



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1686597

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее свидетельство на изобретение:

"Устройство продольно-поперечного регулирования
напряжения"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ПЛЕХАНОВА

Автор (авторы): Ананьев Константин Александрович, Иванов
Олег Всеволодович, Ганский Владимир Петрович,
Коновалов Борис Павлович, Трухалева Светлана
Васильевна и Проскураков Евгений Максимович

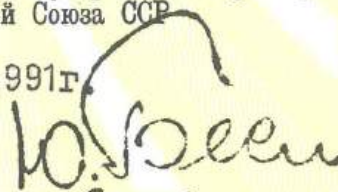
Заявка № 4765093 Приоритет изобретения 2 ноября 1989г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Союза ССР

22 июня 1991г.

Председатель Комитета

Начальник отдела



Вх 27/44
44.02.92



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1686597 A1

(51)5 Н 02 J 3/18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4765093/07

(22) 02.11.89

(46) 23.10.91. Бюл. № 39

(71) Ленинградский горный институт
им. Г.В.Плеханова

(72) К.А.Ананьев, О.В.Иванов, В.П.Ганский,
Б.П.Коновалов, С.В.Трухалева и Е.М.Про-
скураков

(53) 621.316.925 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 504276, кл. Н 02 J 3/18, 1970.

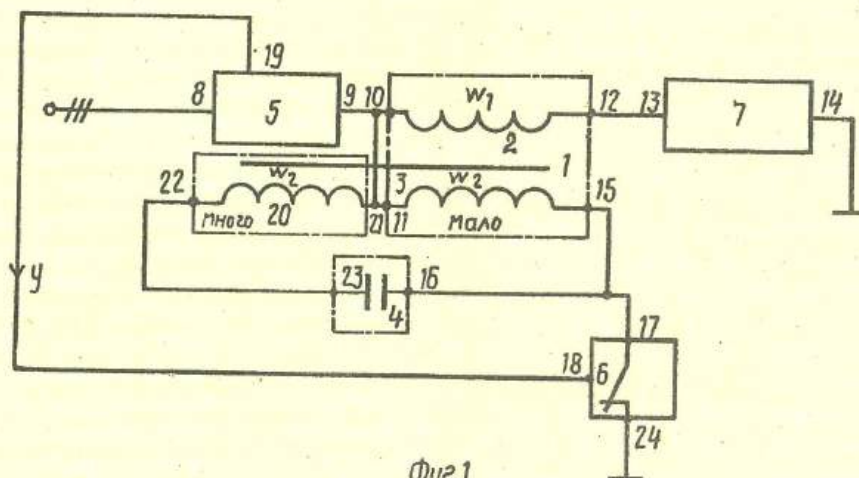
Авторское свидетельство СССР
№ 1089700, кл. Н 02 J 3/18, 1983.

Авторское свидетельство СССР
№ 557455, кл. Н 02 J 3/18, 1972.

2

(54) УСТРОЙСТВО ПРОДОЛЬНО-ПОПЕ-
РЕЧНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕ-
НИЯ

(57) Изобретение относится к электротехни-
ке, в частности к устройствам для продольно-
поперечной компенсации потерь
напряжения и реактивной мощности в протя-
женных электрических сетях напряжением
0,4–0,69–1,2 кВ, питающих мощные асинх-
ронные двигатели. Цель изобретения – обес-
печение многофункциональности устройства,
максимальной эффективности использова-
ния мощности конденсаторной батареи при
продольной компенсации реактив-
ной составляющей напряжения



Фиг.1

(19) SU (11) 1686597 A1

и при поперечной компенсации реактивной мощности, а также уменьшение габаритов устройства. Устройство продольно-поперечного регулирования напряжения сети, содержащее последовательный трансформатор 1, бата-

рею конденсаторов 4, управляющее устройство 5, управляемый силовой ключ 6, снабжено дополнительной обмоткой последовательного трансформатора. Устройство управления 5 реализует соответствующую функцию управления управляемым силовым ключом. 3 ил.

Изобретение относится к области электротехники и, в частности, к устройствам для продольно-поперечной компенсации потерь напряжения и реактивной мощности в протяженных электрических сетях напряжением 0,4–0,69–1,2 кВ, питающих мощные асинхронные двигатели.

Известно устройство для компенсации колебаний напряжений, которое содержит двоиный реактор, первичная обмотка которого соединена последовательно с нагрузкой, а вторичная обмотка включена последовательно с конденсаторной батареей, двоиный реактор снабжен обмоткой подмагничивания, его вторичная обмотка подсоединена к сети между первичной обмоткой и нагрузкой параллельно вторичной обмотке подсоединена дополнительная конденсаторная батарея.

Недостатком устройства является то, что данное устройство не позволяет изменять свои функции при изменении режимов работы сети.

Известно также устройство для регулирования напряжения, которое содержит конденсаторную батарею, силовой понижающий трансформатор, ключи и блок управления ими. Данное устройство позволяет регулировать напряжение путем переключения конденсаторов с последовательного соединения с обмоткой высокого напряжения на параллельное соединение с обмоткой низкого напряжения.

Недостатками устройства являются вероятность переноса высокого напряжения в цепь обмотки низкого напряжения в результате ложного срабатывания ключей или их неисправности и сложность схемы коммутации и устройства управления.

Наиболее близким к предлагаемому устройству по технической сущности и достигаемому результату является устройство продольно-поперечного регулирования напряжения сети, содержащее последовательный трансформатор с первичной и вторичной обмотками, батарею конденсаторов, управляющее устройство, управляемый силовой ключ и нагрузку, причем первый силовой зажим управляющего устройства подсоединен к питающей сети, второй силовой зажим его подсоединен к первым зажимам первичной и вторичной обмоток последовательно-

го трансформатора, второй зажим первичной обмотки которого соединен с началом фазы нагрузки, конец которой занулен, а второй зажим вторичной обмотки последовательного трансформатора соединен с первым зажимом конденсаторной батареи и первым зажимом управляемого ключа, зажим управления которого подсоединен к выходу управляющего устройства.

Недостатки устройства заключаются в следующем.

Недостаточное использование функциональных возможностей конденсаторной батареи и последовательного трансформатора, рациональное использование которых способно обеспечить не только продольную или поперечную компенсацию (как это предусмотрено в устройстве), но и смешанную – продольно-поперечную.

Недостаточная эффективность устройства, определяемая тем, что степень использования мощности конденсаторной батареи как при продольной, так и при поперечной компенсации, далека от максимальной, так как конденсатор, являясь элементом "пробки" делителя напряжения, не может в максимальной степени расходовать свою энергию на цели компенсации потерь напряжения при продольной компенсации и компенсации реактивной мощности нагрузки при поперечной компенсации. При сопротивлении "пробки", близком к бесконечности, напряжение на конденсаторе максимальное, но не превышающее номинальное, и мощность конденсатора идет полностью на компенсацию мощности реактора, а любое изменение тока управления реактором повлечет изменение сопротивления "пробки" в сторону уменьшения, т.е. напряжение на конденсаторе уменьшится, также как и мощность, генерируемая конденсатором.

Недопустимо большие габариты устройства, обусловленные завышенным напряжением коммутирующих устройств и недоиспользованием установленной мощности конденсаторной батареи, что ограничивает область применения устройства и приводит к неоправданно высоким капитальным и эксплуатационным затратам.

Целью изобретения является обеспечение многофункциональности устройства.

максимальной эффективности использования мощности конденсаторной батареи при продольной компенсации реактивной составляющей напряжения и при поперечной компенсации реактивной мощности, а также уменьшение габаритов устройства.

Поставленная цель достигается тем, что устройство снабжено дополнительной обмоткой последовательного трансформатора, которая первым зажимом соединена с первым зажимом первичной обмотки последовательного трансформатора, второй зажим дополнительной обмотки соединен с вторым зажимом конденсаторной батареи, второй силовой зажим управляемого ключа занулен, а устройство управления реализует функцию $y = x \wedge x$, где x и x — сигналы, пропорциональные пусковому и установившемуся токам нагрузки. Такое устройство с помощью указанных элементов и схемы их соединения позволяет расширить функциональные возможности путем реализации дополнительной магнитной связи между первичной обмоткой последовательного трансформатора W_1 и дополнительной обмоткой W_2 , к которой как нагрузка (при замкнутом управляемом ключе) подсоединена батарея конденсаторов, обеспечивающая одновременно компенсацию реактивной мощности узла нагрузки и компенсацию реактивной составляющей напряжения сети. При этом последовательный трансформатор работает в режиме вольтодобавочного. При замкнутом управляемом ключе максимально используются все возможные способы увеличения напряжения на нагрузке, а именно:

вольтодобавку на вторичной обмотке последовательного трансформатора, первичная обмотка которого включена на фазное (линейное) напряжение сети;

поперечную компенсацию реактивной мощности нагрузки с максимальным использованием мощности конденсаторной батареи, к которой прикладывается номинальное напряжение с зажимов дополнительной обмотки при напряжении на первичной обмотке, равном фазному (линейному) нагрузке;

продольную компенсацию реактивной составляющей напряжения сети, обусловленную магнитной связью между обмоткой трансформатора, включенной последовательно с нагрузкой и дополнительной обмоткой, нагрузкой которой является конденсаторная батарея (векторная диаграмма, фиг.3).

Максимальная эффективность устройства определяется тем, что установленная мощность конденсаторной батареи максимально используется как при продольной компенсации реактивной составляющей напряжения сети, так и при поперечной компенсации ре-

активной мощности нагрузки при наличии вольтодобавки с последовательного трансформатора. Максимальная эффективность достигается путем рационального выбора числа витков обмоток последовательного трансформатора и дополнительной его обмотки. При выборе числа витков обмоток должны быть учтены следующие граничные параметры: кратность пускового тока нагрузки; номинальное напряжение нагрузки, номинальная мощность, напряжение и сопротивление конденсаторной батареи, номинальные токи последовательного трансформатора. Например, при кратности пускового тока, равной 6, и номинальном напряжении конденсатора 6 кВ, при числе витков обмотки, последовательно соединенной с нагрузкой W_1 , вторая основная обмотка последовательного трансформатора должна иметь число витков $W_2 = 6W_1$, а дополнительная обмотка $W_2 = 14W_2$.

При этом, напряжения на обмотках, последовательно соединенных с нагрузкой W_1 , с включенным последовательно конденсатором W_2 и включенной на линейное (фазное) напряжение W_2 , будут соответственно 65,5400 и 400 В. Последовательная цепь: дополнительная W_2 обмотка — батарея конденсаторов, имеет емкостной характер с напряжением на элементах 6000 В, а на концах — 400 В. Этих данных достаточно, чтобы выбрать оптимальные параметры устройства.

Уменьшение габаритов конденсаторной батареи пропорционально отношению квадратов коэффициентов трансформации при работе устройства без дополнительной обмотки и при наличии последней, что следует из уровней проведения сопротивлений трансформатора. Уменьшение габаритов управляемого ключа пропорционально напряжению цепи, в которой производится коммутация. В предлагаемом устройстве коммутация производится в цепи низкого напряжения. Таким образом уменьшение габаритов устройства в целом связано с уменьшением габаритов конденсаторной батареи и управляемого ключа.

На фиг.1 представлена схема предлагаемого изобретения в однофазном исполнении; на фиг.2 — возможная реализация устройства управления; на фиг.3 — векторная диаграмма для однофазного варианта схемы устройства.

Устройство продольно-поперечного регулирования напряжения сети, содержащее последовательный трансформатор 1 с первичной 2 и вторичной 3 обмотками, батарею конденсаторов 4, управляющее устройство 5, управляемый силовой ключ 6, нагрузку 7, причем первый 8 силовой зажим управляющего устройства 5 подсоединен к питаю-

щей сети, второй 9 силовой зажим его подсоединен к первым 10 и 11 зажимам первичной 2 и вторичной 3 обмоток последовательного трансформатора 1, второй зажим 12 первичной обмотки которого соединен с началом 13 фазы нагрузки 7, конец 14 которой занулен, а второй зажим 15 вторичной 3 обмотки последовательного трансформатора 1 соединен с первым 16 зажимом конденсаторной батареи 4 и первым силовым 17 зажимом управляемого ключа 6, вход 18 управления которого подсоединен к выходу 19 управляющего устройства 5. Кроме того, оно дополнительно снабжено дополнительной обмоткой 20 последовательного трансформатора 1, которая первым зажимом 21 соединена с первым 10 зажимом первичной 2 обмотки последовательного трансформатора, второй зажим 22 дополнительной обмотки 20 соединен с вторым 23 зажимом конденсаторной батареи 4, а второй 24 силовой зажим управляемого ключа 5 занулен.

В устройстве 5 управления (фиг.2) первичная обмотка 25 трансформатора 26 тока включена последовательно с нагрузкой 7, а во вторичную обмотку 27 трансформатора 26 тока включена катушка реле 28 нормально закрытого контактора (ключа) 6, вход 18 управления которого связан механически с силовой исполнительной частью устройства 5 управления, которая управляется реле 28. Принцип действия такого устройства основан на том, что при работе нагрузки в установившемся режиме управляемый ключ 6 нормально закрыт, а при пуске нагрузки, когда через реле 28 проходят токи, в 5-6 раз превышающие номинальный, размыкается нормально закрытый управляемый ключ 6 (контактор). После окончания периода пуска нормально закрытые контакты управляемого ключа 6 возвращаются в исходное состояние.

Указанная реализация устройства 5 управления и управляемого ключа 6 не является единственной, она может осуществляться любой элементной базой или схемой, но обязательно выполняющей следующие два условия.

При пуске должна иметь место продольная компенсация реактивной составляющей напряжения сети, т.е. управляемый ключ 6 разомкнут.

При работе нагрузки в установившемся режиме должен иметь место поперечная компенсация реактивной мощности узла нагрузки с одновременным увеличением напряжения на нагрузке за счет вольтодобавочного трансформатора, в роли которого выступают основные обмотки 2 и 3 последовательного трансформатора 1. В этом режи-

ме работы нагрузки управляемый ключ 6 замкнут, что приводит к параллельному включению относительно друг друга основной обмотки 3 последовательного трансформатора 1 и последовательной цепи: дополнительная обмотка 20 — батарея конденсаторов 4.

Устройство продольно-поперечной компенсации напряжения сети работает следующим образом.

При отсутствии напряжения в сети ток в первичной обмотке 25 трансформатора 26 тока управляющего устройства 5 отсутствует, что приводит к отсутствию тока во вторичной обмотке 27 трансформатора 26 тока, а следовательно, и в катушке реле 28, что оставляет управляемый ключ 6 в исходном, нормально закрытом состоянии.

При пуске нагрузки ток равен пусковому, т.е. превышающему номинальный в несколько раз. Такой ток, проходя через управляющее устройство 5 индуцирует во вторичной обмотке 27 трансформатора 26 тока и, соответственно, в обмотке реле 28 ток, достаточный для срабатывания исполнительного устройства нормально закрытого контактора 6 (управляемого ключа), который размыкался, и обеспечивает включение батареи конденсаторов 4 по схеме продольной компенсации реактивной составляющей напряжения сети. Причем число витков обмоток 2, 3 и 20 последовательного трансформатора обеспечивает при пусковом токе нагрузки номинальное напряжение на зажимах конденсаторной батареи 4 и напряжение, равное (близкое) фазному напряжению нагрузки на основной вторичной обмотке 3 последовательного трансформатора 1. После завершения процесса пуска ток нагрузки уменьшается до величины, равной или меньшей номинального. Такой ток недостаточен, чтобы удерживать управляемый ключ 6 в разомкнутом состоянии, и он возвращается в исходное замкнутое состояние.

В установившемся режиме ток реле 28 недостаточен для того, чтобы удерживать исполнительным механизмом управляющий ключ 6 в разомкнутом состоянии. Таким образом ключ 6 замкнут, а это значит, что основная обмотка 3 последовательного трансформатора 1 включена на фазное напряжение сети. Сочетание основных обмоток 3 и 2 представляет собой вольтодобавочный трансформатор. На фазное напряжение сети включена также последовательная цепь, состоящая из дополнительной обмотки 20 и батареи конденсаторов 4. Характер этой цепи активно-емкостной, напряжение на емкости 4 близко к номинальному, т.е. мощность батареи конденсаторов используется практически полностью для компенсации реактивной мощности.

узла нагрузки. Одновременно дополнительная обмотка оказывает на обмотку 2 то же действие, что и обмотка 3 (вторая вольтодобавка), а батарея конденсаторов 4, являясь емкостной нагрузкой указанного сдвоенного трансформатора, каким является последовательный трансформатор 1, повышает напряжение на выходе 12 обмотки 2 за счет изменения общего потокоцепления в сторону увеличения. Последнее аналогично действию продольной компенсации, то есть в установившемся режиме батарея конденсаторов выполняет роль продольной и поперечной компенсации, а наличие дополнительной обмотки обеспечивает дополнительный вольтодобавочный эффект. Устройство обладает свойством авторегулирования, т.е. изменение тока нагрузки приводит к рациональному (соответствующему) изменению вольтодобавок и действию аналогичного продольной компенсации.

Предлагаемое устройство способно к самозащите от коротких замыканий на нагрузке. При наличии последних ток управляющего устройства 5 будет достаточен для размыкания ключа 6, что превращает предлагаемое устройство в последовательный трансформатор, у которого может быть предусмотрено при коротких замыканиях на нагрузке индуктирование напряжения на зажимах конденсаторной батареи 4.

Несмотря на то, что при работе устройства имеют место высокие напряжения, коммутирующее устройство, а именно управляемый ключ 6, выполняется на напряжение нагрузки (низкое, что позитивно сказывается как на эксплуатационных свойствах, так и на уменьшении габаритов устройства в целом).

Таким образом многофункциональность устройства определяется тем, что оно способно осуществлять продольную, поперечную и смешанную компенсации за счет конденсаторной батареи, а также обеспечивать вольтодобавку на нагрузке с помощью последовательного трансформатора.

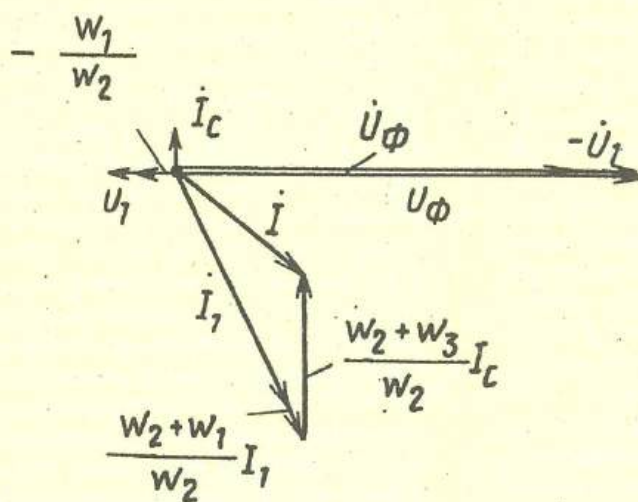
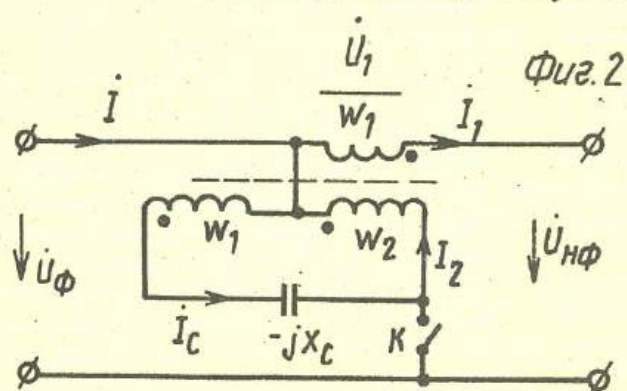
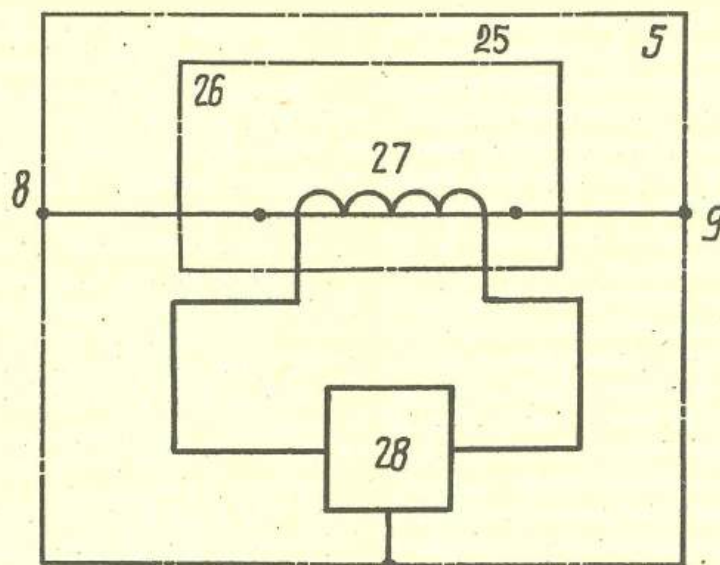
Максимальная эффективность использования конденсаторной батареи осуществляется за счет того, что с помощью дополнительной обмотки последовательного трансформатора возможно обеспечить близкое или равное номинальному напряжению на обкладках конденсатора как в период пуска нагрузки, т.е. при продольной компенсации реактивной составляющей напряжения сети, так и при поперечной компенсации реактивной мощности узла нагрузки. Кроме этого, рационально используется и последовательный

трансформатор, который при продольной компенсации обеспечивает рациональное напряжение на зажимах конденсаторной батареи, а при поперечной компенсации трансформатор не только обеспечивает напряжение, близкое к номинальному на зажимах конденсатора, но и осуществляет вольтодобавку как вольтодобавочный трансформатор и повышение напряжения, определяемое нагрузкой трансформатора.

Уменьшение габаритов конденсаторной батареи определяется тем, что она включена на высокое напряжение, а управляемый ключ находится под фазным напряжением нагрузки, что требует малогабаритного коммутационного оборудования.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство продольно-поперечного регулирования напряжения, содержащее последовательный трансформатор с первичной и вторичной обмотками, батарею конденсаторов, управляющее устройство, управляемый силовой ключ и нагрузку, причем первый силовой зажим управляющего устройства подсоединен к питающей сети, второй силовой зажим его подсоединен к первым зажимам первичной и вторичной обмоток последовательного трансформатора, второй зажим первичной обмотки которого соединен с началом фазы нагрузки, конец которой занулен, а второй зажим вторичной обмотки последовательного трансформатора соединен с первым зажимом конденсаторной батареи и первым силовым зажимом управляемого ключа, зажим управления которого подсоединен к выходу управляющего устройства, отличающемся тем, что, с целью обеспечения многофункциональности устройства, максимальной эффективности использования мощности конденсаторной батареи при продольной компенсации реактивной составляющей напряжения и при поперечной компенсации реактивной мощности, а также уменьшения габаритов устройства, оно снабжено дополнительной обмоткой последовательного трансформатора, которая первым зажимом соединена с первым зажимом первичной обмотки последовательного трансформатора, второй зажим дополнительной обмотки соединен с вторым зажимом конденсаторной батареи, а второй силовой зажим управляемого ключа занулен, устройство управления при этом реализует функцию $y = x \wedge x$, где x и x — сигналы, пропорциональные пусковому и установившемуся токам нагрузки на первом силовом входе управляющего устройства.



Фиг.3

Редактор Л. Гратилло

Техред М.Моргентал

Корректор М. Шароши

Заказ 3606

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101