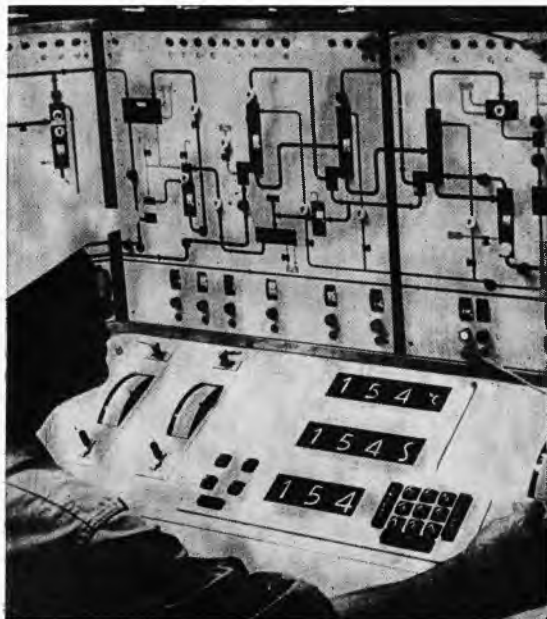


iskorišćeno područje od 300 do 2400 Hz, mogu se na takvom vodovod prenositi signali daljinskog mjerenja izmjeničnom strujom na frekvencijama iznad 2400 Hz, a područje ispod 300 Hz može se upotrijebiti za prenos istosmjernih običnih ili impulsnih signala. Ali mogućnosti za prenos informacija preko fizičkih vodova ograničene su, a i s pupiniziranim kabelima mogu se informacije prenositi na višim frekvencijama samo na manje udaljenosti. Stoga se dugačke veze mogu realizirati samo s pomoću visokofrekventnog prenosa nosećim strujama. Kao prenosni putevi za visokofrekventni prenos mogu da služe: zračni vodovi, nepupinizirani simetrički kabeli s papirnom ili stirofleksnom izolacijom, različiti koaksijalni kabeli i također obične i usmjerene radio-veze na vrlo visokim i ultravisokim frekvencijama.



Sl. 15. Pokazna ploča središnjeg uređaja za daljinsko mjerenje i direktno digitalno upravljanje kemijskom tvornicom (Foxboro)

Na dalekovodima, koji moraju biti za ovu svrhu specijalno pripremljeni, mogu se mjerne vrijednosti prenositi samo s pomoću nosećih struja koje su modulirane signalom. Takav se prenos zbog smetnji, prigušenja i konstrukcije priključnih uređaja obavlja na frekvencijama između 30 i 450 kHz. Na takvim dalekovodima prenose se obično signali daljinskog mjerenja uz govor, daljinsko upravljanje, daljinsku signalizaciju, telegrafiju, daljinsku regulaciju i selektivnu zaštitu (v. *Elektroprivredni telekomunikacijski uređaji*).

LIT: H. M. Изюмов, Импульсные системы многоканальной радиосвязи, Москва 1947. — В. С. Малов, Телемеханика в энергетических системах, Москва-Ленинград 1955. — М. Провашик, Дальномерные в энергетике, Прага 1960. — G. Obenhaus, Fernmeßrichtungen, Berlin 1964. Dalju literaturu v. u članku *Daljinsko upravljanje*.

M. Matiević

DALJINSKO UPRAVLJANJE (teleupravljanje), prijenos zapovijedi sa centralnog upravljačkog (komandnog) mjesta do udaljenih upravljanih uređaja. Za vezu između upravljačkog mjesta i upravljanog uređaja služe vodovi koji tvore mrežu daljinskog upravljanja. Prenos zapovijedi i informacija obavlja se redovito električkim, hidrauličkim ili pneumatskim putem. Za prenos na veće udaljenosti služi, međutim, samo električki prenos pa je samo on ovdje opisan.

Daljinsko upravljanje obuhvaća osim postupka za prenos zapovijedi, po potrebi, još i *povratnu kontrolu*, tj. provjeru da li je signal ispravno prenet, nadalje, izvještaj o ispravnom izvršenju zapovijedi s pomoću *povratne signalizacije* i nadzor tekućeg

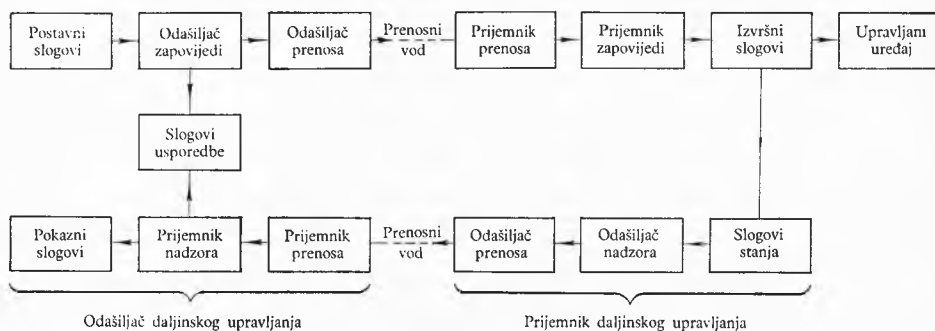
stanja s pomoću daljinskog mjerenja (v. *Daljinsko mjerenje*). Prenos zapovijedi obavlja se tako da se na upravljačkom pultu, ploči ili stolu izabere jedna od predviđenih zapovijedi automatskim ili ručnim postavljanjem sklopke, ili pritiskom na dugme. U *odašiljaču* za daljinsko upravljanje ta se zapovijed pretvara u signal prikladan za prenos preko postojećih električkih vodova ili radio-veze, npr. u niz električkih impulsa određena oblika. Na mjestu prijema *prijemnik* daljinskog upravljanja pretvara električki signal u signal izvršenja koji djeluje na izvršne slogove, npr. na neku sklopku ili ventil udaljenog upravljanog uređaja. Zapovijedi koje se prenose mogu biti dvopoložajne, npr. za ukopčavanje i iskopčavanje, ili višepoložajne, npr. za upravljanje električkim naponom.

Da ne bi zbog smetnji ili kvara na prenosnom vodovod ili uređaju došlo do izvršenja pogrešnih zapovijedi, ponekad se prije izvršenja zapovijedi provjerava ispravnost signala, npr. automatskom kontrolom broja impulsa koji sačinjavaju signal, ili automatskim uspoređivanjem dva ili više puta uzastopno predatog signala, ili javljanjem položaja i stanja izvršnog organa, ili uspoređivanjem signala zapovijedi i signala nadzora pomoću povratne signalizacije, ili i drugim postupcima. Za prenos povratne signalizacije primjenjuju se isti postupci i uređaji kao za prenos zapovijedi, samo u obratnom smjeru. Rad udaljenih uređaja provjerava se ponekad i daljinskim mjerenjem. Ono može u određenim slučajevima zamijeniti čak i povratnu signalizaciju ili nadzor i time pojednostavniti uređaj daljinskog upravljanja. Tako npr. nije potrebno nadzirati položaj sklopke ako se vrši daljinsko mjerenje električne struje u krugu koji ona zatvara.

Daljinsko upravljanje se primjenjuje danas: u velikim industrijskim pogonima sa središnjim upravljanjem za uključivanje i isključivanje energetskih izvora, ventilā, sklopki i za upravljanje transportnim uređajima; u naftovodima, plinovodima i vodovodnim postrojenjima za upravljanje udaljenih pumpnih, kompresorskih i ventilnih stanica; u elektroprivredi za upravljanje sklopkama snage pri uključivanju i isključivanju elektroenergetskih mreža i uređaja (v. *Elektroprivredni telekomunikacijski uređaji*); u zrakoplovstvu i u astronautici pri upravljanju letalima i pri upravljanju pojedinim uređajima u njima; u željezničkom saobraćaju pri upravljanju signalnim spravama i skretnicama u kolodvorima, stanicama i na pojedinim odsjecima pruge (v. *Željeznički signalno-sigurnosni uređaji*). U stvari, područje primjene daljinskog upravljanja je praktički neograničeno jer je, npr. primjenom sklopke, moguće neposredno ili posredno upravljati bilo kakvim uređajem.

Sistemi daljinskog upravljanja. Osnovni prikaz sistema daljinskog upravljanja dan je na sl. 1. U *odašiljaču daljinskog upravljanja* ručnim ili automatskim postavljanjem sklopki postavnog sloga ukopčavaju se signali postavljanja, koji se preoblikuju u odašiljaču zapovijedi u signale zapovijedi, a zatim u odašiljaču prenosa u signale prikladne za daljinski prenos; u *prijemniku daljinskog upravljanja* primljeni se signali ponovo pretvaraju u signale zapovijedi i signale izvršenja, koji djeluju na izvršne slogove ili sprave.

Pri povratnoj signalizaciji prijemnik daljinskog upravljanja djeluje kao odašiljač, te zavisno od stanja izvršnih slogova šalje signale stanja, pretvara ih u signale nadzora i signale prenosa, a odašiljač daljinskog upravljanja prima te signale svojim prijemnikom prenosa i pretvara ih ponovo u signale nadzora i signale



Sl. 1. Shematski prikaz daljinskog upravljanja s povratnom signalizacijom

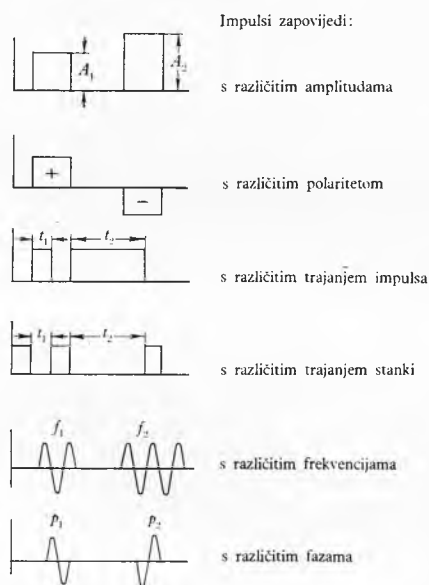
pokazivanja. U slučaju zavisnosti upravljanja od povratne signalizacije primjenjuju se slogovi usporedbe, kojima su uspoređujući signal zapovijedi i signal nadzora.

Postavni i pokazni slogovi mogu biti konstruktivno povezani u povratno-potvrđne sklopke, koje omogućuju prekopčavanje i svojim osvjetljenjem pokazuju stanja izvršnih sprava. Izvršni i nadzorni slogovi izvedeni su često kao jedna sklopka, koja svojim kontaktima djeluje na upravljani krug, a jedan od kontakata služi za nadzor stanja sklopke.

Uredaji za daljinsko upravljanje mogu se prema prenosnim veličinama podijeliti na *impulsne* sisteme i *impulsno-kodne* sisteme, a prema načinu prenosa na sisteme s *jednstrukim prenosom* i sisteme s *višestrukim prenosom*. S obzirom na povratnu signalizaciju uređaji se mogu izvesti: bez povratne signalizacije, s povratnom signalizacijom koja ne utječe na izvršenje zapovijedi i s povratnom signalizacijom od koje zavisi mogućnost izvršenja upravljanja. Prema načinu rada mogu se sistemi za daljinsko upravljanje upotrijebiti ili za upravljanje samo jednim objektom ili za središnje upravljanje više nego jednim objektom, pri čemu objekti mogu biti i na različitim mjestima.

Za prijenos zapovijedi i informacija mogu se upotrijebiti dva postupka: prvim se prenose samo promjene, a drugim se informacije prenose stalno, bez obzira na to da li ima promjena ili ne.

Informacije se električki prenose radi daljinskog upravljanja bilo po analognom ili po digitalnom principu s pomoću kodiranih telegrama, a za prenos informacija služe istosmjerni ili izmjenični



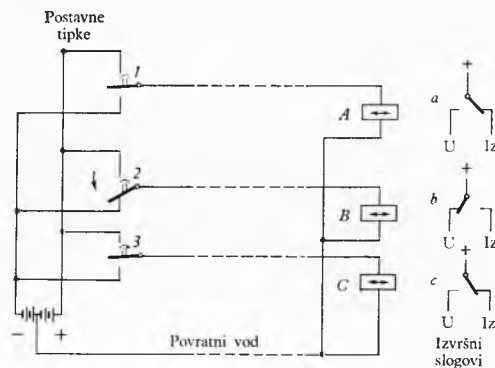
Sl. 2. Različite vrste i oblici impulsa koji se primjenjuju pri daljinskom upravljanju

impulsi različitog polariteta, trajanja, položaja ili različite amplitude, a kod impulsa izmjenične struje također različite frekvencije i faze. Na sl. 2 prikazani su impulsi različitih vrsta i oblika koji se mogu upotrijebiti pri daljinskom upravljanju.

Kad postoji više upravljanih uređaja kojima treba prenositi zapovijedi, može se upotrijebiti više pojedinačnih, jednostrukih prenosa ili jedan višestruki prenos. Veći broj pojedinačnih prenosa primijenit će se samo tamo gdje udaljenost između upravljačkog mjesta i upravljanih uređaja nije velika; za prenos zapovijedi na veće udaljenosti upotrebljavaju se radi uštede na vodovima isključivo višestruki sistemi. Takvi višestruki prenosi mogu se ostvariti frekvencijskom razdiobom, vremenskom razdiobom signala na istomvodu ili kombinacijom obaju pomenutih sistema.

Kod *frekvencijske razdiobe* se preko istog voda prenosi istovremeno više signala, s time da se svaki signal šalje na drugoj frekvenciji. Na mjestu prijema signali se razdvajaju odgovarajućim filtrima i vode do izvršnih slogova. Kod *vremenske raz-*

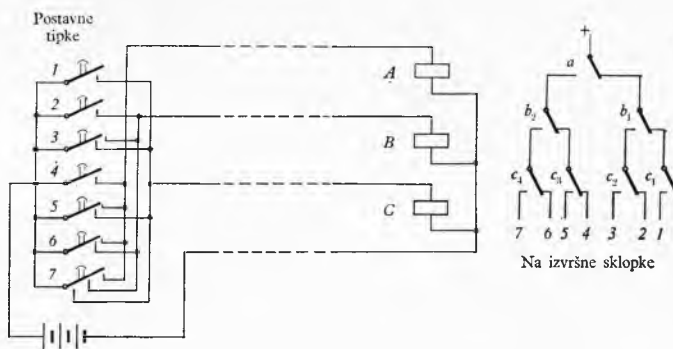
diobe se signali koji se upućuju preko istog voda pojedinim uređajima daju uzastopce, tj. redom najprije za prvi izvršni slog, zatim za drugi itd., bez obzira na to da li se odašilju impulsi za nove zapovijedi ili se samo ponavljaju impulsi za već ranije izdatu zapovijed. Pri tom se priključuju na prenosni vod uzastopce s jedne strane pojedini odašiljači zapovijedi, a s druge strane prijemnici pripadajućih izvršnih slogova. Uzastopno usklađeno priključivanje odašiljača i prijemnika vrši se s pomoću odgovarajućih sinhrono pokretanih razdjelnika impulsa. Često se



Sl. 3. Neposredno daljinsko upravljanje promjenom polariteta struje. Pritiskom na tipku 2 data je zapovijed za uključivanje izvršnog sloga B

za ovu svrhu primjenjuju i start-stop sistemi, slični kao na teleprinterima (v. *Telegrafija*).

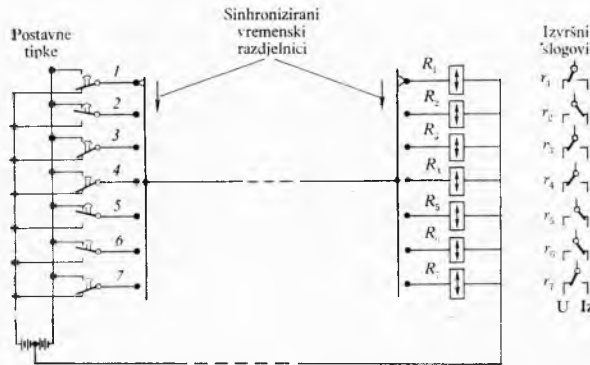
Daljinsko se upravljanje može obavljati neposredno ili posredno. Pri *neposrednom* upravljanju uređaj djeluje izravno na pripadajući izvršni slog, npr. na određenu sklopku, pri *posrednom* upravljanju dolazi do izvršenja zapovijedi tek nakon aktiviranja određenog broja izvršnih ili postavnih slogova, ili kombinacije jednih i drugih.



Sl. 4. Sistem daljinskog upravljanja s posrednim djelovanjem

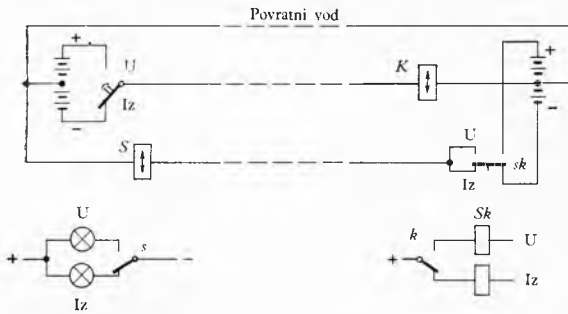
Primjeri sistema daljinskog upravljanja. Na sl. 3 prikazan je jednostavan sistem daljinskog upravljanja s promjenom polariteta struje. Kontakti *a*, *b* i *c* polariziranih releja *A*, *B* i *C* djeluju neposredno kao izvršni slogovi. Za svako upravljanje potreban je jedan vod, a jedan vod služi kao zajednički povratni vod.

Sistem s posrednim djelovanjem prikazan je na sl. 4. Primenjeni impulsi jesu sa strujom i bez nje. Oni uključuju ili isključuju releje *A*, *B* i *C* kombinacijama spojeva na tipkama 1...7. Na prijemnoj strani uključuju se preko kombinacije kontakata releja odgovarajuće izvršne sklopke, kojih ima ukupno sedam. U ovom slučaju moguće je s pomoću četiri voda izvršiti sedam upravljanja, ali uzastopno, ne istodobno. Općenito je moguće sa *n* vodova uzastopno prenositi $2^{n-1} - 1$ upravljanja. Jednostavan sistem s promjenom polariteta, neposrednim djelovanjem i vremenskom razdiobom prikazan je na sl. 5. Vremenski razdjelnici pokreću se sinhrono i prenose stanje tipki 1...7 jedno za drugim, te djeluju na polarizirane releje $R_1 \dots R_7$ istim redom. Za prijenos su potrebna dva voda, ali nije moguće u isto vrijeme upravljati više nego jednim izvršnim slogom.



Sl. 5. Sistem daljinskog upravljanja s neposrednim djelovanjem i vremenskom razdiobom

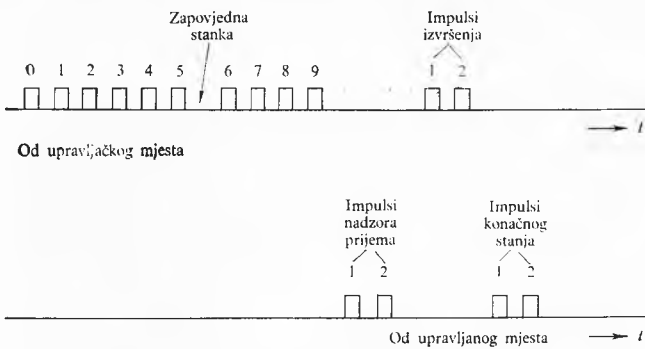
Sistem s povratnom signalizacijom prikazan je na sl. 6. Zavisno od položaja postavne tipke odašilje se signal različitog polariteta, koji djeluje na relej *K*, te njegovim kontaktom *k* uključuje sklopku *Sk*. U krugu povratne signalizacije kontakt sklopke *sk* odašilje signal koji prekopčava relej *S*, te njegovim kontaktom *s* uključuje sijalice koje pokazuju stanje sklopke *Sk*.



Sl. 6. Sistem daljinskog upravljanja s povratnom signalizacijom

Prikazom ovih jednostavnih sistema obuhvaćeni su osnovni principi rada. Pri povratnoj signalizaciji moguće je u slučaju promjene stanja upravljane sklopke, izazvane na prijemnoj strani, uključiti automatsko ispitivanje s pomoću odgovarajuće automatike u odašiljaču.

Složeniji sistemi za veći broj upravljanja djeluju u osnovi s povratnom signalizacijom tako da se za svaki odaslani slijed impulsa signalizira ispravnost njegova prijema i zatim šalju slijedeći impulsi samo kad povratna signalizacija odgovara. Na taj način može se provjeriti ili samo ispravnost odaslano signala, ili i ta ispravnost i ispravnost izbora izvršnog sloga, odn. sprave.

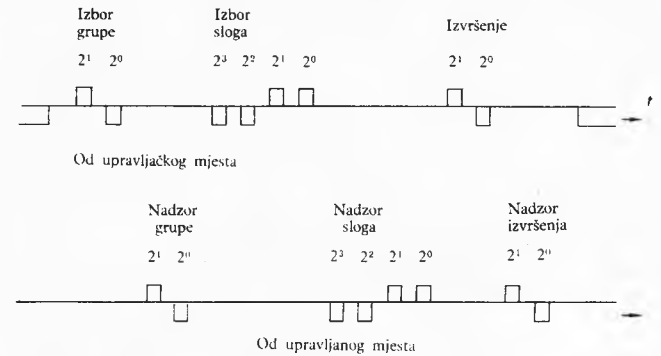


Sl. 7. Redoslijed impulsa za prenos zapovijedi, nadzora, izvršenja i stanja

Postoji više načina provjere ispravnosti signala. Npr. pri prenosu signala s istim brojem impulsa, povratna signalizacija daje signal ispravnosti ako su svi impulsi primljeni. Na sl. 7 prikazan je slijed impulsa u kojem produljena stanika određuje izabrano upravljanje. Ako su primljeni svi impulsi, prijemnik odašilje dva impulsa koji potvrđuju ispravan prijem, i tek nakon toga mogu

se poslati signali izvršenja. Nakon prekopčavanja izvršnih sprava, upravljani uređaj ponovo signalizira novi položaj i time se mijenja stanje pokaznih sprava na upravljačkoj ploči.

Povećanje broja upravljanja zahtijeva podjelu izvršnih sloгова u grupe tako da prvi slijed impulsa izabire grupu, drugi odgovarajući izvršni slog, a treći izvršava zapovijed. Povratna signalizacija nadzire izbor grupe, izbor izvršnog sloga i stanje nakon izvršenog upravljanja. Ako u odašiljaču usporedba signala zapovijedi i nadzora ne zadovoljava, postupak se prekida i signalizira se neispravnost posebnom svjetiljkom ili zvučnim spravama.



Sl. 8. Impulsi slijed zapovijedi i nadzora za slučaj binarno-decimalnog kodiranja

Na sl. 8 prikazan je impulsi slijed zapovijedi i nadzora za slučaj binarno-decimalnog kodiranja, pri jednakim zapovijednim i nadzornim slijedovima impulsa.

Prenosni kanali i izvedbena rješenja sistema daljinskog upravljanja jednaki su kanalima i izvedbama sistema daljinskog mjerenja (v. *Daljinsko mjerenje*).

Kod ručnog daljinskog upravljanja mora čovjek koji rukuje nekim strojem ili procesom neprestano kontrolirati izvršenje svojih zapovijedi. On to može činiti izravnm osmatranjem događaja ili slike na ekranu industrijskog televizijskog pokazivača odnosno praćenjem izvršnih signala i pokazivanjem instrumenata za daljinsko mjerenje. Na osnovu osmotrenog stanja i dobivenih podataka poslužilac vrši ispravke s pomoću uređaja za daljinsko upravljanje ako stvarno stanje odstupa od željenog, naredenog ili programom utvrđenog stanja.

Međutim, ručno daljinsko upravljanje sve više zamjenjuju savršeniji sistemi upravljanja u kojima električni sklopovi za daljinsko upravljanje predstavljaju samo dio tih sistema. Kod automatske regulacije poslužilac samo namjesti željenu vrijednost, pa ukoliko se pojavi odstupanje, aparatura sama vrši ispravke. Da bi se u toku procesa moglo utjecati i na smetnje van regulacijskog procesa, primjenjuje se uređaj za prikupljanje i obradu podataka. Na osnovu niza tako sistematski obrađenih dodatnih podataka poslužilac iznalazi optimum i postavlja ga na uređaj za automatsku regulaciju. Ukoliko i taj posao preuzme računalo, govori se o vođenju procesa računalom (v. *Digitalna računala, programiranje*).

LIT.: De Gramont, La télémetrie monostatique, Paris 1928. — Г. М. Жданов, Телеизмерение, 2 т., Москва-Ленинград 1952/3. — М. В. Максимов, Fernmeßrichtungen (prevod s ruskog), Leipzig 1953. — В. S. Malov, Fernmessung, Fernmeldung, Fernsteuerung in elektrischen Anlagen (prevod s ruskog), Berlin 1954. — О. А. Горюнов, Р. Л. Райнес, Телеуправление, Москва-Ленинград 1954. — М. Н. Nichols, L. L. Rauch, Radio telemetry, New York 1956. — А. В. Фреме, Телеизмерения, Москва-Ленинград 1958. — Р. А. Borden, W. J. Mayo-Wells, Telemetering systems, New York 1959. — А. П. Мандолев, Г. И. Павлин, Основы телеуправления и телеконтроля, Москва-Ленинград 1959. — Е. Павлик, В. Машин, Ein kombiniertes Regelsystem für die Verfahrenindustrie. Methodik, Elemente und Geräte der Teleperm-Teleperm-Technik, München 1960. — В. А. Ильин, Системы телемеханики для распределенных объектов, Москва-Ленинград 1960. — Р. Р. Васильев, Г. А. Шастова, Передача телемеханической информации, Москва-Ленинград 1960. — Я. А. Куперимидт, В. С. Малов, А. М. Пшеничников, Современные телеизмерительные системы, Москва-Ленинград 1961. — Ф. И. Барсуков, М. В. Максимов, Радиотелеметрия, Москва 1960. — В. Н. Тунулин, В. А. Вейцель, Радиоуправление, Москва 1962. — W. A. Pijn, Fernsteuerung dezentralisierter Anlagen (prev. s ruskoга G. Soergel), Berlin 1963. — В. А. Ильин, Телеконтроль и телеуправление распределенными объектами, Москва-Ленинград 1963. — L. E. Foster, Telemetry, systems, New York 1965. — Р. С. Малов, Телемеханика, Москва-Ленинград 1965. — H. Füttemann, Elektrotechnische Grundlagen für das Messen und Regeln, Düsseldorf 1966. — F. L. Gruenberg, Handbook of telemetry and remote control, New York 1967.