000 Ω с градацией через 200 Ω. Схема катушки и подбор сопротивления 8400 Ω показаны на фиг. 99. При подборе сопротивления расчетное число предварительно

НВ УДУНТ (ДІІТ)

надо округлить до ближайшего числа, кратного 200. Цифры у клеммы катушки показывают сопротивление предшествующей секции. Подбор осуществляется припоем шунтирующих между клеммами перемычек.



Фиг. 294. Ответвление через трансляцию



Фиг. 295. Различные формы кривых добавочных сопротивлений

Расчет добавочных сопротивлений удобнее всего вести в табличной форме по следующему образцу:

№№ станций	Наименование станций	Длина перегона l_i	Омическое сопротивление шлейфа[1] $r_i = 2\varrho l_i$	Значение[2] ir_i	Вычисленное значение ϱ_i	Округленное значение $\sim \varrho_i$	Подбор секции по сортаменту $\sim \varrho_i$	Примечание
1	A	—	—	—	0	0	0	
—	—	l_1	$2\varrho l_1 = r_1$	r_1	—	—	—	[1] Сопротивление 1 *км* линейного провода—ρ
2	B	—	—	—	r_1	—	—	
—	—	l_2	$2\varrho l_2 = r_2$	$2r_2$	—	—	—	
3	C	—	—	—	$2r_2 + r_1$	—	—	
—	—	l_3	$2\varrho l_3 = r_3$	$3r_3$	—	—	—	[2] Буквой i обозначаем порядковый номер перегона
4	D	—	—	—	$3r_3 + 2r_2 + r_1$	—	—	
—	—	l_4	$2\varrho l_4 = r_4$	$4r_4$	—	—	—	
5	E	—	—	—	$4r_4 + 3r_3 + 2r_2 + r_1$	—	—	

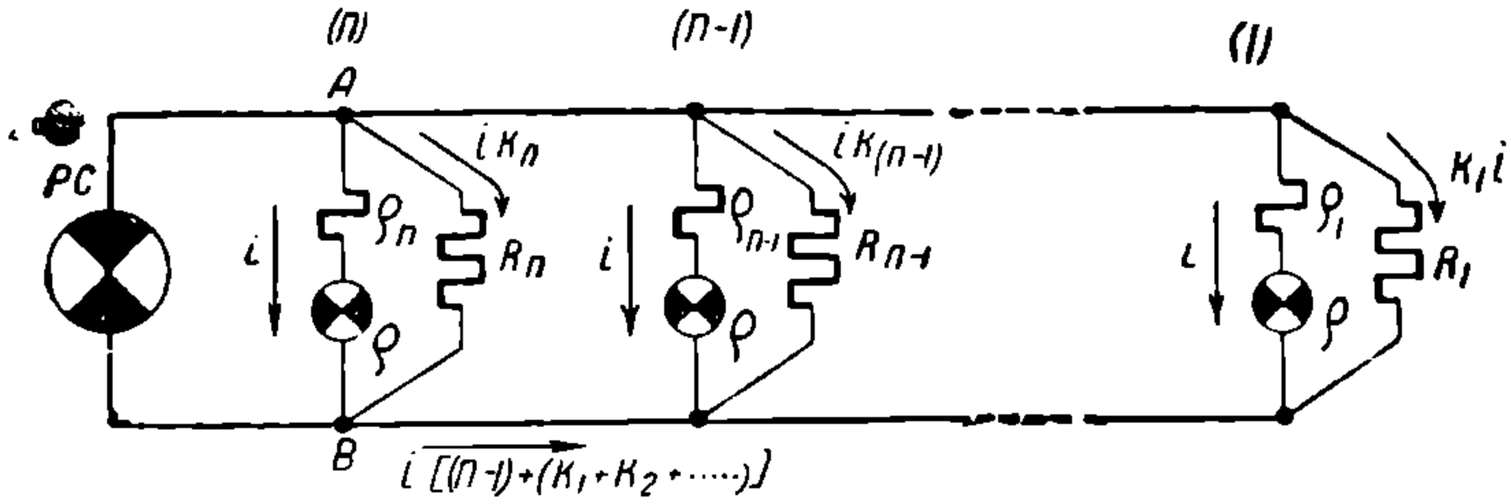
После вычислений добавочных сопротивлений надо построить кривые значений их в функции от сопротивления линейных проводов, зависящего от длины перегонов (фиг. 295), откладываемых по оси абсцисс, и числа станций (селекторов). Построение таких кривых полезно для проверки правильности аналитических расчетов, о чем свидетельствует плавный характер кривой (*a*). Если же кривые окажутся не строго плавными, а с перепадами, то надо выяснить причину местных изменений плавности: это может быть следствием: либо затяжного перегона (кривая *b*), либо же скопления селекторов в одном пункте (кривая *c*). Если этих условий не окажется, то надо проверить правильность численных расчетов.

Приведенные выше способы расчетов добавочных сопротивлений были изложены без учета утечки в линейных проводах, а потому являются

НБ УДУНТ (ДІІТ)

до некоторой степени приближенными. Более точный расчет дают цифры, несколько отличающиеся в сторону увеличения. Если сделать допущение, что вся утечка будет сосредоточена в конце каждого перегона, то расчетная эквивалентная схема должна быть начерчена так, как это показано на фиг. 296.

На этой схеме буквой R_n обозначено сопротивление изоляции перегона, а буквой k_n—эквивалент в селекторах этого сопротивления. Таким образом, схема приведена к рассмотренному уже нами случаю параллельных ответвлений у селекторов.



Фиг. 296. Схема линий с утечкой

По закону разветвления тока между точками A и B (через ϱ_n, ϱ_{n-1}) имеем:

$$(\varrho_n + \varrho)\, i = i\,[(n-1) + (k_1 + k_2 + k_3 + \ldots + \kappa_{n-1})]\, r_{n-1} + (\varrho_{n-1} + \varrho) i,$$

откуда получим:

$$\varrho_n = \varrho_{n-1} + r_{n-1}\,[(n-1) + (k_1 + k_2 + k_3 + \ldots k_{n-1})].$$

Эта формула дает следующие значения:

$$\varrho_1 = 0,$$

$$\varrho_2 = r_1(1 + k_1),$$

$$\varrho_3 = r_1(1 + k_1) + r_2(2 + k_1 + k_2),$$

$$\varrho_4 = r_1(1 + k_1) + r_2(2 + k_1 + k_2) + r_3(3 + k_1 + k_2 + k_3),$$

$$\varrho_5 = r_1(1 + k_1) + r_2(2 + k_1 + k_2) + r_3(3 + k_1 + k_2 + k_3) + + r_4(4 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4),$$

$$\varrho_n = r_1(1 + k_1) + r_2(2 + k_1 + k_2) + \quad + + r_{n-1}\,[(n-1) + k_1 + k_2 + \ldots + k_{n-1}]. \qquad (49)$$

В этой формуле (48):

$$k_1 = \frac{\varrho}{R},$$

$$k_n = f(k_i,\ r_i).$$

Для случая равномерно распределенных по линии селекторов, т. е когда

$$r_1 = r_2 = r_3 = \ldots = r_{n-1} = r,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

приведенные выше формулы обращаются в следующие:

$$\varrho_1 = 0,$$
$$\varrho_2 = r + rk_1,$$
$$\varrho_3 = r(1+2) + r(2k_1 + k_2),$$
$$\varrho_4 = r(1+2+3) + r(3k_1 + 2k_2 + k_3),$$
$$\varrho_5 = r(1+2+3+4) + r(4k_1 + 3k_2 + 2k_3 + k_4),$$

$$\varrho_n = r\left[\frac{n(n-1)}{2}\right] + r[(n-1)k_1 + (n-2)k_2 + \ldots + 3k_{n-3} + 2k_{n-2} + k_{n-1}];$$

после подстановки вместо первого члена

$$r\left[\frac{n(n-1)}{2}\right] = \varrho_n'$$

получаем окончательную формулу:

$$9_n = \varrho_n' + r[(n-1)k_1 + (n-2)k_2 + \ldots + 3k_{n-3} + 2k_{n-2} + k_{n-1}]. \quad (50)$$

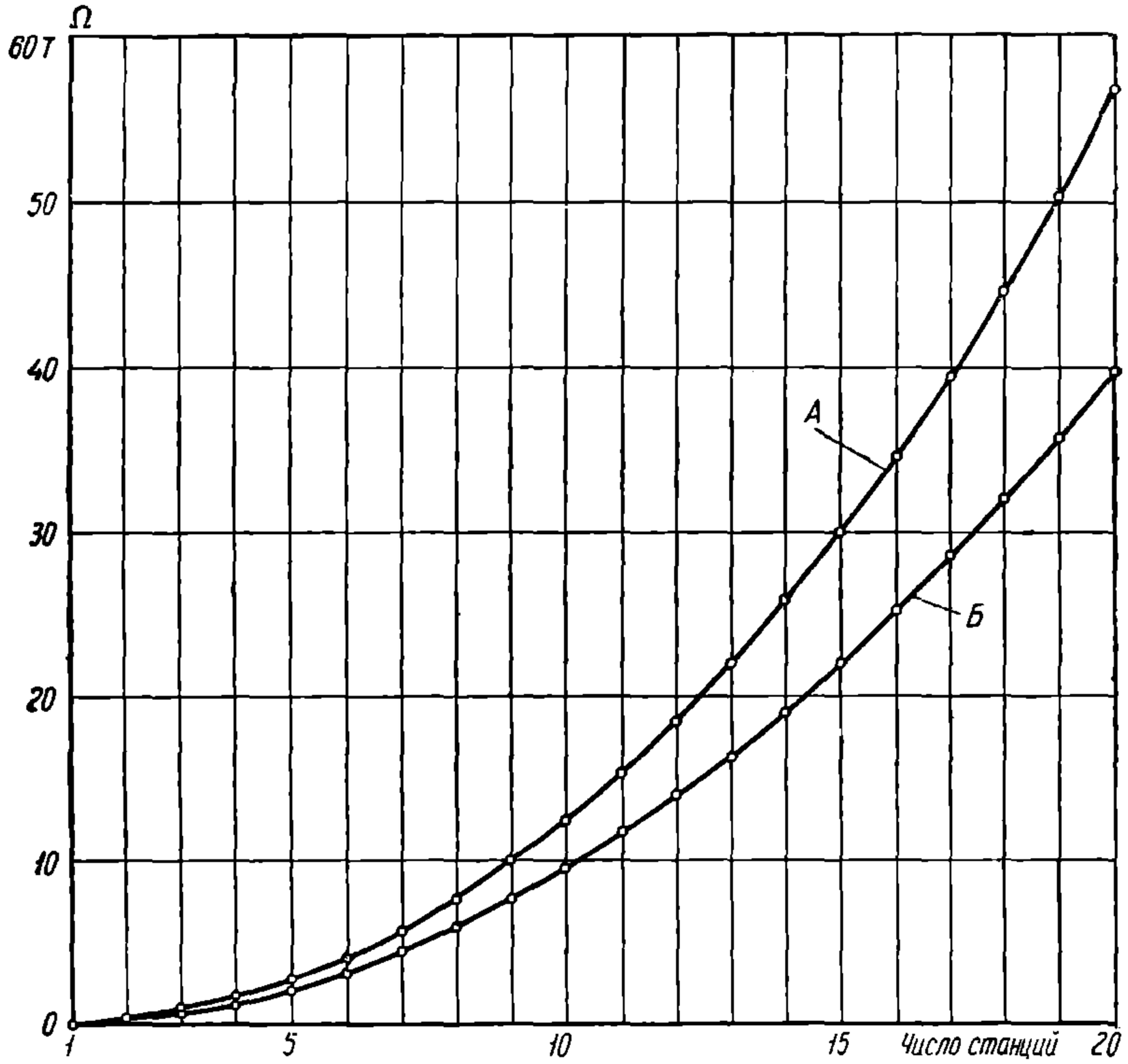
На основании всего изложенного о расчете добавочных сопротивлений можно дать следующий более точный расчет их, который удобнее свести в такую таблицу:

№ станции	Наименование станции	Длина перегона l_i	Омическое сопротивление шлейфа r_i	k_i эквивалент утечки	Значение $(i + \Sigma k_i)$	Значение $r_i\,(i + \Sigma k_i)$	Вычисленное значение ϱ_i	Округленное значение $\approx \varrho_i$	Подбор по сортаменту	Сила тока в селекторе	Напряжение на клеммах селектора
1	A	—	—	—	—	—	$\varrho_1 = 0$	0	—	—	—
2	B	l_1	r_1	k_1	$(1 + k_1)$	$r_1(1 + k_1)$	ϱ_2	$\approx \varrho_2$	—	—	—
3	C	l_2	r_2	k_2	$(2 + k_1 + k_2)$	$r_2(2 + k_1 + k_2)$	ϱ_3	$\approx \varrho_3$	[1] и т. д.	—	—
—	—	l_3	r_3	k_3	$(3 + k_1 + k_2 + k_3)$	$r_3(3 + k_1 + k_2)$	—	—	—	—	—
4	D	—	—	—	—	—	ϱ_4		—	—	—
—	—	l_4	r_4	k_4	$(4 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$		—	—	—	—	—
	E	—	—	—							
5					—	—	ϱ_5		—	—	—
—	—	l_5	r_5	k_5	$(5 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5)$			—	—	—	—
6	F	—	—	—	—	—	ϱ_6		—	—	—

В виду того, что подобранные по магазину сортаментной катушки округленные значения добавочных сопротивлений изменяют распределение тока в селекторах, необходимо по этой таблице вести расчет дей-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ствительной силы тока и вносить поправки в первый член графы VI таблицы, который окажется дробным, а не целым, как это имело место при установке точно вычисленных добавочных сопротивлений, а не округленных. Сила тока в селекторе не должна колебаться за пределы допустимых значений от 3 до 5 mA.



Фиг. 297. Сопоставление кривых добавочных сопротивлений. Станции распределены равномерно: $r = 210\ \Omega$, кривая *А*—с утечкой, кривая *Б*—без утечки

На фиг. 297 приведены кривые, позволяющие сравнить результаты приближенных и точных расчетов добавочных сопротивлений.

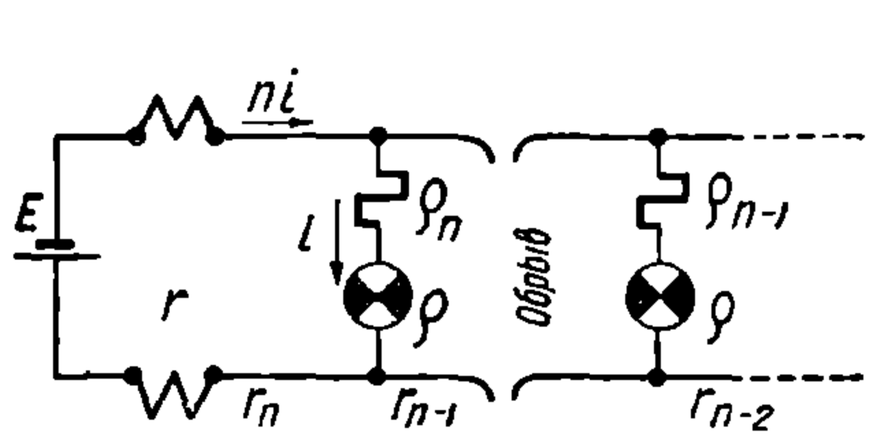
Рассчитаем величину аварийного тока в случае обрыва провода (фиг. 298).

До обрыва напряжение батареи удовлетворяло условию:

$$E = ni\,(r + r_n) + i\,(\varrho_n + \varrho).$$

При обрыве за первым селектором аварийная сила тока в оставшейся цепи будет:

$$i_a = \frac{E}{(r + r_n) + (\varrho_n + \varrho)}.$$



Фиг. 298. Случай обрыва проводов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Подставляя значение E, имеем:

$$i_a = i\left[1 + \frac{(n-1)(r+r_n)}{(r+r_n)+(\varrho_n+\varrho)}\right].$$

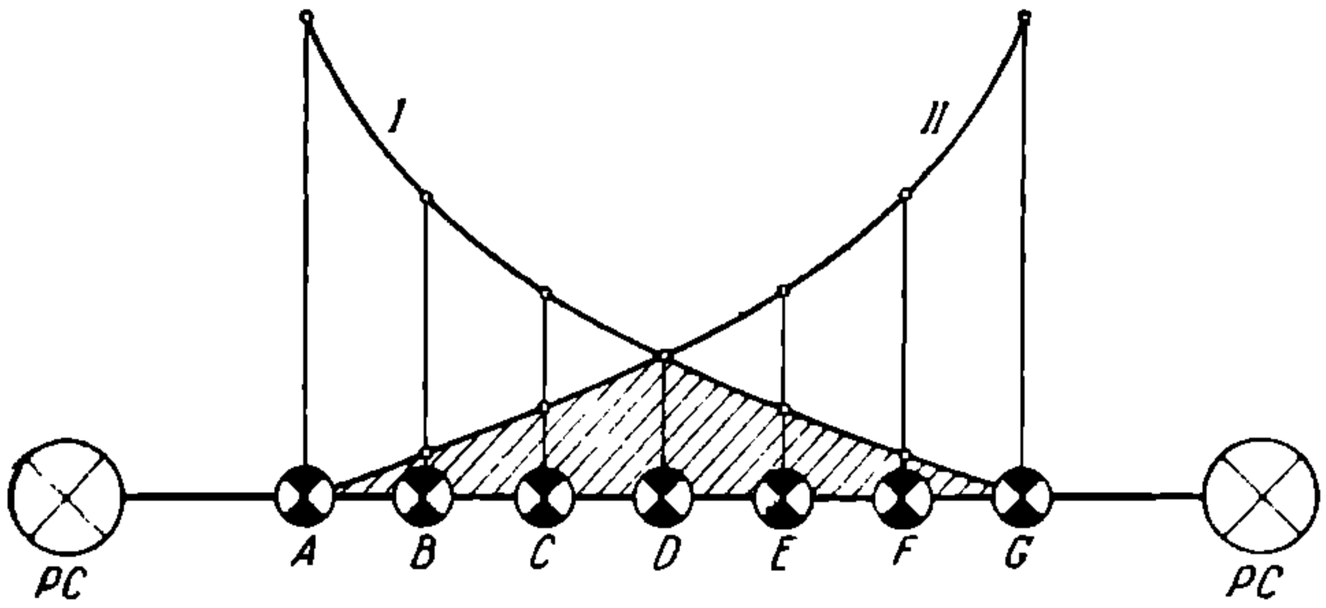
Пренебрегая вторым членом по малости его значения, имеем

$$i_a = \infty\, i < ni,$$

т. е. при обрыве провода нормальное действие в оставшейся цепи не прекращается.

§ 46. Расчет добавочных сопротивлений в кольцевых линиях

Кольцевая линия представляет собою большие преимущества в отношении бесперебойной работы при повреждениях линии. Нормально селекторные аппараты включены по схеме, показанной на фиг. 265 (VI). Если на каком-либо перегоне произойдет повреждение линии (обрыв проводов), то диспетчер врубает рубильник P и тем самым получает разветвленную схему связи, изображенную на фиг. 265 (I), в случае обрыва проводов на перегоне K. Самый неблагоприятный случай для



Фиг. 299. Кривые добавочных сопротивлений при посылке вызова с разных концов линии

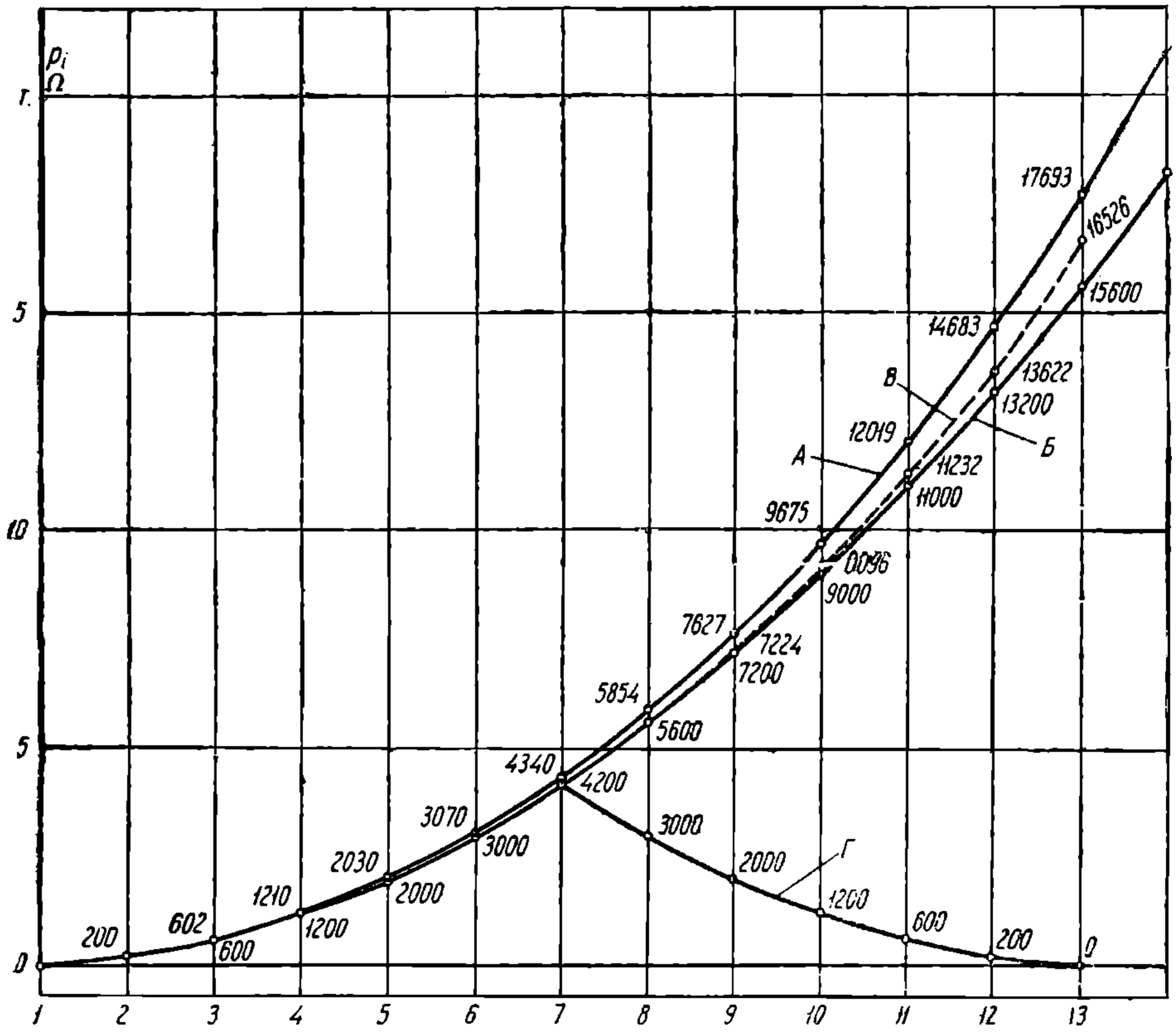
работы селекторов получается тогда, когда повреждение линии произойдет на участке между распорядительной станцией и первой линейной станцией A. В этом случае порядок станций меняется на обратный: конечная станция делается первой—начальной, а первая—начальная станция A—становится последней. Добавочные уравнительные сопротивления селекторов, рассчитанные по изложенному выше правилу, сыграют в этом случае обратную роль, усугубив неправильное распределение вызывного тока, по сравнению даже с тем, если бы совсем не устанавливалось добавочных сопротивлений.

Кривая *I* фиг. 299 представляет собою картину распределения добавочных сопротивлений при посылке вызова в нормальных условиях; кривая *II*—характеризует распределение сопротивлений при посылке вызова с обратного конца. Получается неразрешимая задача. Только для некоторой промежуточной станции D могут совпасть численные

НБ УДУНТ (ДІІТ)

значения добавочных сопротивлений; для всех остальных станций получаются для того и другого случая различные значения, в особенности по мере удаления от средины линии к концам ее.

Если установить те добавочные сопротивления, которые получаются по кривой, ограничивающей заштрихованную площадь, то для части станций значения их будут соответствовать близким к расчетным, и работа селекторов на них будет находиться в нормальных условиях;



Фиг. 300. Кривые добавочных сопротивлений селекторов в кольцевой линии: *А* — фиктивные значения для линий без добавочных сопротивлений, *Б*—для линии, питаемой с одного конца, *В*, *Г*—фиктивные сопротивления для линии, питаемой с двух концов

на другой же части станций численные значения их будут меньшими расчетных и в селектор будет ответвляться сила тока, большая, чем требуется для нормальной работы, а именно: при вызове со стороны станции *A* в нормальных условиях окажутся станции *G*, *F*, *E*, *D*, а при вызове со стороны станции *G* селекторы будут нормально работать на станциях *A*, *B*, *C*, *D*.

Можно наконец совсем не устанавливать добавочных сопротивлений. В этом случае, за исключением конечной станции, в селектор остальных станций будет поступать ток большей силы, чем это требуется.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Чтобы отдать себе отчет, как же надо поступать в отдельных частных случаях, надо сравнить результаты с теми условиями, которые бывают при нормальной работе селекторов. Для этого надо рассчитать силу тока в селекторах в трех этих случаях, а именно:

а) в предположении, что у всех селекторов установлены расчетные добавочные сопротивления;

б) что их совсем не устанавливали;

в) что они установлены по правилу заштрихованного криволинейного треугольника (фиг. 300).

В первом случае, как указано выше, во все селекторы будет ответвляться одинаковая сила тока.

Покажем, как надо рассчитывать силу тока во втором случае, когда дополнительных сопротивлений не устанавливается.

Рассчитывают изложенным выше способом фиктивные добавочные сопротивления, начиная от конца линии; самых же сопротивлений не устанавливают, а определяют эквивалент их селекторам. Таким образом каждая станция будет учитываться не за один селектор, а за большее число их, которое, будучи сложено с предшествующим итогом, дает расчетный учет селекторов.

Примем следующие обозначения:

r_i—омическое сопротивление шлефа линейных проводов на перегоне, занимающем порядковое место i от конца линии,

k_i—эквивалент селекторов на станции n от конца линии, считая и селектор, установленный на этой станции,

ϱ_i—фиктивное расчетное добавочное сопротивление на той же станции

ϱ—омическое сопротивление обмоток селектора.

Расчет ведется так:

$$\begin{aligned}
&\varrho_1 = 0, \\
&\varrho_2 = \varrho_1 + k_1 r_1 = r_1, \\
&\varrho_3 = \varrho_2 + (k_1 + k_2) r_2, \\
&\varrho_4 = \varrho_3 + (k_1 + k_2 + k_3) r_3. \\
&\qquad\qquad\qquad

а) общее сопротивление разветвления при наличии добавочного сопротивления ϱ_n на n-й станции от конца линии равно (фиг. 301)

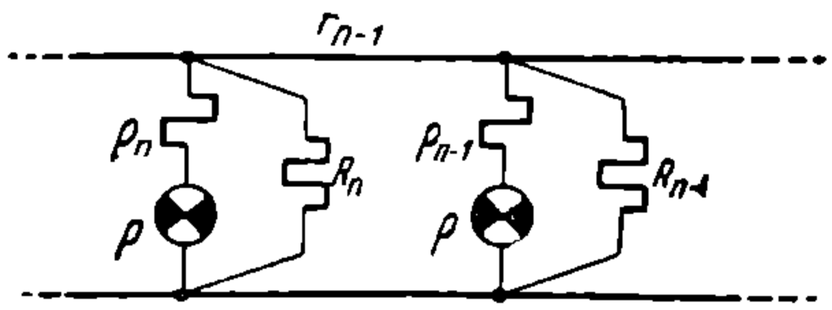
$$R'_{общ} = \frac{R_n(\varrho_n + \varrho)}{R_n + (\varrho_n + \varrho)}; \tag{52}$$

б) то же для случая без добавочного сопротивления (фиг. 302):

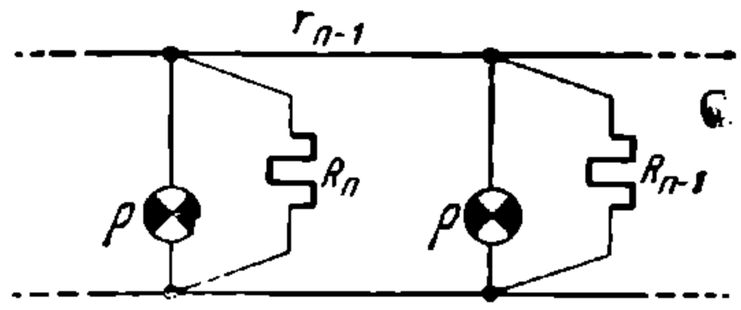
$$R''_{общ} = \frac{R_n \varrho}{R_n + \varrho}. \tag{53}$$

Эквивалент последнего выражения (53) по отношению к первому будет:

$$\frac{R_n(\varrho_n + \varrho)}{R_n + \varrho_n + \varrho} : \frac{R_n \varrho}{R_n + \varrho} = \frac{(\varrho_n + \varrho)(R_n + \varrho)}{\varrho(R_n + \varrho_n + \varrho)}.$$



Фиг. 301. Утечка в эквивалентных селекторах



Фиг. 302. Утечка при селекторах без добавочных сопротивлений

Само же первое выражение (52) имеет эквивалент в селекторах, равный:

$$\left(1 + \frac{\varrho_n + \varrho}{R_n}\right);$$

поэтому эквивалент системы (фиг. 302) в селекторах, будет составлять число, равное:

$$k_n = \frac{(\varrho_n + \varrho)(R_n + \varrho)}{\varrho(R_n + \varrho_n + \varrho)}\left(1 + \frac{\varrho_p + \varrho}{R_n}\right),$$

что после преобразований дает значение, равное:

$$k_n = \frac{(\varrho_n + \varrho)(R_n + \varrho)}{\varrho R_n}. \tag{54}$$

Из формулы (54) значение k получится путем подстановки $\varrho_1 = 0$, а именно:

где

$$k_1 = \left(1 + \frac{\varrho}{R_1}\right);$$

подобным же образом имеем:

$$k_2 = \frac{(\varrho_2 + \varrho)(R_2 + \varrho)}{\varrho R_2},$$

где

$$\varrho_2 = r_1\left(1 + \frac{\varrho}{R_1}\right),$$

$$k_3 = \frac{(\varrho_3 + \varrho)(R_3 + \varrho)}{\varrho R_3},$$

где

$$\varrho_3 = r_2(k_1 + k_2).$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

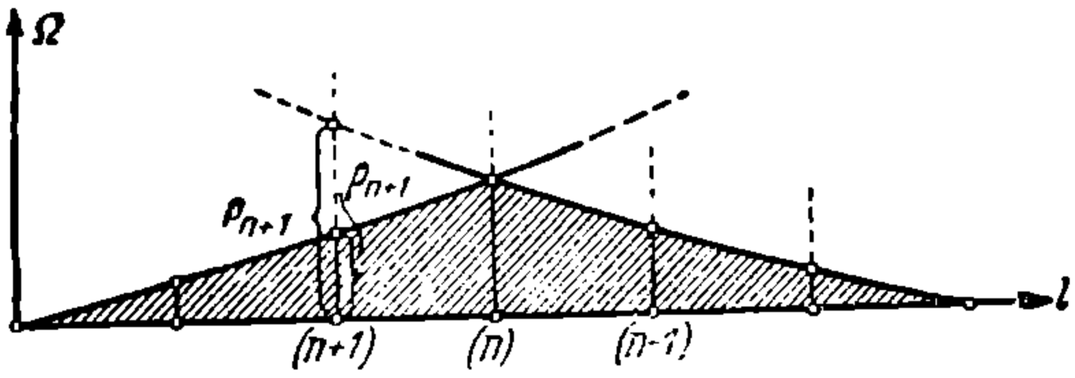
Покажем теперь способ расчета эквивалентных селекторов для случая, когда сопротивления размещены по правилу треугольника (фиг. 303).

Введем обозначения:

ρ_i—фактически устанавливаемое добавочное сопротивление на станции i от конца линии,

P_i—фиктивное полное расчетное добавочное сопротивление (стр. 252).

До средней станции N расчет ведется по формуле (44), § 43. Учет селекторов до этой станции соответствует числу фактически установленных селекторов. На дальнейших станциях добавочные сопротивления не соответствуют расчетным; например для $(n+1)$-й станции расчетная величина равна:



Фиг. 303. Расчет добавочных сопротивлений по правилу треугольника

$$P_{n+1} = \varrho_n + nr_n.$$

Однако, на этой станции устанавливается меньшее сопротивление ϱ_{n+1}:

$$\varrho_{n+1} < P_{n+1}.$$

Поэтому в селектор этой станции ответвится больший ток, эквивалент которого определится по формуле:

$$k_{n+1} = \frac{P_{n+1} + \varrho}{\varrho_{n+1} + \varrho}. \qquad (55)$$

Это и надо принимать во внимание при расчете дальнейших станций, т. е.

$$k_{n+2} = \frac{P_{n+2} + \varrho}{\varrho_{n+1} + \varrho},$$

где

$$P_{n+2} = P_{n+1} + (n + k_{n+1})\, r_{n+1}$$

и т. д.

В виду того, что вызов осуществляется с обоих концов линии, расчеты как в этом, так и в предшествующем случае, надо вести в двух направлениях, т. е. с одного и с другого конца.

Если принять во внимание утечку тока на линии, то необходимо ввести соответствующие поправки по способу, аналогичному предшествующему случаю, а именно:

а) общее сопротивление разветвления с фиктивным сопротивлением Pm и сопротивлением селектора ρ в одной цепи и Rm в другой будет:

$$R^{III}_{общ} = \frac{R_m (P_m + \varrho)}{R_m + (P_m + \varrho)}; \qquad (56)$$

б) то же для фактически включенных сопротивлений имеем:

$$R^{IV}_{общ} = \frac{R_m (\varrho_m + \varrho)}{R_m + (\varrho_m + \varrho)}. \qquad (57)$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Эквивалент последнего значения (57) по отношению к первому (56) будет:

$$\frac{R_m(P_m+\varrho)}{R_m+(P_m+\varrho)}:\frac{R_m(\varrho_m+\varrho)}{R_m+(\varrho_m+\varrho)}=\frac{(P_m+\varrho)(R_m+\varrho_m+\varrho)}{(\varrho_m+\varrho)(R_m+P_m+\varrho)};$$

принимая во внимание, что выражение (58) имеет эквивалент в селекторах, равный,

$$\left(1+\frac{P_m+\varrho}{R_m}\right),$$

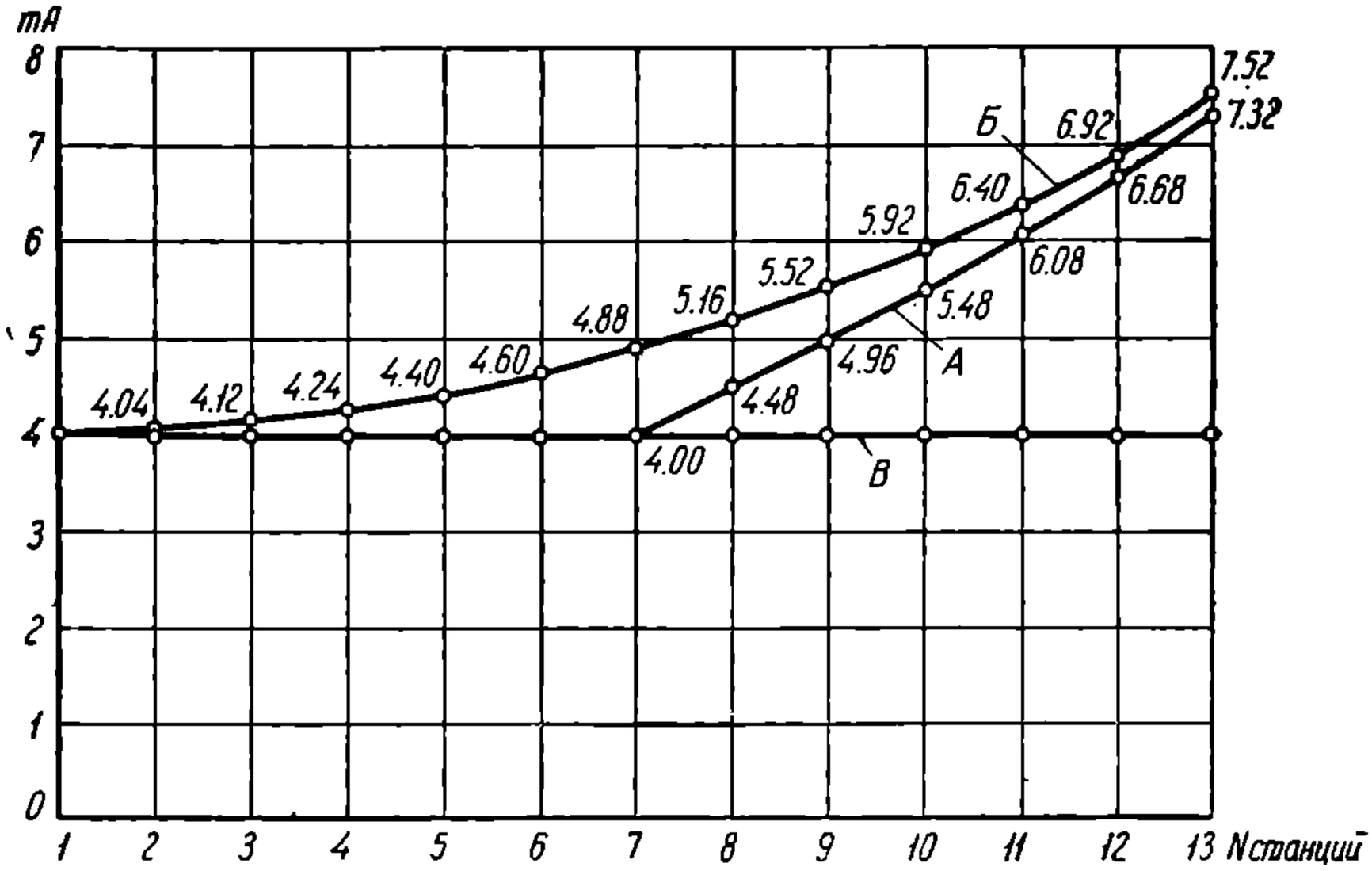
то эквивалент рассматриваемой системы из фактически установленных сопротивлений будет равен:

$$k_m=\frac{(P_m+\varrho)(R_m+\varrho_m+\varrho)}{(\varrho_m+\varrho)(R_m+P_m+\varrho)}\left(1+\frac{P_m+\varrho}{R_m}\right),$$

что после преобразований дает окончательную формулу:

$$k_m=\frac{(P_m+\varrho)(R_m+\varrho_m+\varrho)}{(\varrho_m+\varrho)R_m}, \qquad (58)$$

которой и надлежит руководствоваться при исчислении эквивалентного количества селекторов на станциях, далее средней.

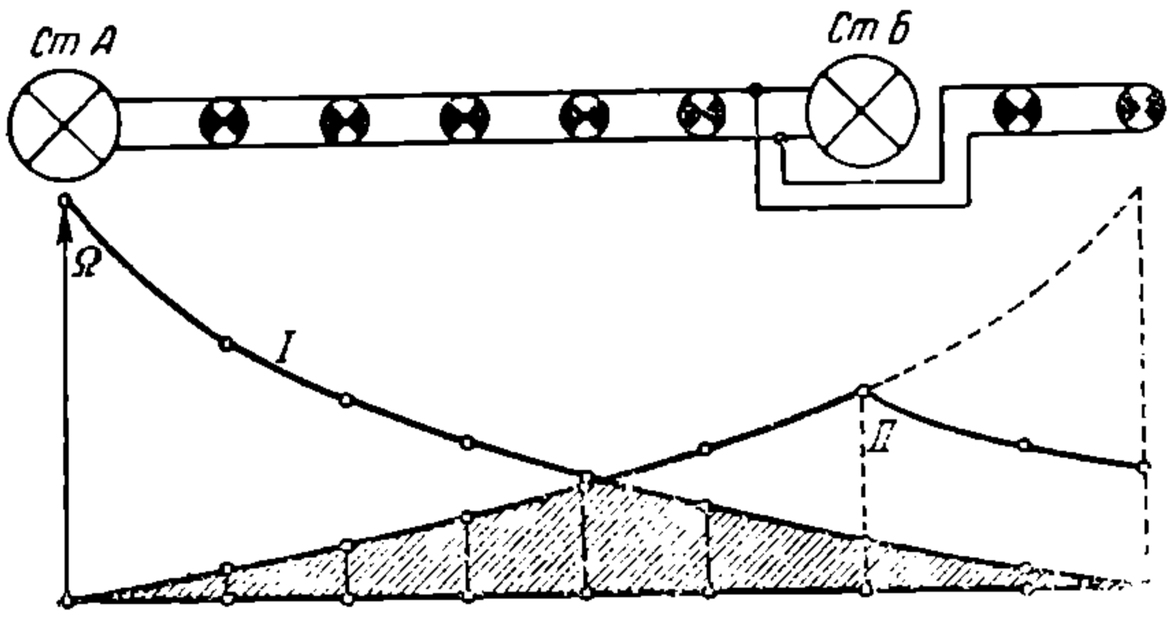


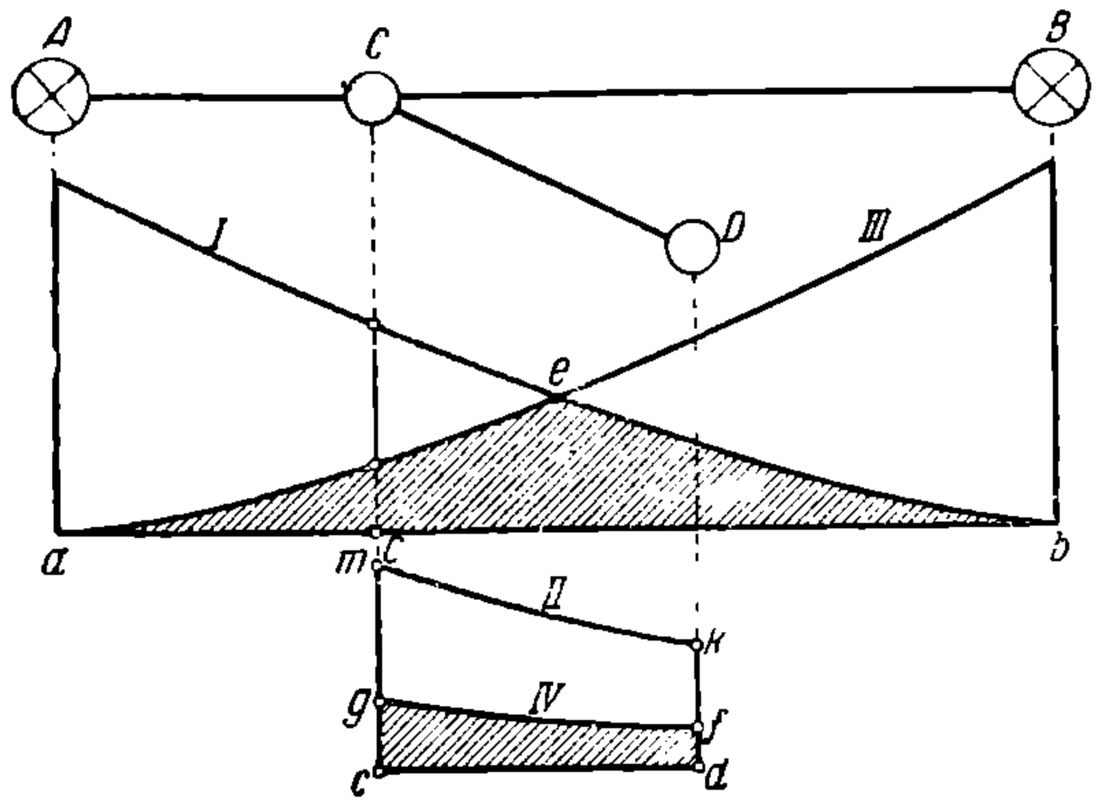
Фиг. 304. Кривые силы тока в селекторах: *А*—с добавочным сопротивлением, уменьшающимся от средней станции, *Б*—без добавочных сопротивлений, *В*—с добавочными сопротивлениями

На фиг. 300 подсчитаны для примера добавочные сопротивления во всех трех предположениях для линии с 13 равномерно распределенными станциями и с средним расстоянием между ними, равным 200 Ω. На фиг. 304 показаны кривые вызывных токов, поступающих в селекторы различных станций. Расчет произведен, не учитывая влияния утечки. Если же принять во внимание и утечку тока, то результаты будут еще более неблагоприятные.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если одна из распорядительных станций постанционной связи, например станция *Б*, не находится в конце участка, то расчет добавочных сопротивлений делается так, как это показано на фиг. 305. Кривая *I* построена для сопротивлений, рассчитанных при посылке вызова со станции *А*; кривая *II*— для станции *Б*; заштрихованная площадь дает значение устанавливаемых добавочных сопротивлений.





Фиг. 305 и 305а. Постанционная цепь с распорядительной станцией *B* посредине участка

Расчет добавочных сопротивлений при постанционной связи, когда конфигурация сети с ответвлением (фиг. 305а).

Построим кривые добавочных сопротивлений для главной линии *AB* и ответвления *CD*. Пусть кривые *I* и *II* будут построены для случая посылки вызова со станции *A*, а кривые *III* и *IV*— когда вызов делается из *B*; кривые *I* и *III* для станции участка *AB*, а кривые *II* и *IV* для ветви *CD*.

Согласно изложенному выше правилу на главной линии надо установить у селекторов добавочные сопротивления, соответствующие ординатам заштрихованного треугольника *abe*. Что же касается ветви *CD*, то в соответствии с тем же правилом на станциях этой ветви надо установить добавочные сопротивления, равные ординатам заштрихованного четырехугольника *cdfg*, являющегося общей площадью фигур *cdkm* и *cdfg*.

§ 47. Расчет добавочных сопротивлений для линий с ответвлениями

На фиг. 306 изображена линия с ответвлениями *CD* и *EF*. Предположим, что добавочные уравнительные сопротивления селекторов подобраны так, что сила тока ответвляется во все селекторы одна и та же. Если расчет велся, начиная от конца *A*, то при указанном условии имеем для узловой станции *C*:

$$\varrho_n = (n-1)\,r_{n-1} + (n-2)r_{n-2} + \ldots + 3r_3 + 2r_2 + r_1,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

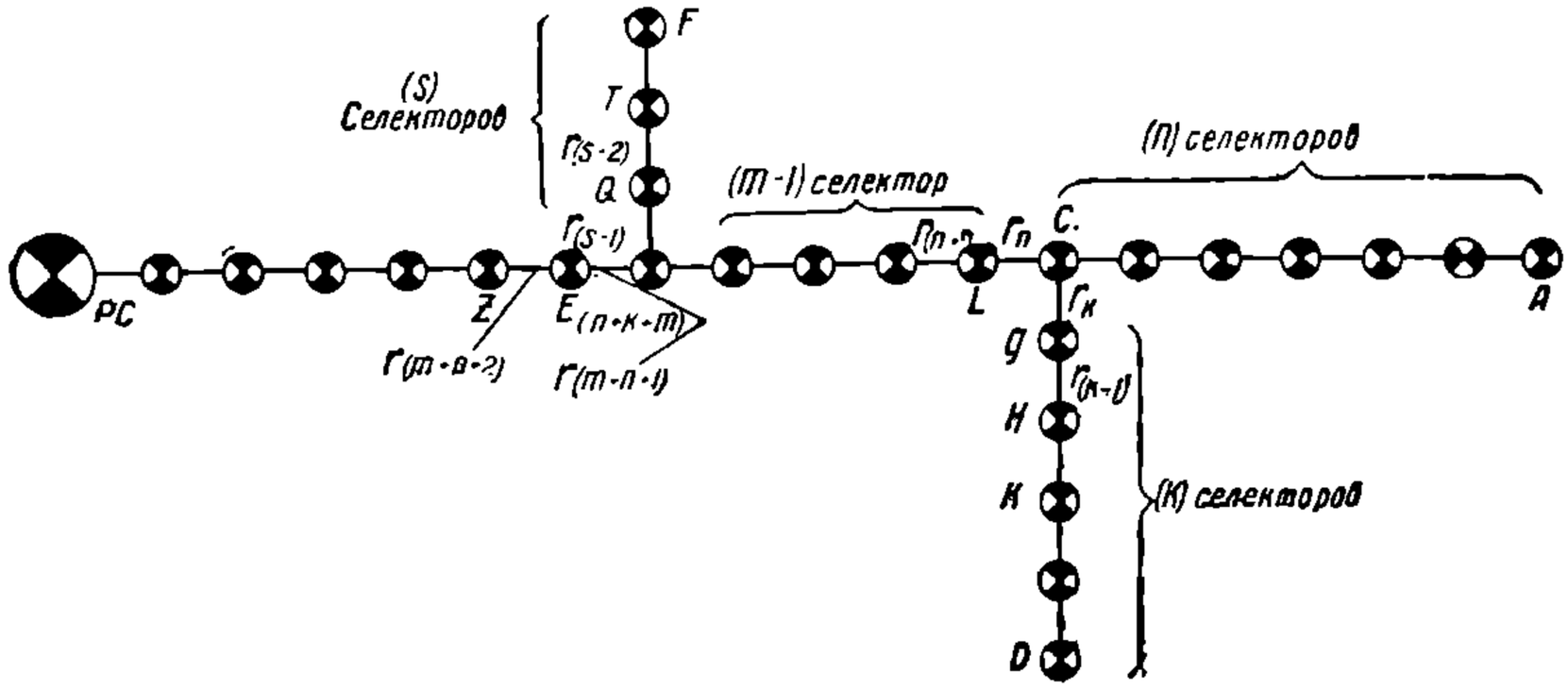
Применяя формулу (43) § 43, определим добавочное сопротивление для станции Q, находящейся в ответвлении и ближайшей к узловой станции C, по формуле:

$$\varrho_Q = \varrho_n - kr_k.$$

Равным образом для других станций ответвления будем иметь:

$$\varrho_n = \varrho_Q - (k-1)r_{k-1}.$$

$$\varrho_k = \varrho_n - (k-2)r_{k-2}.$$



Фиг. 306. Селектора в линии с ответвлениями

Следовательно расчет добавочных сопротивлений надо начинать с конца линии и вести до первой узловой станции; значения добавочных сопротивлений до этой станции будут возрастать. Затем надо вычислить добавочные сопротивления для станций ответвления, которые будут убывать. Для того чтобы не получились отрицательные значения этих сопротивлений, надо оценить ответвления CA и CD и начинать расчет с той ветви, которая длиннее и содержит большее число селекторов. Если предварительно такую оценку сделать трудно, то в случае получения отрицательных результатов, надо изменить порядок расчета, начав его с конца другой ветви.

Для станции L, которая теперь является уже $(m + K + 1)$-й порядковой станцией, добавочное сопротивление определится по формуле:

$$\varrho_{n+k+1} = \varrho_n + (n + k)r_n.$$

Для следующей за ней станцией:

$$\varrho_{n+k+2} = \varrho_{n+k+1} + (n + k + 1)r_{n+1}$$

и т. д. до узловой станции E, занимающей порядковое место $(n+k+m)$. Затем опять переходим к ответвлению EF.

Для станции Q значение добавочного сопротивления будет по формуле:

$$\varrho_Q = \varrho_{n+k+m} - sr_s,$$

для следующей станции T имеем:

$$\varrho_T = \varrho_Q - (s-1)r_{s-1}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

и т. д. до конца этого ответвления. После этого вычисляем значение добавочного сопротивления для станции Z, ближашей к узловой станции E и занимающей теперь порядковое место $(n + k + s + m + 1)$-е, величина его будет:

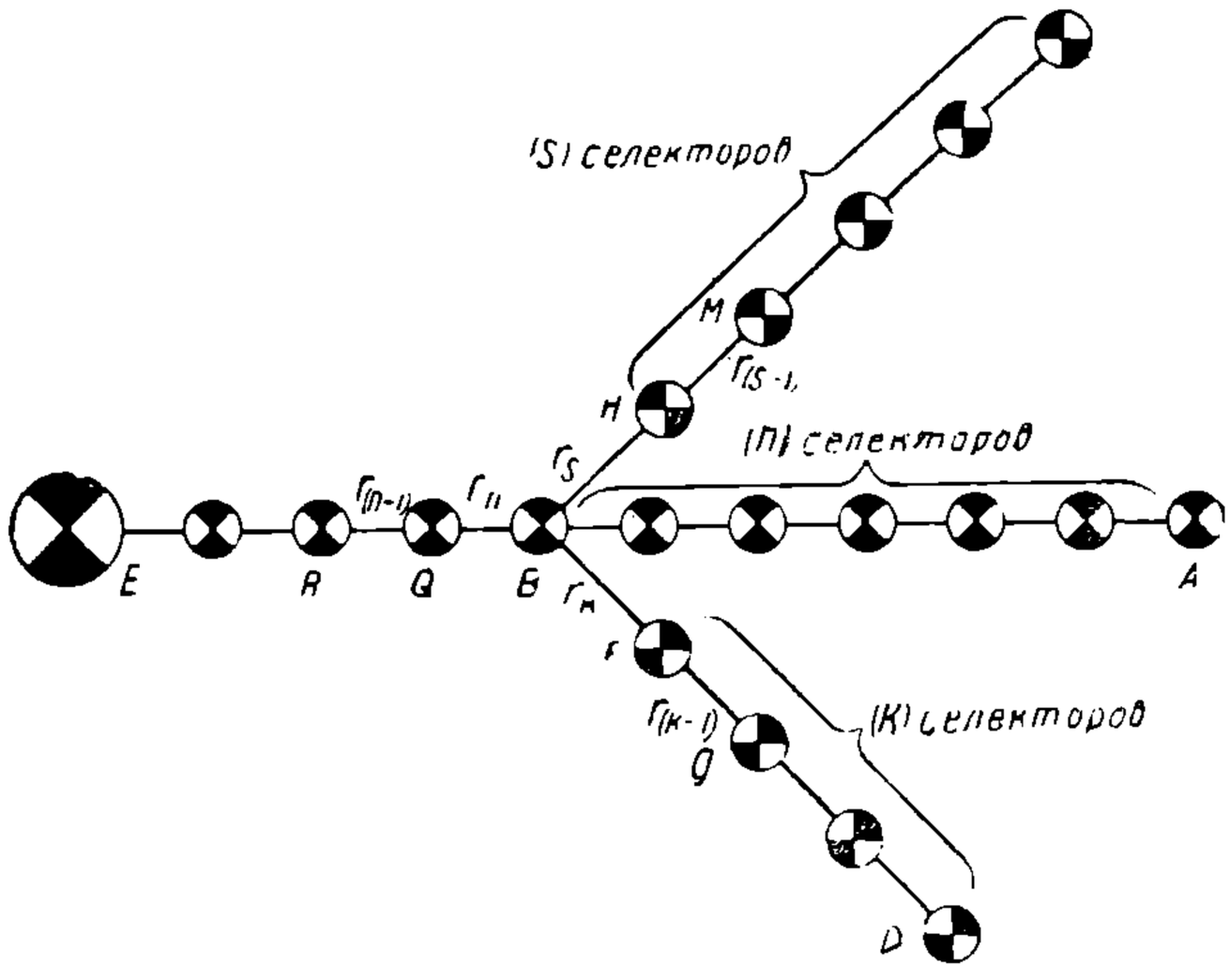
$$\varrho_{n+k+m+s+1} = \varrho_{n+k+m} + (n + k + m + s)\, r_{n+k}.$$

Далее:

$$\varrho_{n+k+m+s}+2 = \varrho_{n+k+m+1} + (n + k + m + s + r)\, r_{n+k+1}$$

и т. д.

Если линия имеет разветвления на три и более направлений, то расчет начинают с наиболее длинной ветви с наибольшим из них числом селекторов (фиг. 307). Пусть это будет ветвь AB и пусть исчисленное, таким образом, добавочное сопротивление для узловой станции B будет ϱn.



Фиг. 307. Разветвление на три направления

Затем по указанному выше правилу определяются добавочные сопротивления для какой-либо ветви, например для BD:

$$\varrho_F = \varrho_n - kr_k,$$

$$\varrho_Q = \varrho_F - (k - 1)\, r_{k-1}$$

и т. д.

Потом подобный же расчет ведется для другой ветви:

$$\varrho_н = \varrho_n - sr_s,$$

$$\varrho_м = \varrho_н - (s - 1)\, r_{s-1}$$

и т. д.

Если имеются еще ветви, отходящие от узла B, то и для них делается аналогичный расчет.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Переходя к следующим станциям главной линии: Q, R,..., имеем:

$$\varrho_Q = \varrho_н = (n + k + s)\, r_n,$$

$$\varrho_R = \varrho_Q + (n + k + s + 1)\, r_{n-1}$$

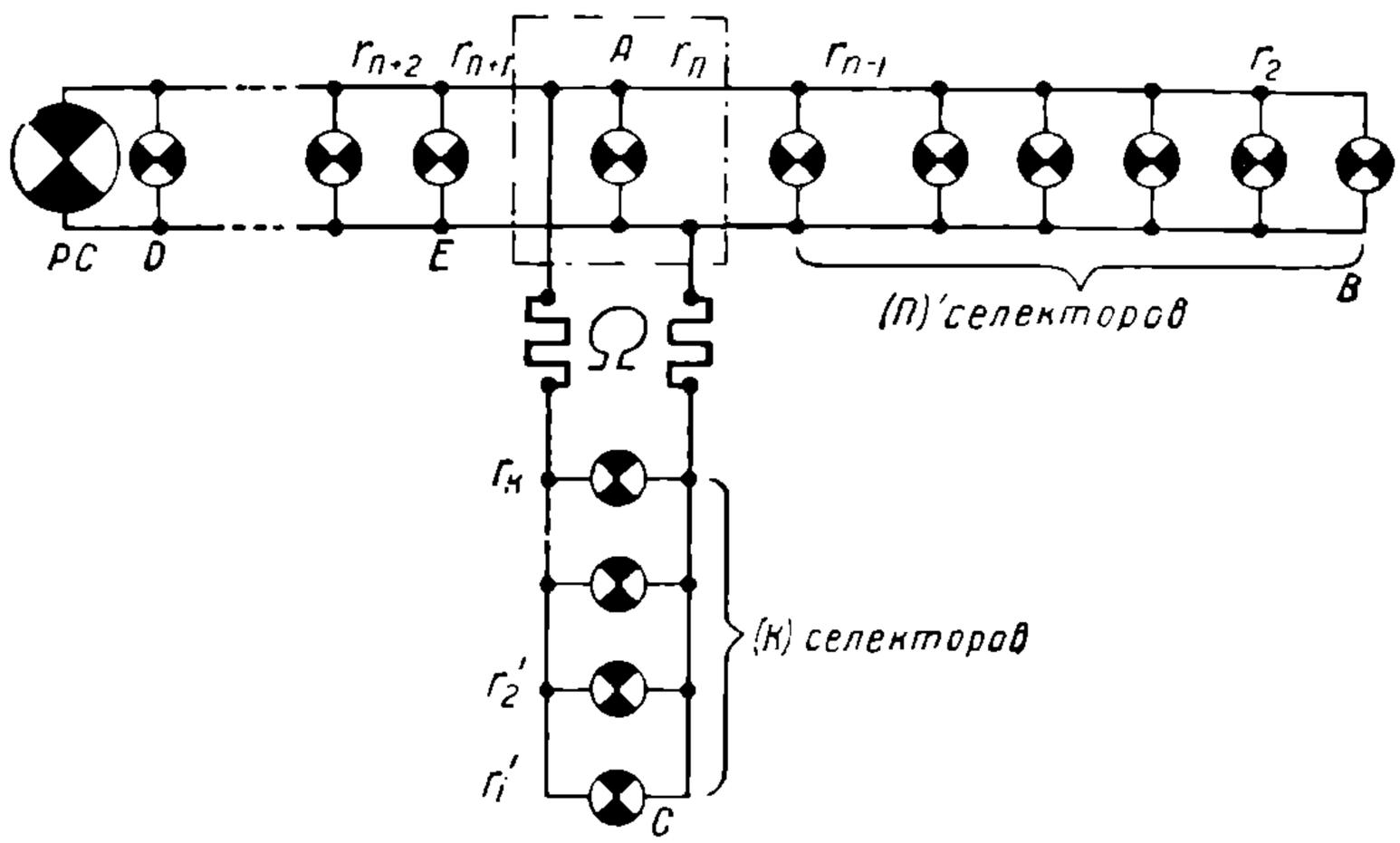
и т. д.

Расчет можно вести также и следующим способом:

В случае участка с одним боковым ответвлением (фиг. 308) определяют значения добавочных сопротивлений для обоих разветвлений AB и AC независимо одно от другого, начиная с концов B и C. В этом случае для станции A получатся два значения:

ϱ_{n+1} для ветви AB и

ϱ'_{k+1} для ветви AC.



Фиг. 308. Участок с одним ответвлением

Если $\varrho_{n+1} > \varrho'_{k+1}$, то для уравнивания силы тока в селекторах в линейные провода ответвления AC надо включить добавочное линейное сопротивление Ω, которое определится по закону Кирхгофа для разветвлений тока через станции: узловую A и ближайшую к ней на ветви AC, расположенную за сопротивлением Ω:

$$i(\varrho + \varrho_{n+1}) = ki(\Omega + r'_k) + i(\varrho + \varrho_k'),$$

после преобразований получаем:

$$\Omega = \frac{\varrho_{n+1} - (kr_k + \varrho_k')}{k};$$

замечая, что

$$kr_k' + \varrho_k' = \varrho'_{k+1},$$

имеем окончательную формулу:

$$\Omega = \frac{\varrho_{n+1} - \varrho'_{k+1}}{k}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

После этого переходят к расчету добавочных сопротивлений участка *AD*, который делается так же, как это было показано выше, а именно по формуле:

$$\varrho_E = \varrho_{n+1} + (n + k + 1)\, r_{n+1} \text{ и т. д.}$$

станция *E* занимает порядковое место (n + *k* + 2) от конца линии.

При трех (и более) разветвлениях (фиг. 309) расчет добавочных сопротивлений делается аналогично тому, как это делалось для случая двух разветвлений, а именно: подсчитываются добавочные сопротивления по каждой из ветвей, независимо одна от другой, начиная с конца линии и доходя до узловой станции, для которой в общем случае получаются три различных значения:



Фиг. 309. Линия с тремя разветвлениями

ϱ_{n+1} —для ветви *AB*,

$\varrho_{1\,(k+1)}$—для ветви *AC*,

$\varrho_{2(s+1)}$—для ветви *AD*.

Аналогично показанному линейные добавочные уравнительные сопротивления вычисляются по формулам:

$$\Omega_1 = \frac{\varrho_{n+1} - \varrho_{1\,(k+1)}}{k} \text{ для ветви } AC,$$

$$\Omega_2 = \frac{\varrho_{n+1} - \varrho_{2\,(s+1)}}{s} \text{ для ветви } AD,$$

$$\varrho_{n+1} > \varrho_1\,(k+1) \quad \text{и} \quad \varrho_{n+1} > \varrho_2\,(s+1).$$

Оба изложенных метода и формулы расчета добавочных сопротивлений справедливы и для случая дробного числа селекторов, т. е. при наложенной работе телеграфа, при утечке тока в линии, при посылке вызова с обоих концов линии и др.

Рассмотрим следующий пример. Линия дальней диспетчерской связи имеет конфигурацию, изображенную на фиг. 310. Рассчитать добавочные сопротивления.

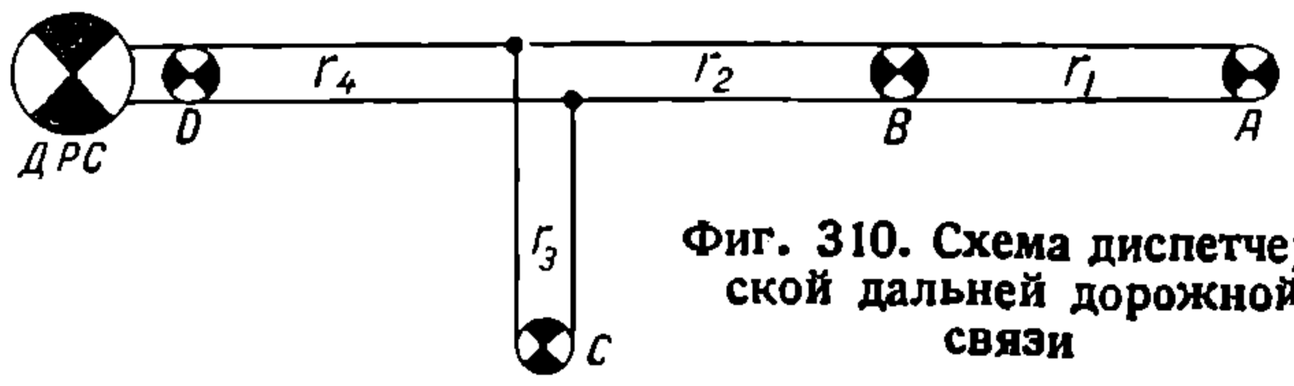
Схему фиг. 310 можно заменить эквивалентной схемой фиг. 311. Для этой последней линии рассчитываются добавочные сопротивления обычным способом; но на станции *C* устанавливается сопротивление не расчетное, равное ϱ_3, а сопротивление:

$$(\varrho_3 - r_3),$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

т. е. такое, которое с имеющимся r_3 дает сумму, равную величине расчетного сопротивления.

Рассмотрим еще пример расчета добавочных сопротивлений для схемы связи, показанной на фиг. 312. Если $n>k$ и длина участка с n-селекторами больше длины участка с K-селекторами, то расчет начинается с конца C и ведется до станции D. Величину добавочного сопротивления для станции E ответвления получим по закону разветвления тока между точками A и B через D и F по формуле:



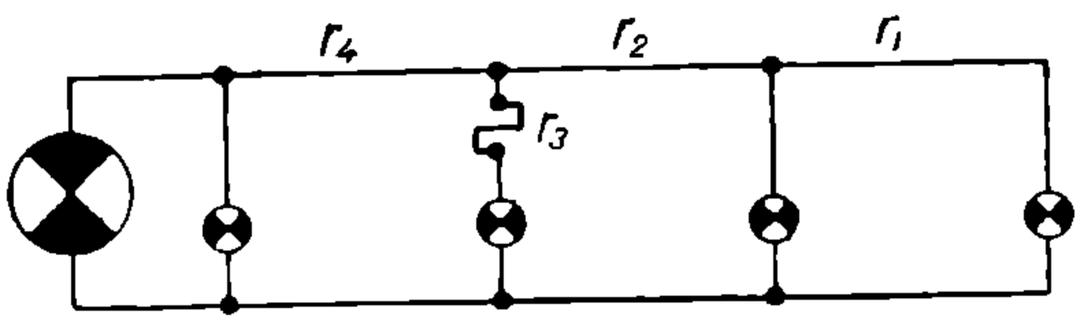
Фиг. 310. Схема диспетчерской дальней дорожной связи

$$nir_n + i(\varrho + \varrho_n) = kir'_к + \bar{i}(\varrho + \varrho'_к);$$

из этой формулы находится величина:

$$\varrho'_к = (nr_n + \varrho_n) - kr'_к .$$

Замечая, что величина, стоящая в скобках, представляет собою фиктивное расчетное сопротивление селектора в месте разветвления, если бы он там был действительно установлен, получаем:



Фиг. 311. Эквивалентная схема дальней дорожной связи

$$nr_n + \varrho_n = \varrho_{n+1}$$

$$\varrho'_к = \varrho_{n+1} - kr'_к ;$$

т. е. для станции E ответвления добавочное сопротивление получается по обычной формуле, считая, что в месте разветвления как бы установлен селектор. На остальных станциях этого ответвления не трудно рассчитать добавочные сопротивления.

Чтобы получить значение $\varrho_n + k + 1$ добавочного сопротивления для селектора станции G, составим уравнение разветвляющегося тока через эту станцию и станцию D:

$$i(\varrho_{n+k+1} + \varrho) = (n+k)\,ir_{n+1} + nir_n + i(\varrho_n + \varrho).$$

После преобразований имеем искомое значение:

$$\varrho_{n+k+1} = (n+k)\,r_{n+1} + nr_n + \varrho_n. \qquad (60)$$

Для следующей станции добавочное сопротивление:

$$\varrho_{n+k+2} = \varrho'_n + (n+k+1)\,r_{n+2} \qquad \text{и т. д.}$$

Случай расчета с утечкой. (фиг. 312а) Из формулы 49, стр. 247, § 45 имеем:

$$\varrho_{n-1} = \varrho_n - r_{n-1}\left[(n-1) + \sum_1^{n-1} k_l\right],$$

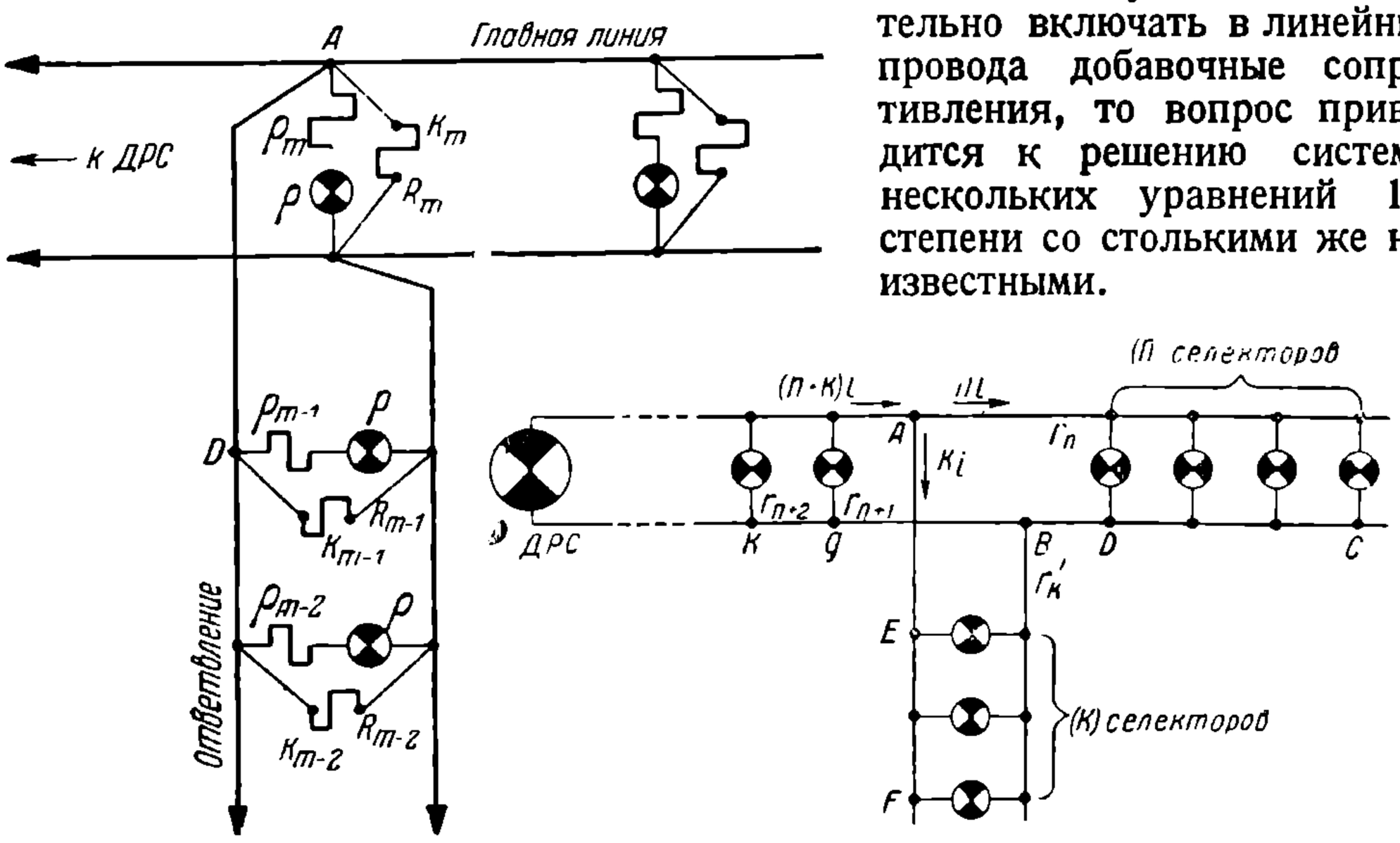
НБ УДУНТ (ДІІТ)

где $\sum_{1}^{n-1} k_i = k_1 + k_2 + \ldots + k_{n-1}$.

Однако непосредственно эту формулу для случая ответвления применять нельзя, так как значение числа

$\sum_{1}^{n-1} k_i$ — неизвестно.

Поэтому расчет в ответвлении можно вести по способу уравновешивания ветвей (формула 59 § 47) добавочными линейными сопротивлениями. Если почему-либо нежелательно включать в линейные провода добавочные сопротивления, то вопрос приводится к решению системы нескольких уравнений 1-й степени со столькими же неизвестными.



Фиг. 312 и 312а. Сложная схема дальней дорожной связи

Пример 1-й. В ответвление включена только одна станция (фиг. 312а).

Для определения добавочного сопротивления ρ_1 этой станции, составим уравнение:

$$(\varrho_n + \varrho)\, i = r_1 (1 + k_1)\, i + (\varrho_1 + \varrho)\, i,$$

отсюда

$$\varrho_1 = \varrho_n - r_1 (1 + k_1);$$

заменяя

$$k_1 = \frac{\varrho + \varrho_1}{R_1}$$

получаем:

$$\varrho_1 = \varrho_n - r_1 \left[1 + \frac{\varrho + \varrho_1}{R_1}\right],$$

откуда

$$\varrho_1 = \frac{R_1\, \varrho_n - r_1 (R_1 + \varrho)}{R_1 + r_1}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если $r_1 = 0$,

то $\varrho_1 = \varrho_n$, что и следовало ожидать.

Пример 2-й. Ответвление с двумя станциями.
Составим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\left.\begin{aligned}(\varrho_n + \varrho)\, i &= r_2(2 + k_1 + k_2)\, i + (\varrho_2 + \varrho)\, i \\ (\varrho_2 + \varrho)\, i &= r_1(1 + k_1)\, i + (\varrho_1 + \varrho)\, i\end{aligned}\right\}$$

После упрощений имеем:

$$\left.\begin{aligned}\varrho_n &= r_2(2 + k_1 + k_2) + \varrho_2 \\ \varrho_2 &= r_1(1 + k_1) + \varrho_1\end{aligned}\right\}$$

Подставляем значения:

$$k_1 = \frac{\varrho + \varrho_1}{R_1} \quad \text{и} \quad k_2 = \frac{\varrho + \varrho_2}{R_2}$$

$$\varrho_n = r_2\left(2 + \frac{\varrho + \varrho_1}{R_1} + \frac{\varrho + \varrho_2}{R_2}\right) + \varrho_2$$

$$\varrho_2 = r_1\left(1 + \frac{\varrho + \varrho_1}{R_1}\right) + \varrho_1.$$

Решения этой системы уравнений 1-й степени с двумя неизвестными дают искомые значения для ϱ_1 и ϱ_2. Для трех станций в ответвлении задача сводится к составлению и решению системы 3-х уравнений 1-й степени с тремя неизвестными.

Чтобы избежать громоздкого способа вычислений при большом числе станций можно задаться приближенными значениями K_l, исходя из значения уже вычисленной величины k_n, преобразовав это значение в виде функции

$$k_n = f(l_n).$$

§ 48. Расчет напряжения батарей

Вызывная батарея. Напряжение вызывной батареи не трудно рассчитать по схеме фиг. 313, учитывая то обстоятельство, что при вызове условия цепи создают резонанс (§ 43) и поэтому можно принимать во внимание только ваттное сопротивление. По закону Кирхгофа падение напряжения

$$(V = ni\ (r + r_n) + i\ (\varrho_n + \varrho), \cdot \qquad (61)$$

где n — число, в эквивалентных селекторах, учитывающее селекторы, катушки Кайло, утечку и др.,

$i = 0{,}004$ А — средняя сила тока, потребляемая селектором,

$r = 120$ Ω — омическое сопротивление катушек фильтра распорядительной диспетчерской станции,

r_n — сопротивление шлейфа линейных проводов на участке от диспетчерской распорядительной станции (вернее от батареи E) до ближайшего селектора, при ступенчатой системе значение r_n может быть большим,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ϱ_n — установленное добавочное сопротивление на этой станции.

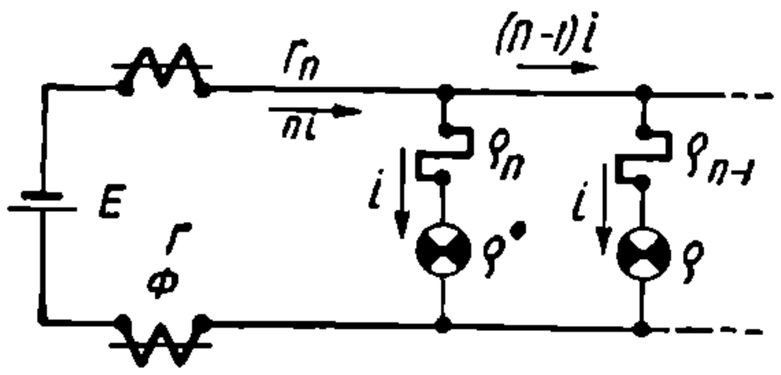
$\varrho = 20\,000\ \Omega$ — сопротивление обмоток электромагнита селектора (напряжение на клеммах селектора равно $0{,}004 \times 20\,000 = 80$ V).

При этих значениях формула (61) обращается в следующую:

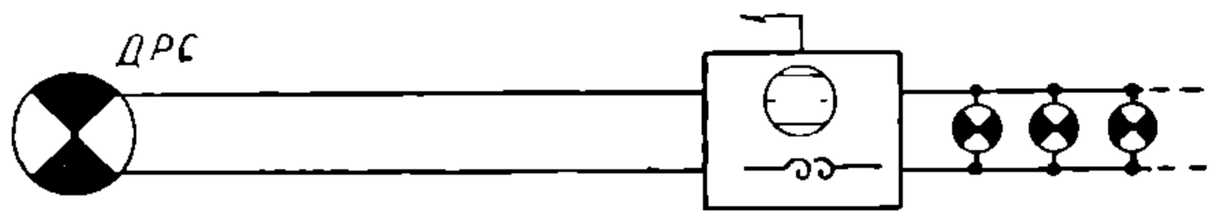
$$V = 0{,}004\, i\,(120 + r_n) + 0{,}004\ (\varrho_n + 20\,000).$$

Пример 1. Определить напряжение вызывной батареи по схеме фиг. 314 с трансляцией.

В этом случае необходимо рассчитать две вызывных батареи: одну в начале цепи на *ДРС*, а другую при трансляции. Последняя рассчитывается по приведенной формуле (61), а первая питает цепь без селек-



Фиг. 313. Диспетчерская цепь



Фиг. 314. Цепь с трансляцией

торов. Эквивалентная схема этой цепи показана на фиг. 315 и служит для управления реле *РП* и *РК* (фиг. 179), участвующих в переприеме вызова на трансляционном пункте. При втором вызывном импульсном токе реле *РС* отключается. Поэтому нагрузку конца линии можно считать состоящей из сопротивления обмоток *РП*, *РК* и *ДС*, т. е. примерно эквивалентной одному селектору.

Пример 2. Рассчитать напряжение вызывной батареи E по схеме, фиг. 316 с разветвлением.

Из изложенного выше (§ 47) ясно, что надо сначала подсчитать фиктивное добавочное сопротивление станции K и затем применить формулу (61).

Если у селекторов не установлено добавочных сопротивлений и на цепь не наложена телеграфная работа, то напряжение вызывной батареи подсчитывается по формуле:

$$V_a = V_e \cosh \gamma l, \qquad (62)$$

где $V = 80$ V,

l — длина линии в *км*,

$\gamma = \sqrt{Rg}$; $R = 15\,\Omega$ — сопротивление 1 *км* линии,

$g = \frac{1}{20\,000\, d}$,

d — среднее расстояние между селекторами в *км*.

Пример 3. Рассчитать напряжение вызывной батареи для линии длиной 150 *км* с равномерно распределенными 15 селекторами:

$$V_a = 80 \cosh \left[\sqrt{15 \frac{1}{20\,000 \cdot 10}} \cdot 150 \right] = 80 \cosh 1{,}305 = 158\ \text{V}.$$

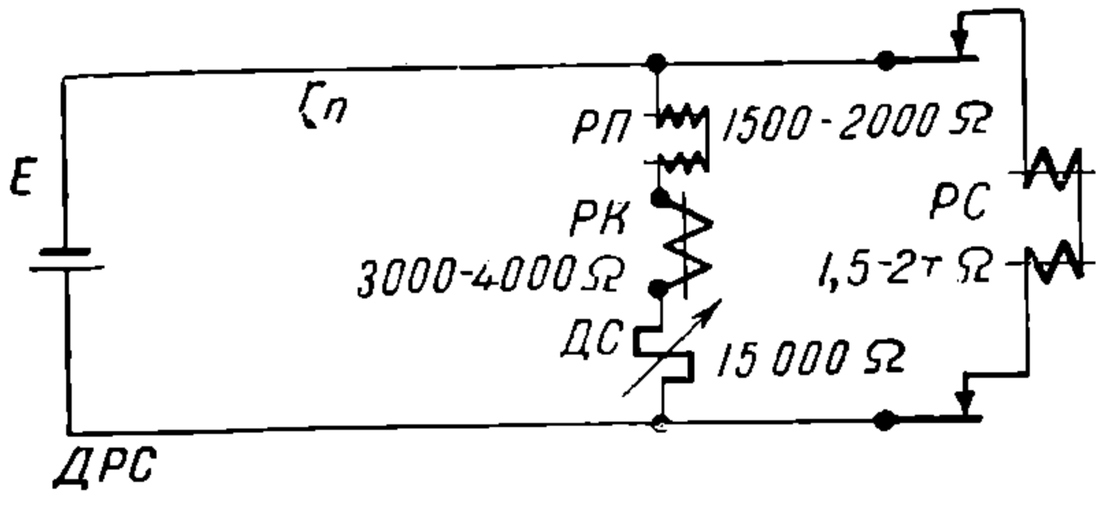
НБ УДУНТ (ДІІТ)

В этом случае распределение тока между селекторами будет неравномерное, увеличиваясь по мере приближения к распорядительной станции.

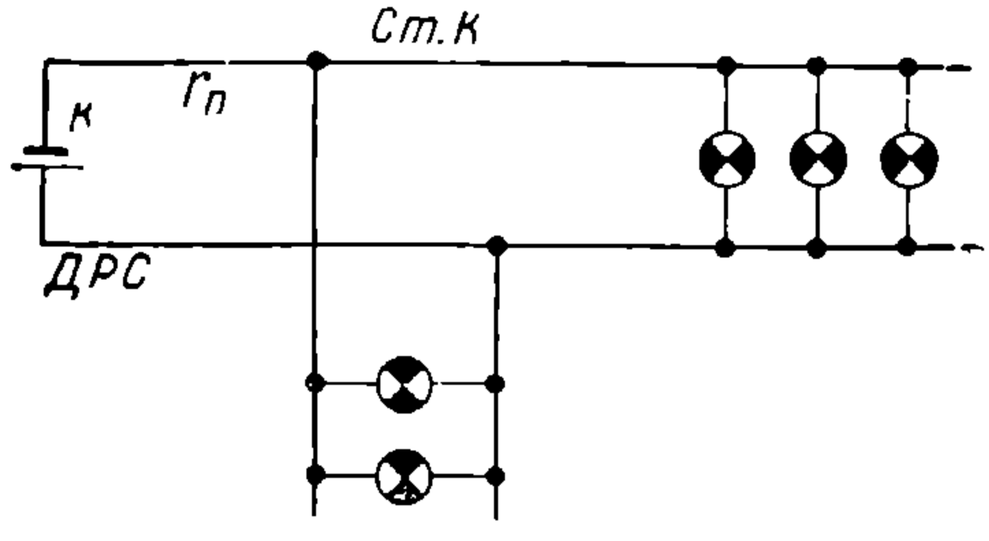
О п р о к и д ы в а ю щ а я б а т а р е я. При расчете напряжения опрокидывающей батареи надо на зажимах реле *РС* (фиг. 315) обеспечить напряжение 24 V. Ответвлением тока (в *РП*, *РК* и *ДС*) можно пренебречь. Самый расчет делать: либо по формуле Ома, либо же по более точной формуле. Реле *РС* для нормальной работы требует ток 10—12 mA.

Л и н е й н о-п у т е в а я ц е п ь. Вызывная батарея рассчитывается так же, как и в диспетчерской цепи, т. е. по формулам (61) или (62), при этом омическое сопротивление линии принимается вчетверо меньше (§ 44).

Напряжение транслирующей батареи *ТБ* (фиг. 230) можно рассчи-



Фиг. 315. Схема с трансляцией



Фиг. 316. Схема с разветвлением

тывать для установившегося процесса без учета утечки вследствие коротких цепей, а именно по формуле:

$$V = i(R + r), \tag{63}$$

где: i =0,012—0,015 А—ток в обмотках трансформатора *ДТ*,

R = сопротивление линии и дросселя *Д* при вызывном ключе (фиг. 231),

r = 300 Ω—сопротивление обмоток трансформатора.

Если линия не превосходит по своей длине обычных размеров (150 *км*), то результаты, получаемые по формуле (63), дают погрешность, не превышающую 5%. Если требуются более точные результаты, то надо принимать во внимание и утечку тока, определяя напряжение вызывной батареи с таким расчетом, чтобы амплитуда колебаний импульсов тока в обмотках трансформатора *ДТ* была обеспечена значением i = 0,012—0,015 А (фиг. 317). Такой расчет надо делать по формуле:

$$V = \frac{1}{\frac{1}{R_1 + Z\,\mathrm{th}\,(\gamma l + E)} - \frac{1}{R_1\,Z\,\mathrm{cth}\,\gamma l}} \tag{64}$$

где V — искомое напряжение,

$R_1 = 300\,\Omega$ — сопротивление первичной обмотки *ДТ*,

$Z = \sqrt{\frac{R}{g}}$ — характеристика линии,

$\gamma = \sqrt{Rg}$ — постоянная распространения,

l — длина линии в *км*,

$\mathrm{th}\,E = \frac{R_e}{Z}$, $R_e = 70\,\Omega$ — сопротивление дросселя *Д*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для линии $d = 4$ *мм*, $R = 22\,\Omega/км$, $g = 0{,}5 \quad 10^{-6}$ $S/км$.

Если $d = 5$ *мм*, то $R = 14\,\Omega/км$, а $g = 0{,}5 \quad 10^{-6}$ $S/км$.

Для того чтобы сила тока в цепи транслирующей батареи была одинакова при посылке вызова с различно удаленных от питательного пункта станций, на промежуточных станциях, кроме дросселя (70 Ω), преграждающего путь разговорным токам, устанавливаются омические сопротивления из двух катушек: 400 и 800 Ω. Следовательно можно получить 4 комбинации: 70, 470, 870 и 1270 Ω, т. е. предвидена градация на 4 ступени.

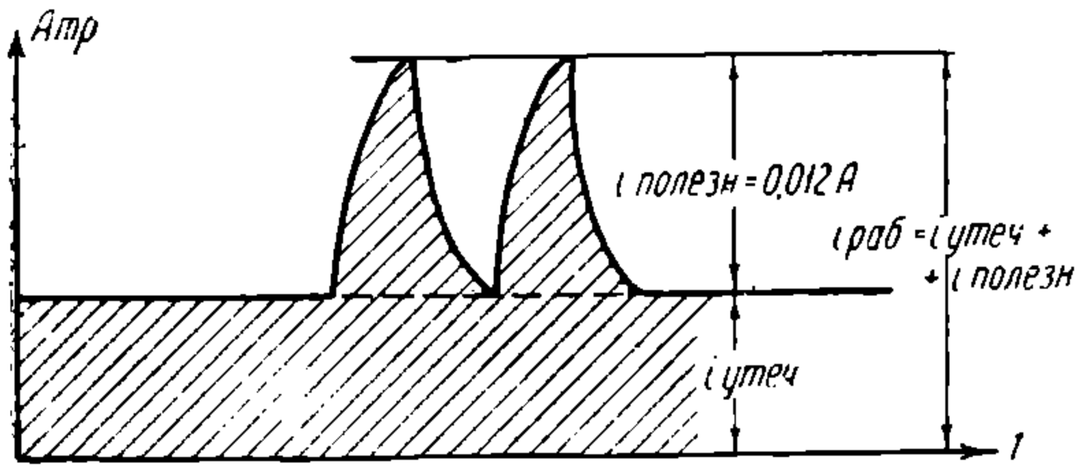
Формула (64) показывает, что при постоянных V и i необходимо, чтобы величина

$$\text{th}\,(\gamma l + E) = \text{const},$$

т. е. при изменении l надо соответственно изменять E, которое определяется из формулы

$$\text{th}\,E = \frac{R_e}{Z},$$

в которой R_e может иметь указанные 4 числовые значения.



Фиг. 317. Физические процессы в первичной цепи трансл. бат.

Диспетчерская цепь без добавочных сопротивлений. В этом случае надо сделать расчет фиктивных добавочных сопротивлений так, как это было изложено по отношению к кольцевой цепи (§ 46), и затем определить напряжение вызывной батареи для распорядительных станций по формуле (61), так, как это делалось для диспетчерской цепи, считая фиктивные сопротивления как бы установленными при селекторах.

Что касается расчета напряжений вызывных батарей для абонентских аппаратов постанционной связи, то это можно сделать по формуле (63) так, как это указано в отношении транслирующей батареи линейно-путевой связи, с той только разницей, что срабатывание вызывного реле рассчитывается на нормальную силу тока, равную 0,002 А, и что величина

$$R = 1\,500 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 40 = 3\,240\,\Omega$$

складывается из сопротивления обмоток вызывного реле *BP* (фиг. 251) и трех реактивных катушек. В этом случае формулу (63) можно представить в следующем виде:

$$\text{V} = iR + ir. \qquad (65)$$

Второй член этой формулы ir для данной линии представляет величину постоянную, равную

$$ir = 0{,}002 \quad 3\,240 = 6{,}5\ \text{V}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Формула (65) имеет вид:

$$V = 6{,}5 + 0{,}002\,R.$$

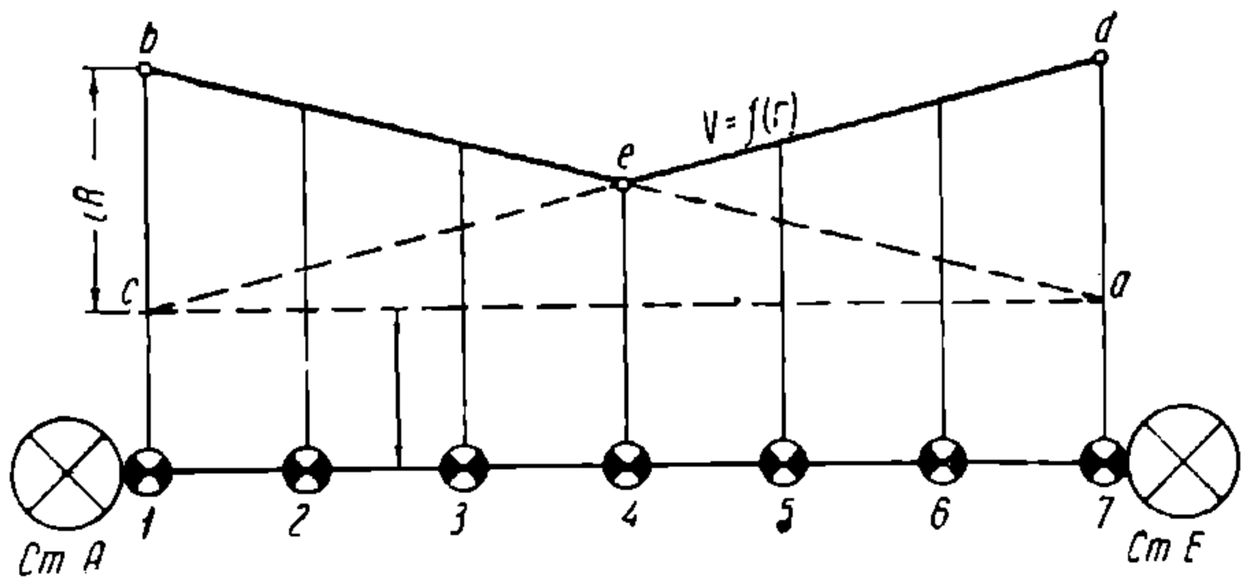
Для вызова конечной распорядительной станции *Б* (фиг. 318) надо на промежуточных станциях *1—7* установить батареи различных напряжений; значения этих напряжений дает кривая *ab* графика, на котором он построен как

$$V = f(R);$$

однако, если делать вызов другой распорядительной станции *A*, то в этом случае надо было бы установить батареи, пользуясь кривой *cd*. В виду того, что вызов может посылаться на обе станции, напряжения батарей надо выбирать, пользуясь ломаной линией *bed*.

Расчет можно было бы вести и по более точной формуле с учетом утечки тока в линии.

Диаграмма фиг. 318 может служить также и для определения значения напряжения вызывной батареи для конечных станций постанционной связи в том случае, если вместо добавочных батарей, устанавливаемых на линейных станциях, прибегнуть к системе ЦБ, ограничившись всего двумя батареями на станциях *A* и *B*, замыкаемыми при нажатии кнопки в телефонном аппарате линейного абонента.



Фиг. 318. График для расчета напряжения вызывных батарей

Стандартные напряжения.

Напряжения остальных батарей, как-то: местных для микрофонов, реле, меняющего полюса, для цепей накала, сетки и анодно-катодных ламп являются стандартными.

§ 49. Расчет емкости батарей

Вызывная диспетчерская батарея. Сила тока слагается из тока на заряд конденсаторов при селекторах, на ответвления через катушки Кайло и на утечку и потери.

Суточный расход количества электричества на заряды конденсаторов определяется по формуле:

$$q = i_{cp}\,k\,\frac{T}{2}\,ns\ \text{Ah},$$

где $k = 19$—число импульсов вызывного тока за один оборот ключа, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3{,}5} = 0{,}28$ сек.—период вызывного тока (продолжительность предварительного и отбойного импульсов приближенно принята равной $\frac{T}{2}$),

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ns—число селекторов в диспетчерской цепи данной вызывной батареи,

$S = 460$—максимальное число вызывов в сутки (считая один вызов в 3 мин.),

$i_{ср}$—средняя сила вызывного тока:

$$i_{ср} = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} idt;$$

вид функции $i = f(t)$ зависит от элементов оборудования линии. Во избежание сложных вычислений при интегрировании принимаем приближенно в сторону увеличения

$$i_{ср} \cong 0{,}003 \text{ A}.$$

При таких значениях суточный расход выразится:

$$q = \frac{0{,}003 \cdot 19 \cdot 0{,}28 \cdot 460\,n}{2 \quad 60 \cdot 60} \text{ Ah} \cong \frac{n}{1\,000} \text{ Ah}.$$

К а т у ш к и К а й л о характеризуются самоиндукцией $L = 200$—400 H и сопротивлением $R = 1000\ \Omega$. Учитывая дополнительное сопротивление от 2000 до 8000 Ω, видим, что постоянная времени цепи с катушками Кайло имеет небольшое численное значение. Поэтому расход тока рассчитываем приближенно по установившемуся процессу; приближение и в этом случае делается в сторону увеличения. Расчет делается по формуле:

$$q = i_{ср}\,(k_1 + k_2)\,ts \text{ Ah};$$

в этой формуле:

$i_{ср} = 0{,}003$ A,

k_1 и k_2 — эквивалент катушек Кайло в селекторах,

$t = 7{,}5$ сек.—время полного оборота вызывного ключа,

$s = 460$ —число вызовов в сутки.

При этих значениях:

$$q = \frac{0{,}003 \cdot 7{,}5 \cdot 460\,(k_1 + k_2)}{3\,600} \text{ Ah};$$

$$q \cong 0{,}003\,(k_1 + k_2) \text{ Ah}.$$

Если по этим формулам произвести численный подсчет для какой-либо диспетчерской цепи даже г о д о в о г о расхода количества электричества и принять потерю около 30% этого расхода, то порядок цифр будет до 10 Ah. Этот ничтожный расход показывает, что отдельные вызывные батареи находятся в неудовлетворительном режиме саморазряда.

М е с т н ы е б а т а р е и. Для расчета расхода микрофонной батареи линейного аппарата принимают следующие нормы: один разговор за каждую четверть часа (~100 в сутки); продолжительность его 0,3 мин.; микрофонный ток—0,2 А.

Для звонковой батареи нормы следующие: продолжительность звонкового сигнала 1,5 сек.; число вызовов—25 в сутки (~1 вызов в час); ток звонковой цепи—0,2 А.

Расход батареи накала, сетки и анодной промежуточной трансляции рассчитывается, исходя из круглосуточного его действия.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Расход опрокидывающей батареи рассчитывается приближенно, считая время ее действия равным половине времени действия микрофона.

При расчете расхода тока местной батареи, питающей линейное реле и реле, меняющего полюса, надо потребление тока первым реле принимать — 0,075 А, а вторым—0,4 А.

Линейно-путевая связь. При расчете транслирующей батареи максимальное количество вызовов принимается не чаще одного в каждые 3 мин. (480 в сутки). Ток утечки 0,01 А; в виду того, что батарея постоянно включена, суточная утечка составляет:

$$0{,}01 \cdot 24 = 0{,}24\,\text{Ah},$$

что превышает расход батареи на транслирование. Весь расход настолько мал, что можно брать без подсчетов аккумуляторы самой малой емкости.

Это замечание относится и к вызывной батарее.

Постанционная связь. Расчет емкости делается на максимальное число вызовов—480 в сутки, распределенных поровну между конечными станциями.

§ 50. Расчет реверберации

При отделке комнаты диспетчера надо удовлетворить требованиям архитектурной акустики в отношении оптимальной величины реверберации. Для этого надо произвести соответствующий расчет по формулам акустики. Поясним самое понятие о реверберации.

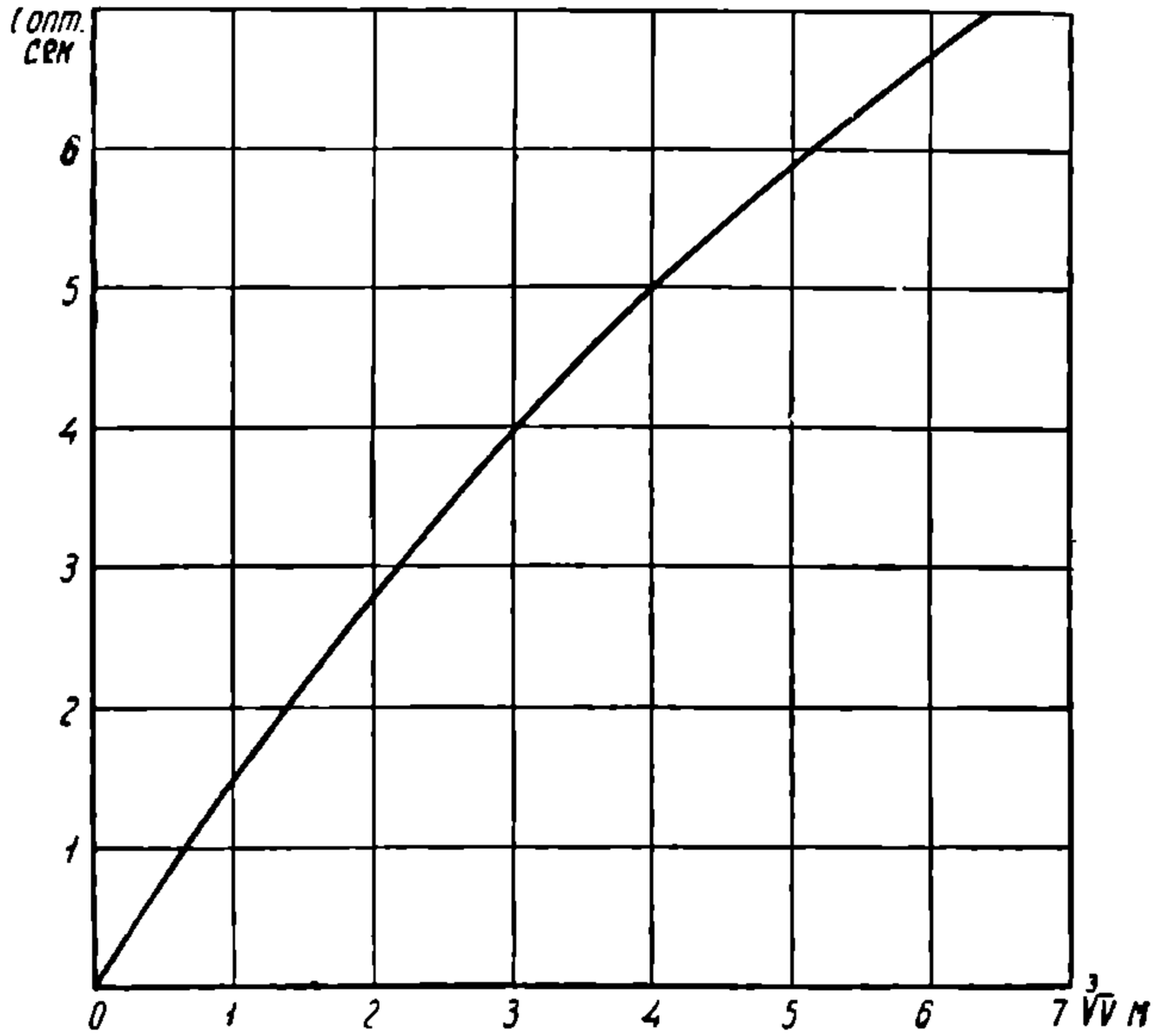
Условия восприятия звуков речи органом слуха бывают различны в зависимости от того, воспроизводится ли звук в замкнутом помещении или же на открытом воздухе. При воспроизведении звука на открытом воздухе звуковая энергия свободно рассеивается, не испытывая явления поглощения и отражения от стен, потолка и пола помещения, а также от расставленных в комнате предметов. Ухо испытывает искажение сложного звука, если оно не будет воспринимать всех его свойств, излучаемых источником, как-то: амплитуды разных частот в функции времени. В закрытом помещении это явление и имеет место, так как требуется некоторый небольшой промежуток времени для установления определенной средней плотности звуковой энергии в каждой точке пространства, а также нужно время для спадания этой величины до нуля при прекращении звукового излучения. Явление запаздывания носит наименование реверберации или затяжения звука. Другое осложнение получается от той же причины поглощения и отражения звуковой энергии, а именно: образование стоячих волн.

Разные поверхности обладают различными коэфициентами поглощения и отражения: например кафельная облицовка почти не поглощает звуковой энергии, а войлок почти не отражает таковой; другие материалы занимают промежуточное положение. Казалось бы, что для устранения явления реверберации надо приблизить условия закрытого помещения к условиям воспроизведения звука на открытом воздухе, обив стены, потолок и пол войлоком, а окна и двери завесив бархатом или другой материей. Однако, психологически мы в этом случае поставим себя в необычные условия и лишим гармонического сочетания отраженных звуков, создающих также и определенную громкость. Большая

НБ УДУНТ (ДІІТ)

же реверберация создает гулкость и некоторую невнятность. Поэтому существуют установленные эмпирически для разных условий (музыка, речь, размеры помещений) оптимальные значения реверберации.

Вопрос этот основательно изучен американским физиком Уоллес Сэбином (Wallace Clement Sabine). Им выведены основные законы архитектурной акустики. Он установил, что для данного помещения и определенного звука реверберация будет одинакова для всех точек помещений, не зависит от положения наблюдателя и положения источника зву-



Фиг. 319. Кривая оптимальной реверберации

ковой энергии. Таким образом, реверберация вполне характеризует собою акустические условия данного помещения. Второй основной закон формулируется так:

$$aT = KV, \tag{66}$$

где T—«время реверберации» рассматриваемого объема помещения, т. е. время, необходимое для падения плотности звуковой энергии от одного данного уровня до другого;
постоянный коэфициент $K = 0{,}162$;

$$a = A_1 S_1 + A_2 S_2 + \ldots + A_n S_n = \sum_1^n A_i S_i,$$

где в свою очередь:

S_i—площадь одной из составляющих поверхностей, ограничивающих данный объем V, и

A_i—коэфициент поглощения материала этой поверхности. Из уравнения (66) следует, что время реверберации

$$T = \frac{0{,}162\ V}{\sum_1^n A_i\ S_i}. \tag{67}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

По этой формуле и надлежит подсчитывать реверберацию помещений, занимаемых диспетчерами. Сначала определяют реверберацию комнаты при условии, что никаких мер не принято к уменьшению значения ее; затем уже, запроектировав соответственно обивку и занавеси, определяют реверберацию при этих новых условиях и сравнивают с оптимальным значением, получаемым по кривой фиг. 319 в зависимости от кубатуры помещения. Если полученное числовое значение близко к оптимальному значению, то проект составлен удовлетворительно; при значительном расхождении этих значений надо перепроектировать покрытие поверхностей, выбрав другой материал и изменив условия покрытия.

Коэфициенты акустического поглощения приведены для некоторых материалов в следующей таблице для основного тона звуковой частоты 512 Hz:

Материал поверхности	A на 1 $м^2$.	Материал поверхности	A на 1 $м^2$
Открытое окно	1,00	Дорожка	0,20
Закрытое окно	0,027	Штора со складками	0,5—1,0
Окрашенная кирпичная стена	0,017	Кретон (материя)	0,15
Линолеум	0,03	Человек (отдельно)	0,48
Штукатурка	0,034	Стул (ясеневый)	0,017
Дерево	0,061	Дерево (лакированное)	0,03
Войлок (1″)	0,55	Вентилятор	0,5
Войлок (2″)	0,70	Топочное отверстие	0,5
Ковер	0,15		

§ 51. Расчет акустической звукоизоляции

Кроме обеспечения в диспетчерском помещении оптимальной величины реверберации это помещение надлежит изолировать также от внешнего шума. Для этого надо сделать поверочный расчет на звукопроницаемость наружных стен для уличного шума и внутренних стен и перегородок на звукопроницаемость от шума в соседних помещениях.

Энергия звуковой волны, достигая препятствия в виде перегородки. распределяется следующим образом: часть энергии отражается от поверхности перегородки, а остальная часть проникает внутрь материала этой перегородки, расходуясь в свою очередь отчасти на поглощение материалом; оставшаяся ослабленная часть энергии передается по другую сторону перегородки. Передача происходит разными путями: через поры материала; посредством молекулярных колебаний и частиц материала перегородки и наконец посредством упругих колебаний всей перегородки.

Для оценки звукоизолирующих свойств различных материалов установлены коэфициенты: проницаемости и непроницаемости.

Кнудсен (V. Knudsen) дает следующую между ними зависимость:

$$TL = 10 \lg \frac{1}{\tau}, \qquad (68)$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

TL — выражается в децибелах.

Предположим, что внешний шум равен 54,5 дцб, непроницаемость стены равна 35 дцб; тогда шум в нашем помещении будет равен:

$$54{,}5 - 35 = 19{,}5 \text{ дцб.}$$

Если этот уровень допустим, то перегородка обладает достаточной звукоизоляцией. Существуют три основных метода расчета звукопроницаемости.

Кнудсен дает следующий способ расчета звукоизоляции; он вывел формулу:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{a}{\Sigma S_i \tau_i}, \qquad (69)$$

в которой: первая часть уравнения представляет собою отношение интенсивности наружного шума к шуму в рассматриваемом помещении,

$a = \Sigma a_i S_i$ — величина поглощения нашего помещения.

Из формулы (69) вытекает расчетная формула величины изоляции, а именно: ослабление шума в децибелах равно:

$$L = 10 \lg \frac{\Sigma a_i S_i}{\Sigma S_i \tau_i}. \qquad (70)$$

Значение коэфициентов звукопроницаемости для различных материалов приведено в следующей таблице:

Звукопоглощающий материал		Звукопоглощающий материал	τ_i
Открытое окно . .	1	Перегородка (железобетонная) . .	0,00003
Закрытое окно	0,0008	Перегородка оштукатуренная	0,00001
Закрытое окно с занавесью (одиночное) . . .	0,016	Стена в 1 кирпич .	0,000005
То же (двойное) .	0,001	Стена в 2 кирпича . . .	0,0000013
Войлок	0,063	Дверь одиночная с занавесью . .	0,00032
Перегородка (10 *см*) .	0,00002		

При пользовании формулой (70) в числителе надо брать полное поглощение рассматриваемого помещения, а в знаменателе — только те стены, которые изолируют наше помещение от внешнего шума.

7415

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Цена 4 р. 10 к



Сканувала Сідорчик О.В.

Издания
Трансжелдориздата
высылаются наложенным платежом
„Железнодорожная книга—почтой"
Москва 9, ул. Горького, 42/2
и продаются в магазинах
Книгообъединения
ОГИЗа

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)