



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕЩЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИКАЗ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4608326/24-07

(22) 23.11.88

(46) 23.10.90, Бюл. № 39

(71) Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт силовых полупроводниковых устройств

(72) А.В. Волков и А.С. Гринченко

(53) 621.313.333(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1418881, кл. Н 02 Р 7/42, 1983

Авторское свидетельство СССР
№ 1418882, кл. Н 02 Р 7/42, 1984.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

(57) Изобретение относится к электротехнике, в частности к частотно-управляемым электроприводам, и может быть использовано в металлургической промышленности,

машиностроении, транспорте и др. Целью изобретения является уменьшение времени разгона при стабилизации темпов разгона и торможения электропривода. Цель достигается тем, что в устройство введены дифференцирующий блок 22, элемент ИЛИ 23, элементы И-НЕ 20, 21, управляемый ключ 15 и задачник интенсивности 25. Регулятор частоты 6 выполнен пропорционально-интегральным, конденсатор в нем шунтирован управляемым ключом 14. При этом обеспечивается обнуление выхода задачника интенсивности 25 в течение времени создания магнитного потока и последующий частотный разгон с номинальным потоком. В режиме частотного торможения в обмотках двигателя обеспечиваются стабильные по амплитуде постоянные токи, не зависящие от изменения напряжения питающей сети 2 и тл

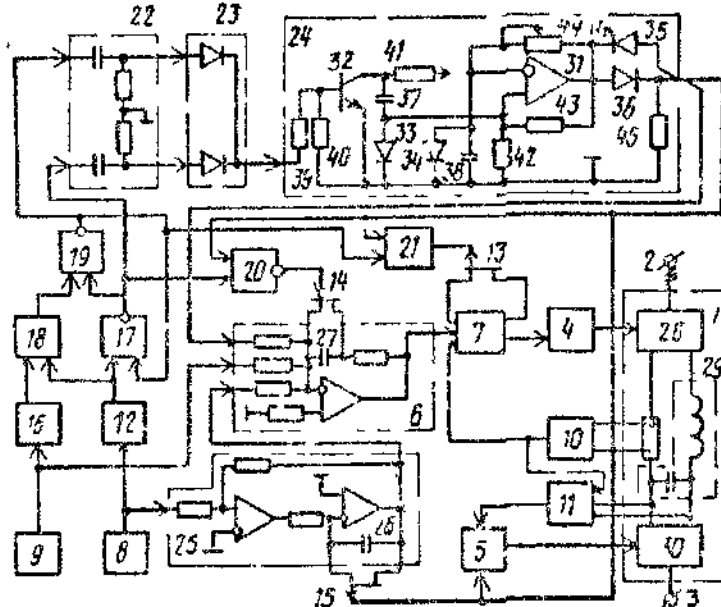


Fig 1

Изобретение относится к электротехнике, в частности к частотно-управляемым электроприводам, и может быть использовано в различных отраслях промышленности: металлургической, машиностроении, транспорте и других для управления скоростью механизмов с реактивным моментом статической нагрузки.

Целью изобретения является уменьшение времени разгона при стабилизации темпов разгона и торможения электропривода.

На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства для управления частотно-регулируемым электроприводом; на фиг. 2 — временная диаграмма работы элементов устройства.

Устройство для управления частотно-регулируемым электроприводом содержит статический преобразователь 1 частоты (фиг. 1), снабженный клеммами для подключения питающей сети 2 и асинхронного двигателя 3, системы управления напряжением 4 и частотой 5, регуляторы частоты 6 и тока 7 каждый с двумя входами, узел 8 задания, датчик 9 частоты вращения, датчик 10 тока, датчик 11 ЭДС, первый компаратор 12, вход которого соединен с выходом узла 8 задания, выход датчика 10 тока соединен с первым входом регулятора 7 тока, а выход датчика 11 ЭДС соединен с входом системы 5 управления частотой, выход регулятора 6 частоты подключен к второму входу регулятора 7 тока, выход которого соединен с входом системы 4 управления напряжением, выход каждой из систем 4 и 5 управления подключен к соответствующему управляющему входу статического преобразователя 1 частоты.

Устройство также содержит управляемые ключи 13–15, первый из которых шунтирует регулятор 7 тока, соединенный своим входом с выходом регулятора 6 частоты, второй компаратор 16, пять элементов И–НЕ 17–21, дифференцирующий блок 22, элемент ИЛИ 23, одновибратор 24 и датчик 25 интенсивности, подключенный между выходом узла 8 задания и первым входом регулятора 6 частоты. При этом первые входы элементов И–НЕ 17 и 18 подключены к выходу первого компаратора 12, второй вход элемента И–НЕ 18 соединен с выходом второго компаратора 16, выходы элементов И–НЕ 17 и 18 подключены соответственно к первому и второму входам элемента И–НЕ 19, выход которого подключен к второму входу элемента И–НЕ 17, первый и второй входы дифференцирующего блока 22 подключены соответственно к выходам элементов И–НЕ 17 и 19, а два выхода дифференцирующего блока 22 подсоедине-

ны к двум входам элемента ИЛИ 23, соединенному своим выходом через одновибратор 24 с вторым входом системы 5 управления частотой, с первыми входами элементов И–НЕ 20 и 21, вторым входом регулятора 6 частоты и управляющим входом управляемого ключа 15, шунтирующего конденсатор 26 в цепи обратной связи датчика 25 интенсивности.

Элемент И–НЕ 20 соединен своим вторым входом с выходом элемента И–НЕ 17, а выходом — с управляющим входом управляемого ключа 14, шунтирующего конденсатор 27 в цепи обратной связи регулятора 6 частоты, выполненного пропорционально-интегральным. Элемент И–НЕ 21 соединен своим вторым входом с выходом элемента И–НЕ 19, а выходом — с управляющим входом управляемого ключа 13. Третий вход регулятора 6 частоты подключен к выходу датчика 9 частоты вращения. Статический преобразователь 1 частоты может быть выполнен с последовательно соединенными управляемым выпрямителем 28, фильтром 29 и автономным инвертором 30 напряжения. Датчик 11 ЭДС может быть выполнен с суммирующим и гальванически развязывающим блоком, связанным входами с входом автономного инвертора 30 напряжения и выходом датчика 10 тока. Датчик 9 частоты вращения может быть выполнен в виде датчика выходной частоты преобразователя, датчика выходного напряжения преобразователя, датчиков ЭДС или частоты вращения двигателя. Одновибратор 24 может быть выполнен на операционном усилителе 31, транзисторе 32, диодах 33–36, конденсаторах 37 и 38 и резисторах 39–45.

На фиг. 2 обозначены выходные сигналы U_8 и U_9 узла 8 задания и датчика 9 частоты вращения соответственно, выходные сигналы U_{20} и U_{21} элементов И–НЕ 20 и 21, выходные сигналы U_{23} , U_{24} и U_{25} элемента ИЛИ 23, одновибратора 24 и датчика 25 интенсивности соответственно.

Устройство для управления частотно-регулируемым электроприводом работает следующим образом.

С выхода узла 8 задания на входы компаратора 12 и датчика 25 интенсивности поступает сигнал U_8 задания частоты. Рассматривают режим разгона электропривода из начального состояния, характеризуемого остановом двигателя, отсутствием выходных напряжений и токов преобразователя 1 частоты. В указанном режиме разгона сигнал U_8 задания изменяется из нулевого значения до величины f^* (фиг. 2), пропорциональной заданному установившемуся значению частоты вращения двига-

теля. При этом выходной сигнал компаратора 12 изменяется из логической "1" в логический "0", выходной сигнал компаратора 16 при нулевом выходном сигнале U_9 в течение времени (t_1-t_2) процесса разгона равен "1", выходные сигналы элементов И-НЕ 17-19 изменяются соответственно из "0" в "1", из "0" в "1" и из "1" в "0".

При изменении выходного сигнала элемента 17 из "0" в "1" дифференцирующий блок 22 формирует на одном из выходов узкий импульс, воздействующий через элемент ИЛИ 23 на вход одновибратора 24. По выходному сигналу U_{23} осуществляется запуск одновибратора 24, при котором выходной сигнал указанного одновибратора изменяет свою полярность из положительной на отрицательную, сохраняя новое состояние в течение длительности времени τ , т.е. в течение времени t_1-t_2 (фиг. 2). При поступлении узкого положительного импульса U_{23} на вход (резистор 39) одновибратора 24 на время длительности указанного импульса кратковременно открывается транзистор 32, к прямому входу усилителя 31 прикладывается отрицательно заряженная обкладка конденсатора 37, усилитель 31 изменяет свою выходную полярность сигнала из положительной на отрицательную удерживаясь в новом состоянии положительной обратной связью через резистор 43.

Через время τ , равное времени заряда конденсатора 38 до напряжения, равного потенциалу на прямом входе усилителя 31, выходной сигнал усилителя 31 изменяет свою полярность на положительную и остается в указанном состоянии до следующего поступления запускающего импульса на резистор 39, с помощью переменного резистора 44 регулируется время τ формирования отрицательного импульса на выходе усилителя 31. Диоды 35 и 36 служат для согласования уровня выходного сигнала одновибратора 24 с входами регулятора частоты (диод 35) и входами элементов И-НЕ 20 и 21, вторым входом системы 5 управления частотой (диод 36).

В течение интервала времени t_1-t_2 с выхода одновибратора 24 на второй вход регулятора 6 частоты поступает дополнительный сигнал задания. Выходные сигналы элементов И-НЕ 20 и 21 равны "1", управляемые ключи 14 и 15 открыты, шунтируя соответственно конденсатор 27 в цепи обратной связи регулятора 6 частоты и конденсатор 26 в цепи обратной связи задатчика 25 интенсивности. Управляемый ключ 13 закрыт.

При этом на интервале времени t_1-t_2 выходные сигналы задатчика 25 интенсивности и датчика 9 частоты вращения равны нулю. Под действием сигнала на своем втором входе регулятор 6 частоты (старший пропорциональным при шунтировании конденсатора 27) устанавливается своим выходным сигналом в максимальное ограничение (насыщение), задавая на вход регулятора 7 тока максимальный сигнал токового задания.

Регулятор 7 тока поддерживает ток на выходе преобразователя частоты на уровне токоограничения. При воздействии выходного сигнала одновибратора 24 на второй вход системы 5 управления частотой блокируется в течение временного интервала t_1-t_2 переключение тиристоров автономного инвертора 30, т.е. задается нулевая выходная частота токов преобразователя 1 частоты. Таким образом, на первоначальном участке времени t_1-t_2 разгона в статорные обмотки асинхронного двигателя от преобразователя 1 частоты задаются максимальные (исходя из перегрузочной способности преобразователя) постоянные токи, вследствие чего с максимально возможным темпом осуществляется нарастание магнитного потока в двигателе до его номинального значения. Электромагнитный момент и скорость двигателя на этом участке времени равны нулю.

После нарастания магнитного потока двигателя до его номинального значения (момент времени t_2 , фиг. 2) одновибратор 24 заканчивает цикл своей работы и изменяет полярность своего выходного сигнала из отрицательной на положительную. Снимаются сигнал блокировки с второго входа системы 5 управления частотой и дополнительный сигнал с второго входа регулятора 6 частоты. При этом изменяется из "1" в "0" выходной сигнал элемента И-НЕ 20 и закрываются управляемые ключи 14 и 15. Выходной сигнал U_{25} задатчика 25 интенсивности начинает линейно увеличиваться с заданным темпом от нуля до своего заданного установившегося значения $-f^*$. Регулятор 6 частоты становится пропорционально-интегральным с начальным нулевым зарядом конденсатора 27 и осуществляет нормированный для систем подчиненного регулирования процесс регулирования частоты вращения до заданного текущего значения U_{25} , задаваемого на вход регулятора 6 частоты от задатчика 25 интенсивности.

В течение процесса разгона на интервале времени t_2-t_3 посредством воздействия регуляторов частоты 6 и тока 7 на систему 4 управления напряжением создаются также величины выходных токов преобразователя

частоты, при которой развиваемый двигателем электромагнитный момент соответствует заданному (от сигнала U_{25}) задатчика 25 интенсивности темпу разгона привода. Путем задания выходной частоты преобразователя 1, пропорциональной выходному сигналу датчика 11 ЭДС, в режиме разгона поддерживается постоянное значение (равное номинальному) магнитного потока двигателя, что обеспечивает высокие значения перегрузочной способности асинхронного двигателя по моменту. По окончании режима разгона (интервал времени t_3-t_4) в электроприводе устанавливается статический режим работы на выходной частоте, равной f^* .

Рассмотрим режим торможения электропривода, начавшийся в момент времени t_4 (фиг. 2), с момента изменения выходного сигнала U_8 узла 8 задания в нулевое значение. При этом на начальном наиболее продолжительном по длительности участке t_4-t_5 интервала торможения выходной сигнал компаратора 12 становится равным "1", состояние выходных сигналов логических элементов и состояние управляемых ключей (закрытое) не изменяется. Выходной сигнал U_{25} задатчика 25 интенсивности линейно уменьшается с заданным темпом по амплитуде. Изменяется полярность выходного сигнала регулятора 6 частоты на противоположную (отрицательную) посредством воздействия регулятора 7 тока через систему 4 управления напряжением на выходные токи преобразователя 1 частоты. В двигателе создается тормозной электромагнитный момент (накопленная кинетическая энергия привода путем рекуперации возвращается в питающую сеть либо рассеивается на активных элементах преобразователя частоты в зависимости от реверсивного или нереверсивного выполнения управляемого выпрямителя 28 соответственно). Вследствие создания в режиме торможения постоянного (номинального) значения магнитного потока двигателя в электроприводе обеспечиваются высокие значения тормозного электромагнитного момента двигателя.

При достижении частотой вращения двигателя (сигнал датчика частоты вращения U_9), близкого к нулевому значению (момент времени t_5 , фиг. 2), изменяется из "0" в "1" выходной сигнал компаратора 16. Изменяются из "1" в "0" выходные сигналы элементов И-НЕ 17 и 18. Из "0" в "1" изменяется выходной сигнал элемента 19. В момент изменения выходного сигнала элемента И-НЕ 19 из "0" в "1" на втором выходе дифференцирующего блока 22 формируется

узкий импульс, запускающий через элемент ИЛИ 23 одновибратор 24, который изменяет полярность своего выходного сигнала из положительной в отрицательную и сохраняет это новое значение в течение длительности τ на интервале времени t_5-t_6 .

В течение данной заключительной части времени торможения от выходного сигнала одновибратора 24 блокируется переключение тириستоров автономного инвертора 30 (путем воздействия на второй вход системы 5 управления частотой) и подается дополнительный сигнал задания на второй вход регулятора 6 частоты. Выходные сигналы элементов И-НЕ 20 и 21 равны "1", управляемые ключи 14 и 15 открыты, шунтируя соответственно конденсатор 27 в цепи обратной связи регулятора 6 частоты и конденсатор 26 в цепи обратной связи задатчика 25 интенсивности, а управляемый ключ 13 закрыт. При этом на интервале t_5-t_6 выходной сигнал задатчика 25 интенсивности равен нулю.

Под действием сигнала на своем втором входе регулятор 6 частоты (ставший пропорциональным при шунтировании конденсатора 27) устанавливается своим выходным сигналом в максимальное ограничение (насыщение), задавая на вход регулятора 7 тока максимальный сигнал токового задания. Регулятор 7 тока поддерживает на выходе преобразователя 1 частоты ток на уровне заданного токоограничения. Таким образом, на заключительном участке времени t_5-t_6 торможения в статорные обмотки асинхронного двигателя от преобразователя 1 частоты задаются максимальные (исходя из перегрузочной способности преобразователя) постоянные токи, вследствие чего осуществляется эффективный процесс останова двигателя в режиме динамического торможения постоянным током. При этом режим останова с использованием динамического торможения постоянным током более эффективен в сравнении с частотным торможением на указанных низких частотах, что обусловлено существенным влиянием на качество тормозного электромагнитного момента при частотном регулировании пульсаций датчика частоты вращения на низкой частоте (как аппаратных, так и фактических пульсаций частоты вращения от несинусоидальности выходных напряжений и токов преобразователя частоты).

По окончании рабочего цикла одновибратора 24 с момента времени t_6 изменяется полярность выходного сигнала одновибратора 24 на положительную, снимаются сигнал блокировки частоты с второго входа системы 5 управления частотой и дополни-

тельный сигнал задания с второго входа регулятора 6 частоты. Выходные сигналы элементов И-НЕ 17 и 19 равны "0" и "1" соответственно. При этом управляемые ключи 13 и 14 открыты, шунтируя соответственно конденсатор 27 в цепи обратной связи регулятора 6 частоты и цепь обратной связи регулятора 7 тока. Управляемый ключ 15 закрыт. Таким образом, в режиме длительного останова электропривода на входе системы 4 управления напряжением присутствует нулевой сигнал (поступающий с шунтированного регулятора 7 тока), что обуславливает отсутствие напряжения и тока на выходе преобразователя 1 частоты и обеспечивает экономичный бестоковый энергетический режим работы электропривода в режиме останова. Системой 5 управления частотой в режиме останова задается начальная пусковая частота (0,5-1) Гц, что обеспечивает в автономном инверторе 30 напряжения регулярные коммутационные процессы (без выходного напряжения) с указанной низкой частотой. Это способствует поддержанию в постоянной готовности к последующей работе (т.е. в заряженном состоянии) коммутирующих конденсаторов инвертора 30 с искусственной коммутацией в режиме останова электропривода.

Уменьшение времени разгона в рассмотренном устройстве достигается за счет сокращения времени нарастания магнитного потока до своего номинального значения, исключения времени запаздывания при определении режима разгона и повышения среднего значения электромагнитного момента двигателя на участке времени разгона. Сокращение времени нарастания магнитного потока в устройстве осуществляется посредством задания от преобразователя частоты в стартовые обмотки асинхронного двигателя на начальном участке режима разгона токов нулевой частоты и максимальной амплитуды (равной токоограничению преобразователя), вследствие чего магнитный поток в двигателе нарастает форсированно до номинального значения за минимальное время. Исключение времени запаздывания при определении режима разгона первым компаратором обеспечено путем контролирования указанным компаратором быстроизменяющегося сигнала на входе задатчика интенсивности, что исключает время запаздывания при определении режима разгона при любых (в т.ч. малых) значениях темпах изменения сигнала задания на выходе задатчика интенсивности.

Повышение мгновенного значения электромагнитного момента на последующем частотном участке режима разгона

электропривода достигается созданием (на предыдущем интервале времени) номинального значения потокосцепления двигателя, что позволяет формировать в двигателе высокую перегрузочную способность по моменту в режиме частотного пуска. Повышение среднего значения электромагнитного момента на всем участке разгона следует из сокращения времени нарастания магнитного потока и формирования повышенных мгновенных значений электромагнитного момента двигателя при частотном пуске и проявляется в виде сокращения в режиме разгона в кривой скорости длительности нулевого участка (в 2-3 раза по сравнению с известным устройством) и в уменьшении общего времени разгона электропривода до заданной скорости на 10-20% и более.

Стабилизация темпа разгона в устройстве достигается тем, что при введении обнуления выходного сигнала задатчика интенсивности (в течение времени создания магнитного потока) на последующем интервале частотного разгона с номинальным значением потока двигателя становится возможным двигателю, имеющему при номинальном потоке большие возможности по перегрузочной способности по моменту, отслеживать (с малым динамическим рассогласованием) своей частотой вращения за линейно возрастающим сигналом задания с выхода задатчика интенсивности. В результате этого стабилизируются темп (ускорение) на всем интервале разгона и общее время разгона электропривода до заданной скорости, а также ограничиваются предельные механические воздействия на кинематические передачи рабочих механизмов.

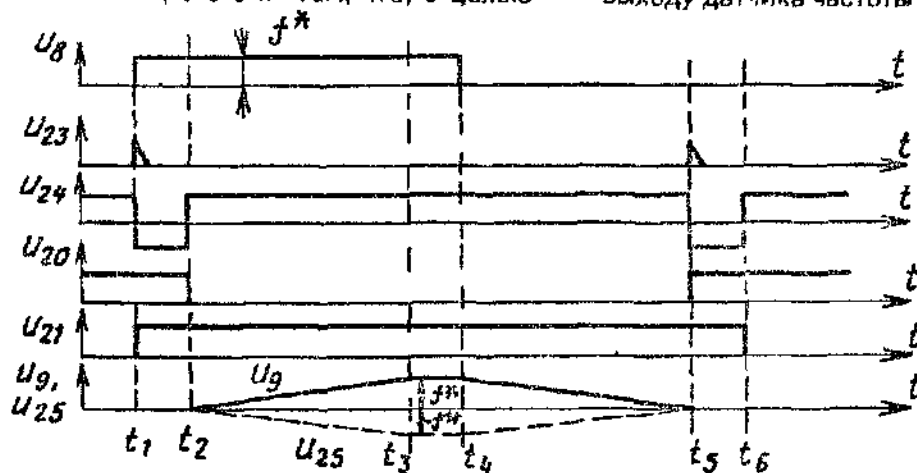
Стабилизация темпа торможения в режиме частотного торможения в диапазоне от высоких до низких значений частот вращения осуществляется аналогично рассмотренному режиму стабилизации темпа разгона на интервале частотного пуска. Нормирование (стабилизация) времени (темпа) торможения на заключительном интервале останова двигателя в режиме динамического торможения обеспечивается в устройстве созданием в обмотках асинхронного двигателя стабильных по амплитуде (поддерживаемых регулятором тока на уровне токоограничения) постоянных токов, не зависящих от изменения напряжения питающей сети.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для управления частотно-регулируемым электроприводом, содержащее статический преобразователь частоты,

снабженный клеммами для подключения питающей сети и асинхронного двигателя, системы управления напряжением и частотой, подключенные выходами к соответствующим управляющим входам статического преобразователя частоты, регулятор частоты и регулятора тока, каждый с двумя входами, узел задания, датчик частоты вращения, датчики тока и ЭДС, два компаратора, вход первого из которых соединен с выходом узла задания, а вход второго — с выходом датчика частоты вращения, выход датчика тока соединен с первым входом регулятора тока, а выход датчика ЭДС соединен с входом системы управления частотой, выход регулятора частоты подключен к второму входу регулятора тока, выход которого соединен с входом системы управления напряжением, два управляемых ключа, первым из которых шунтирован регулятор тока, три элемента И-НЕ, причем первые входы первого и второго элементов И-НЕ подключены к выходу первого компаратора, второй вход второго элемента И-НЕ соединен с выходом второго компаратора, выходы первого и второго элементов И-НЕ подключены соответственно к первому и второму входам третьего элемента И-НЕ, выход которого подключен к второму входу первого элемента И-НЕ, одновибратор, соединенный выходом с вторым входом системы управления частотой, отличающееся тем, что, с целью

уменьшения времени разгона при стабилизации темпов разгона и торможения введены дифференцирующий блок, элемент ИЛИ, четвертый и пятый элементы И-НЕ, третий управляемый ключ и задатчик интенсивности, подключенный между выходом узла задания и первым входом регулятора частоты, при этом первый и второй входы дифференцирующего блока подключены соответственно к выходам первого и третьего элементов И-НЕ, а два выхода дифференцирующего блока подсоединены к двум входам элемента ИЛИ, соединенного выходом через одновибратор с первыми входами четвертого и пятого элементов И-НЕ, вторым входом регулятора частоты и управляющим входом третьего управляемого ключа, которым шунтирован конденсатор в цепи обратной связи задатчика интенсивности, четвертый элемент И-НЕ соединен вторым входом с выходом первого элемента И-НЕ, а выходом — с управляющим входом второго управляемого ключа, которым шунтирован конденсатор в цепи обратной связи регулятора частоты, выполненного пропорционально-интегральным, пятый элемент И-НЕ соединен вторым входом с выходом третьего элемента И-НЕ, а выходом — с управляющим входом первого ключа, регулятор частоты снабжен третьим входом, подключенным к выходу датчика частоты вращения.



Фиг. 2

Редактор М.Бланар

Составитель А.Жилин
Техред М.Моргентал

Корректор Т.Палий

Заказ 3276

Тираж 454

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