

Отже, уведення зазначеної сукупності нових відмінних ознак безпосередньо уможливило досягнення поставленої мети — підвищити завадостійкість демодуляції вкрайвисокочастотних радіосигналів завдяки оперативному оцінюванню поточного стану тропосферної траси поширення радіохвиль і забезпечити подальший адаптивний перехід від режиму оптимального когерентного прийому до режиму автокореляційного прийому, а також, відповідно, у зворотному напрямку, але за наявності та відсутності частотно-селективних замирань у каналі передавання вкрайвисокочастотного радіосигналу.

Висновок

Запропонований метод дає змогу підвищити завадостійкість демодуляції сигналу міліметрового діапазону хвиль, що пройшов через турбулентну тропосферу, та переважно може бути використаний для вдосконалення високошвидкісних ширококутових систем передавання інформації по тропосферних радіоканалах міліметрового діапазону довжин хвиль.

Список використаної літератури

1. Толубко, В. Б. Формування багатопозиційного сигналу технологій 5G на базі фазорізницевої модуляції високого порядку / В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, С. В. Козелков // Зв'язок.— 2016.— № 4.— С. 5–7.
2. Стеклов, В. К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку: підручник для вузів / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Є. В. Кільчицький.— К.: Техніка, 2004.— 576 с.
3. Марков, Г. Т. Антенны / Г. Т. Марков, Д. М. Сазонов.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— М., Энергия, 1975.— 528 с.
4. Khan, F. LTE for 4G Mobile Broadband: Air Interface Technologies and Performance.— Cambridge Univ. Press, 2009.

Рецензент: доктор техн. наук, ст. наук. співробітник М. П. Трембовецький, Державний університет телекомунікацій, Київ.

С. В. Козелков, Н. В. Коршун

МЕТОД АДАПТИВНОЇ ДЕМОДУЛЯЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ МІЛЛИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНА

Рассмотрены возможности совершенствования помехоустойчивости демодуляции сигнала миллиметрового диапазона волн при наличии частотно-селективных замираний.

Ключевые слова: крайне высокочастотный радиосигнал; автокорреляционный прием; оптимальный когерентный прием; частотно-селективные замирания.

S. V. Kozelkov, N. V. Korshun

METHOD OF ADAPTIVE DEMODULATION OF MILLIMETER WAVE RADIO SIGNALS

The article considers the possibilities of improving noise immunity of millimeter wave signal demodulation in the presence of frequency selective fading.

Keywords: extremely high-frequency radio signal; autocorrelation reception; optimal coherent reception; frequency-selective fading.

УДК 621.5

Ю. В. МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник;

Є. В. ГАВРИЛКО, доктор техн. наук, ст. наук. співробітник,

Державний університет телекомунікацій, Київ

ЛЮДИНА-ОПЕРАТОР У СТРУКТУРІ УПРАВЛІННЯ ТМН МЕРЕЖІ

Визначено роль оператора в структурі управління телекомунікаційною мережею та розроблено уточнювальну структурну схему ергатичної системи для врахування функціонального стану людини-оператора.

Ключові слова: модель управління; людина-оператор; функціональний стан; ергатична система.

Вступ

Будь-яка телекомунікаційна мережа (ТКМ) містить у собі абонентське обладнання, за допомогою якого людина має можливість користуватися телекомунікаційними послугами. Через таке обладнання людина формує управляючі впливи на ТКМ, задовольняючи свої потреби в інформації.

© Ю. В. Мельник, Є. В. Гаврилко, 2017

Згідно з рекомендаціями Міжнародного союзу електрозв'язку управління телекомунікаційними мережами здійснюється за чотирирівневою схемою: рівень управління елементами мережі; рівень управління мережею; рівень управління послугами; рівень управління бізнесом.

Отже, можна дійти висновку, що телекомунікаційна мережа є людино-машинною, тобто ергатичною системою.

Основна частина

У загальному вигляді структуру управління в ергатичній системі зображено на рис. 1 [1]. Людина-оператор (ЛЮ) на підставі інформації про помилку $\bar{e}(t)$ між потрібним параметром $\bar{r}(t)$ задачі і її фактичним (поточним) значенням $\bar{y}(t)$ здійснює керуючий вплив $\bar{u}(t)$ на технічну систему (ТС) за умов впливу навколишнього середовища як на ЛЮ $\bar{S}_n(t)$, так і на ТС $\bar{N}_T(t)$.

Залежно від виду системи управління можуть змінюватись умови формування і значення параметрів $\bar{r}(t)$, $\bar{y}(t)$, $\bar{e}(t)$, але в будь-якому разі людина в ергатичній системі управління здійснює деякі керуючі впливи $\bar{u}(t)$, ґрунтуючись на інформацію про якість виконання задачі ТС $\bar{e}(t)$ за умов впливу навколишнього середовища на ЛЮ $\bar{S}_n(t)$ (на рис. 1 позначено пунктиром).

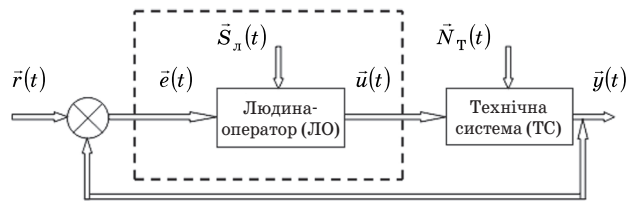


Рис. 1. Структура управління в ергатичній системі

Узагальнену модель управління ТКМ унаочнює рис. 2.

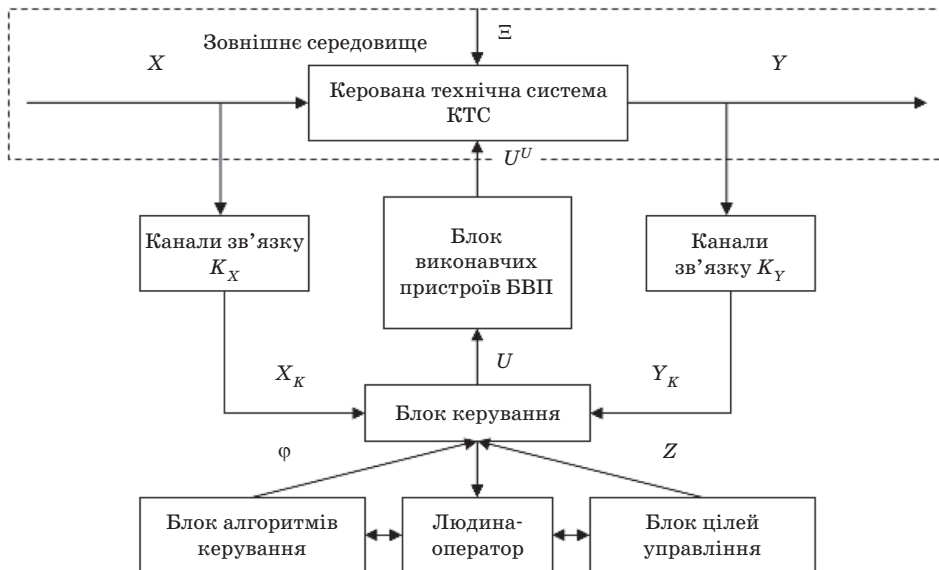


Рис. 2. Узагальнена модель управління телекомунікаційною мережею

Узагальнену математичну модель управління можна подати такою впорядкованою множиною:

$$M_{УП} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \phi, P, C, A, B \rangle$$

де $T = \{t\}$ — множина моментів управління (керування), $X = \{x\}$ — множина вхідних впливів на КТС; $Y = \{y\}$ — множина вихідних відгуків КТС; $U = \{u\}$ — множина керуючих впливів на КТС; $Q = \{q\}$ — множина внутрішніх станів; $Z = \{z\}$ — множина цілей; L, F — оператори переходу відповідно станів і виходів, $L: T \times X \times Q \rightarrow Q$, $F: T \times X \times Q \rightarrow Y$; ϕ — оператор алгоритму керування; $P = \{p(q)\}$ — множина ймовірнісних мір; $C = \{c(u)\}$ — множина вартості управління; $A = \{\alpha(u)\}$, $B = \{\beta(u)\}$ — множина помилок управління відповідно першого і другого роду.

В основу будь-якого управління покладено інформацію, яку можна подати впорядкованою парою множин $In = \langle X_K, Y_K \rangle$, тоді саме управління являє собою деяку залежність від алгоритму $U = \phi(In, Z)$, де Z — підмножина вибраних цілей управління, а ϕ — оператор, який формує керування U , $\phi: In \times Z \rightarrow U$.

Зі схем, зображених на рис. 1 і 2, визначимо методологічні передумови підходу щодо врахування діяльності людини-оператора в системі керування ТКМ. Цей підхід буде надзвичайно актуальний для мобільних телекомунікаційних систем та ТКМ особливого призначення.

Діяльність оператора з управління розпочинається з прийому інформації [2] стосовно якості функціонування об'єкта управління.

Оператор ухвалює рішення щодо управління технічною системою з огляду на прийняту і проаналізовану інформацію. У процедурі прийняття рішень найбільш повно реалізуються як відображуючі, так і регуляторні функції психіки. Об'єктивні і суб'єктивні умови, за яких відбуваються процеси прийняття рішень, значною мірою впливають на психічний стан, а через нього — на фізіологічний стан людини і його фізичні можливості [2–5].

Прийом інформації людиною-оператором потрібно розглядати як процес формування перцептивного (чуттєвого) образу, під яким розумітимемо суб'єктивне відображення у свідомості людини властивостей діючого на нього об'єкта.

Формування перцептивного образу включає в себе, як мінімум, три стадії: *виявлення, розпізнавання і розрізнення*. Фізіологічною основою формування перцептивного образу є робота аналізаторів [2; 3; 6] — нервових систем, через які людина аналізує подразнення. Залежно від виду подразнювального сигналу виокремлюють вісім аналізаторів (сенсорних систем): *зоровий, слуховий, тактильний, смаковий, нюховий, кінестетичний, температурний, вестибулярний*.

Основними характеристиками будь-якого аналізатора є пороги — *абсолютний, диференціальний, оперативний*. До найважливіших властивостей аналізаторів належать *адаптивність і вибірковість* [2]. Характеристики і властивості аналізаторів визначаються *фізіологічним і/або психологічним станом* людини.

Аналізуючи діяльність ЛО необхідно враховувати, що інформативність та значення характеристик аналізатора людини, отримані до початку діяльності, можуть відрізнитись від значень тих самих характеристик під час управлінської діяльності або втратити цю інформативність.

Так, наприклад, для космонавта, при визначенні працездатності під час космічного польоту, такі загальні характеристики, як гострота зору і слуху, час реакції на зміну подразнювального сигналу неінформативні [5]. Водночас диференціальний контрастний поріг зору та слуху (для слуху — за частотою і силою звуку), швидкість роботи з об'єктами, що мають контраст, близький до граничного рівня, поріг маскування слухового каналу мають високу інформативність.

Прийнята оператором інформація аналізується і перетворюється в перцептивні образи. У [7; 8] зазначається, що основна роль у цих процесах належить центральній нервовій системі (ЦНС). Не розглядаючи докладно протікання самих процесів, зауважимо, що відображення стану ЦНС — це низка об'єктивних і суб'єктивних психофізіологічних показників. Загальноновизнаними показниками є частота серцевих скорочень (ЧСС), артеріальний тиск (АТ), сила нервових процесів, функціональна рухливість нервових процесів.

Ці показники не статичні в спокійній обстановці, а тим більше в робочій. Так, наприклад, вплив вібрації призводить до змін функціонального стану ЦНС і, відповідно, більшості психофізіологічних показників: ЧСС, АТ, змінюється характер електроенцефалограми. Перебудова регуляторних механізмів кровообігу спричинює широкий спектр компенсаторно-приспосувальних реакцій організму, зокрема й аналізаторів. Вібрація впливає також на розумові здібності оператора, що виявляється в зниженні біоелектричної активності, зміні ритму і амплітуди біопотенціалів [9]. Отже, психологічні характеристики також динамічні за своєю суттю і за різних умов можуть мати різні значення.

Прийняте оператором рішення реалізується у впливі $u(t)$ на технічну систему, позначаючись на руховій і мовній реакції людини [2; 5; 10]. Об'єктивною характеристикою рухових реакцій може бути їх латентний період. До характеристик мови можна віднести частоту основного тону, динамічний діапазон і частотний спектр мови.

Таким чином, для аналізу діяльності ЛО необхідно визначити структурну схему ергатичної системи (ЕрС) з урахуванням:

- а) способів отримання оператором інформації про об'єкт управління і робоче середовище;
- б) впливів факторів навколишнього середовища на функціональний стан людини-оператора (ФСЛО);
- в) можливостей ЛО щодо прийому і обробки інформації, а також впливу на ТС залежно від свого функціонального стану (ФС);
- г) способів здійснення впливу на ТС.

Визначена у такий спосіб структурна схема ЕрС буде основою для вибору інформативних параметрів, що потребують врахування при аналізі різних видів діяльності.

У загальному випадку в ергатичній системі існує технічна система, людина-оператор, яка певним чином керує нею, і робоче середовище. Але необхідно ще враховувати і неробоче середовище (рис. 3).

Як робоче середовище розуміємо фізичний простір, доступний сенсорним системам ЛО безпосередньо і за допомогою технічних засобів отримання інформації, а також здійснюючий вплив на психічний і фізичний стан людини під час виконання нею функціональних задач.

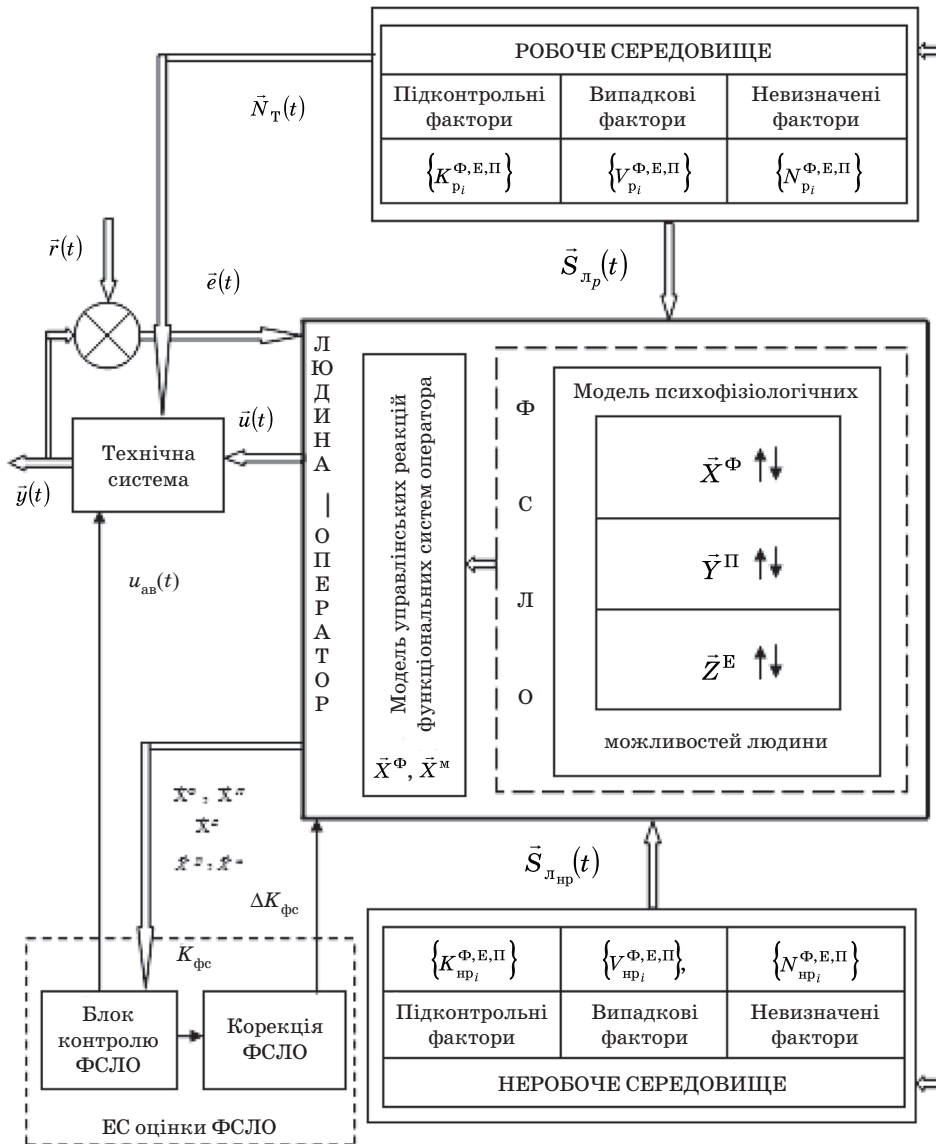


Рис. 3. Структурна схема ергатичної системи

Робоче середовище позначається на ФС і параметрах діяльності, яку виконує людина, деякою множиною впливів і формує соціальні, психологічні та інші умови підготовки до робочої діяльності та її виконання.

Як неробоче середовище в ЕрС розуміємо сукупність матеріальних і нематеріальних аспектів довкілля, що впливають на психічний і фізичний стан людини, в якому вона перебуває, не виконуючи функціональних задач.

Неробоче середовище впливає на ФС людини і умови виконання нею функціональних задач у робочому середовищі.

Робоче середовище здійснює свій вплив на ФСЛО $\bar{S}_{лр}(t)$ деякою неоднорідною і нестационарною сукупністю підконтрольних $\{K_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$, випадкових $\{V_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$ і невизначених $\{N_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$ факторів (таблиця). Так само і неробоче середовище впливає на ФС людини $\bar{S}_{лнр}(t)$ сукупністю факторів $\{K_{нр_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$, $\{V_{нр_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$, $\{N_{нр_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$.

Людину-оператора, як складну біологічну систему, можна подати деякою визначеною сукупністю параметрів функціональних станів, моделлю психофізіологічних можливостей людини, що характеризує спроможності фізіологічних аналізаторів людини і відповідні системні реакції організму за різних психологічних проявах, та моделлю управлінської реакції функціональних систем організму оператора на ТС.

Модель психофізіологічних можливостей людини загалом розглядається як динамічна сукупність фізіологічних \bar{X}^{Φ} , психологічних \bar{Y}^{Π} , енергетичних \bar{Z}^E показників ФСЛО.

Результуюча сукупність фізіологічних \bar{X}^{Φ} , психологічних \bar{Y}^{Π} і енергетичних \bar{Z}^E показників ФСЛО за умов впливу робочого і неробочого середовища реалізується в моделі управлінської реакції функціональних систем організму оператора на ТС (робочі, гностичні, пристосувальні рухи ЛО, вибір сенсорної реакції тощо).

Вплив робочого і неробочого середовища на ФСЛО

Робоче середовище	Підконтрольні фактори		Неробоче середовище
$\{K_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$			$\{K_{np_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$
Умови виконання функціональних задач: — робоче місце; — технічна оснащеність — вид діяльності; — режими діяльності; — робоча зона; — кліматичні умови. Відомі показники функціонування ТС Регламент дій Соціальні умови Мотивація Професійна підготовленість Психофізіологічні властивості особистості Адаптаційні можливості організму			Кліматичні умови Соціальні умови Ступінь задоволення особистісних потреб Умови формування мотивації Умови набуття професійних знань і навичок Стан здоров'я
$\{V_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$	Випадкові фактори		$\{V_{np_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$
Нештатні ситуації і ситуації не передбачені регламентом дій Фактори природного і (або) штучного походження Аномальні явища Інформаційні впливи Навмисні впливи, що заважають, різного походження			Вибір стимулів Забезпечення особистісних умов
$\{N_{p_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$	Невизначені фактори		$\{N_{np_i}^{\Phi, E, \Pi}\}$
Фактори, які на даному етапі досліджень невідомі, але можливо будуть виявлені в подальшому			

Контроль і, за потреби, корекція ФС оператора здійснюється за даними обчислення сукупності фізіологічних \bar{X}^{Φ} , психологічних \bar{Y}^{Π} , енергетичних \bar{Z}^E показників ФСЛО і показників стану рухової \bar{X}^p та мовної \bar{X}^m функцій функціональних систем організму. Узагальнюювальним результатом обчислення зазначених даних є комплексний узагальнений показник ФСЛО $K_{\Phi C}$, який порівнюють з вимогами (експертними оцінками) потрібних управлінських реакції функціональних систем організму людини-оператора в конкретній робочій обстановці:

$$K_{\Phi C} = T[\bar{X}^{\Phi}, \bar{Y}^{\Pi}, \bar{Z}^E, \bar{X}^p, \bar{X}^m],$$

де $T[\cdot]$ — оператор згортки набору показників до узагальненого показника ФСЛО.

Залежно від результатів порівняння в експертній системі (ЕС) може бути прийняте рішення про корекцію ФС оператора $\Delta K_{\Phi C}$ або перехід на виконання задачі технічною системою в автоматичному режимі $u_{ав}(t)$ (вимкнення контуру ручного керування).

Беручи до уваги зазначене, можна дійти висновку, що визначення і прогнозування ФС людини-оператора $K_{\Phi C}$ при нерівномірно мінливих \bar{X}^{Φ} , \bar{Y}^{Π} , \bar{Z}^E в умовах взаємодії з робочим і неробочим середовищами, зважаючи на фізіологічні обмеження на роботу функціональних систем оператора, дозволить обґрунтованіше підійти до вирішення проблем надійності і якості управління в ергатичних системах різного призначення.

Висновок

Розроблено структурну схему ергатичної системи з врахуванням складових ФС людини-оператора та впливів робочого і неробочого середовищ. Визначено підхід до розрахунку комплексного узагальненого показника ФСЛО. Наступним кроком подальших досліджень має стати визначення методу оцінювання ФС та методики розрахунку узагальненого показника рівня функціонального стану людини-оператора.

Список використаної літератури

1. Шеридан, Т. Б. Системы человек-машина: модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором / Т. Б. Шеридан, У. Р. Феррелл.— М.: Машиностроение, 1980.— 400 с.
2. Основы инженерной психологии: учеб. пособие; под ред. Б. Ф. Ломова.— М.: Высш. шк., 1977.— 335 с.
3. Каденюк, Л. К. Психологічний стан людини в космічному просторі / Л. К. Каденюк, М. В. Макаренко // Проблеми загальної та педагогічної психології: зб. наук. праць Ін-ту психології ім. Г. С. Костюка АПН України / За ред. С. Д. Максименка.— К.: Ін-т психології ім. Г. С. Костюка, 2005.— Т. VII, вип. 1.— С. 113–123.
4. Леонова, А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А. Б. Леонова.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.— 200 с.
5. Человек-оператор в космическом полете / [Е. В. Хрунов, Л. С. Хачатурьянц, В. А. Попов, Е. А. Иванов].— М.: Машиностроение, 1974.— 400 с.
6. Завалова, Н. Д. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н. Д. Завалова, Б. Ф. Ломов, В. А. Пономаренко.— М.: Наука, 1986.— 228 с.
7. Котляр, Б. И. Пластичность нервной системы / Б. И. Котляр.— М.: Изд-во МГУ, 1986.— 217 с.
8. Соколов, Е. Н. Нейронные механизмы памяти и обучения / Е. Н. Соколов.— М.: Наука, 1981.— 215 с.
9. Пономаренко, В. А. Современные достижения авиационной и космической медицины и проблемы повышения безопасности полетов / В. А. Пономаренко, В. А. Курашвили, И. Д. Малинин // Итоги науки и техники ВИНТИ.— 1991.— Вып. 23.— С. 1–148 (Сер. Воздушный транспорт).
10. Павлов, В. В. Начала теории эргатических систем / В. В. Павлов.— К.: Наук. думка, 1975.— 240 с.

Рецензент: доктор техн. наук, професор С. В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Ю. В. Мельник, Е. В. Гаврилко

ЧЕЛОВЕК-ОПЕРАТОР В СТРУКТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ТМН

Определена роль оператора в структуре управления телекоммуникационной сетью и разработана уточняющая структурная схема эргатической системы для учета функционального состояния человека-оператора.

Ключевые слова: модель управления; человек-оператор; функциональное состояние; эргатическая система.

Yu. V. Melnik, E. V. Gavrylko

MAN-OPERATOR IN TMN NETWORK MANAGEMENT STRUCTURE

The article describes the role of the operator in the structure of telecommunication network management and elaborates the elaborate structural scheme of the ergatic system for the consideration of the functional state of the human operator.

Keywords: management model; human operator; functional state; ergatic system.