

DOI: 10.5281/zenodo.3878799

UDC: 330.111.8

JEL: D24

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПІДСИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ Й КЕРУВАННЯ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ АТОМАРНИХ АНТРОПОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

MODELING THE INFLUENCE OF MEASUREMENT AND CONTROL SUBSYSTEMS ON THE FUNCTIONING OF ATOMIC ANTHROPOTECHNICAL SYSTEMS

Olga S. Telepneva, Docent
 Interregional Academy of Personnel Management
 Kharkiv, Ukraine
 ORCID: 0000-0003-4052-4928
 Email: olgatelepneva86@gmail.com

Received 08.11.2019

Телепнева О.С. Моделювання впливу підсистем вимірювання й керування на функціонування атомарних антропотехнічних систем.

Атомарна антропотехнічна система є мінімальною складовою антропотехнічної системи підприємства та безпосередньо впливає на результати її функціонування. Удосконалення цих систем є необхідною умовою розвитку підприємства

Розглянуто особливості структури атомарних антропотехнічних систем, в якій виділено підсистему вимірювання та керування, та основні складові цієї підсистеми – оператора та засоби автоматизації.

Досліджено здатність до праці оператора та її складові - природну здатність до праці, кваліфікацію й мотивацію. Охарактеризовані функціональні залежності зміни здатності до праці від матеріальних витрат та часу.

Розроблено комплексну модель впливу складових підсистем вимірювання та керування на результати діяльності атомарної антропотехнічної системи. Ця модель має бути складовою загальної математичної моделі функціонування атомарної антропотехнічної системи.

Ключові слова: антропотехнічна система, підсистеми вимірювання та керування, цільова функція системи.

Telepneva O.S. Modeling the influence of measurement and control subsystems on the functioning of atomic anthropotechnical systems.

The atomic anthropotechnical system is the basic component of an enterprise's anthropotechnical system and directly affects the results of its functioning. Atomic anthropotechnical systems improvement is necessary for enterprise development.

The features of atomic anthropotechnical systems structure are considered. The measurement and control subsystems are identified as the most important components of atomic anthropotechnical systems. The structure of the measurement and control subsystem is studied. The operator and automatics were the main parts of the measurement and control subsystem.

The operator's ability to work and its components - the natural ability to work, qualifications and motivation - has been studied. The functional dependence of the change in ability to work on material costs and time is characterized.

The complex model of the measurement and control subsystems components effect on the results of the activity of the atomic anthropotechnical system was developed. This model should become an integral part of the general mathematical model of the functioning of the atomic anthropotechnical system.

Keywords: anthropotechnical system, measurement and control subsystems, target function of the system.

Антропотехнічна система (АТС) – складне системне поєднання матеріальних, нематеріальних, людських ресурсів, яке спрямоване на досягнення цільової функції системи. Незважаючи на розмаїття АТС, різноманітні галузі функціонування й різний ступінь складності ці системи мають багато спільних рис. Складні АТС є ієрархічними системами, на нижньому шаблі яких знаходяться атомарні АТС, які поєднуються у більш складні системи, що включають до свого складу компоненти матеріального, інформаційного й інших видів забезпечення”. [1]

Зазвичай, саме атомарні АТС, поєднуючись, виконують цільову функцію складної АТС. Додаткові структурні компоненти складної АТС забезпечують функціонування атомарних АТС та виконання ними цільової функції складної АТС.

Важливою складовою будь-якої АТС є підсистеми вимірювання та керування, яку утворюють матеріальні й нематеріальні компоненти засобів автоматизації, а також персонал, що здійснює управління АТС.

Зростання складності задач, які виконуються атомарними АТС, підвищення відповідальності за результат функціонування системи та наслідки невідповідного виконання нею цільової функції обумовлюють високі вимоги до підсистеми вимірювання та керування АТС. Важливою задачею є моделювання впливу цієї підсистеми на функціонування ААТС в цілому.

Аналіз публікацій

Незважаючи на значний обсяг робіт, проведений дослідниками систем, в цій галузі знань існує досить багато невирішених завдань. На думку автора, однією з фундаментальних проблем є розгляд антропотехнічних систем з погляду окремих галузей науки, що призводить до концентрації уваги на окремих аспектах системи і втрати комплексного її сприйняття [2]. Важливою задачею є розробка моделей функціонування

окремих підсистем ААТС в загальносистемному контексті.

Постановка задачі

Завдання статті – розглянути функціональну структуру ААТС та розробити математичну модель, яка характеризує вплив підсистем вимірювання й керування на функціонування ААТС

Викладення основного матеріалу

Атомарна антропотехнічна система складається з наступних функціональних підсистем:

- підсистеми перетворення предмету праці, яка здійснює безпосередню зміну стану предмету праці, що є цільовою функцією ААТС;
 - підсистеми вимірювання та керування, яка здійснює вимірювання показників процесу, управляє іншими підсистемами ААТС, забезпечуючи виконання цільової функції ААТС;
 - допоміжні підсистеми, які забезпечують функціонування підсистем ААТС.;
 - несуча підсистема.
- Структурна схема ААТС зображена на рис. 1.

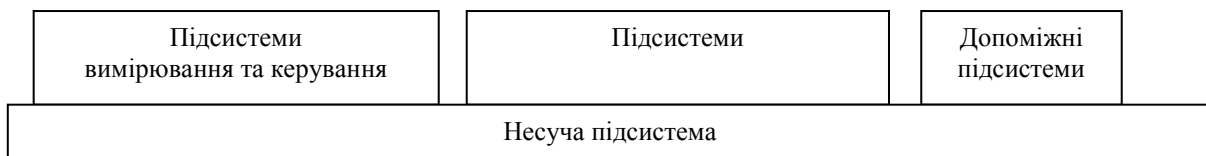


Рис. 1. Структурна схема ААТС
Джерело: Власна розробка автора.

Розглянемо декілька прикладів ААТС.

Для ААТС – центру механообробки на основі механообробного токарного верстату з ЧПУ ці функціональні компоненти наступні:

1. підсистема перетворення - поєднання компонентів – приводи основного та допоміжних рухів, приладдя та інструмент, які здійснюють цільову функцію системи – перетворення предмету праці – заготовки у готову деталь;
2. підсистема вимірювання та керування представлена:
 - засобами вимірювання координат робочого органу (інструменту),
 - засобами автоматизації управління компонентами верстату (програмований логічний контролер електроавтоматики верстату),
 - засобами програмного управління (ЧПУ), які перетворюють вхідну інформацію – програму виготовлення деталі в команди
 - засобам автоматизації управління компонентами верстату;
 - робітником – оператором верстату, який здійснює загальний контроль функціонування верстату;
 - допоміжні підсистеми – компоненти перетворення енергії, компоненти видалення відходів, тощо;
3. несуча підсистема є основою, на якій розміщуються інші компоненти верстату.

Для ААТС, утвореної на основі вантажного автомобіля, ці функціональні компоненти наступні:

1. підсистема перетворення - поєднання компонентів (шасі, двигун та привід), які здійснюють переміщення вантажу в просторі з початкової у кінцеву точку маршруту;

2. підсистема вимірювання та керування представлена:
 - засобами вимірювання поточних координат, швидкості автомобілю та стану його компонентів,
 - засобами автоматизації управління окремими компонентами автомобілю,
 - водієм, який здійснює контроль функціонування автомобілю та керує ним, змінюючи режими та траєкторію руху;
3. допоміжні підсистеми – компоненти перетворення енергії, компоненти видалення відходів, тощо;
4. несуча підсистема - кузов є основою, на якій розміщуються компоненти автомобілю, водій та вантаж.

Слід зазначити, що в будь-якій ААТС до складу підсистем вимірювання й керування входить:

- матеріальні та нематеріальні засоби вимірювання, обробки та представлення інформації про здійснення процесу виконання цільової функції ААТС, функціонування компонентів ААТС тощо;
- матеріальні та нематеріальні засоби автоматизації, які на основі даних від підсистем вимірювання здійснюють керування компонентами ААТС;
- оператор ААТС, який взаємодіє з матеріальними компонентами підсистем вимірювання та керування для здійснення.

Зазвичай, діяльність будь-якої підсистем вимірювання та керування ААТС передбачає виконання низки дій для досягнення цільової функції.

Так, для ААТС на основі повітряного судна, такими діями є управління зльотом та посадкою з певної злітно-посадкової смуги й польотом за

певним маршрутом у простих та / або складних метеорологічних умовах, та ін.

Для ААТС – центру механообробки такими діями є управління встановленням заготовки на верстат, виконанням основних та допоміжних рухів робочого органу верстату, видаленням готової деталі та відходів під час виконання певної технологічної операції, тощо

Підсистема вимірювання та керування ААТС безпосередньо впливає на результати її функціонування. Тому доцільно розробити математичну модель, яка дозволяє врахувати цей вплив.

По-перше, зазначимо, що цільова функція ААТС може бути виконана з якістю від 0% (неприйнятна якість) до 100% (якість, що задовольняє вимогам).

Розглянемо цю тезу на прикладах.

Для ААТС- центру механообробки якість виконання технологічної операції дорівнює 0% у випадку невірної браку, а якість 100% означає, що виготовлена деталь відповідає вимогам. У випадку, коли якість виконання перевищує вимоги, якість буде дорівнювати 100%.

Для ААТС, яка здійснює доставку вантажу, неприйнятною якістю є втрата або критичне псування вантажу. Несвоєчасна доставка цілого вантажу, в залежності від важливості своєчасної доставки, означає якість функціонування такої ААТС менше 100%. Якщо вантаж доставлено своєчасно, то якість є 100%. Навіть, якщо своєчасна доставка буде супроводжуватися співом, танцями, феєрверком та іншими додатковими, не передбаченими попередніми умовами доставки, ефектами якість функціонування транспортної ААТС буде дорівнювати лише 100%.

По-друге, важливо зазначити, що збільшення якості виконання цільової функції ААТС, зазвичай супроводжується зростанням витрат на функціонування системи. Таким чином, надмірна якість є економічно недоцільною.

Перші ААТС, які створювалися в будь-якій галузі людської діяльності, мали дуже просту структуру підсистем вимірювання й керування. Зазвичай вони потребували залучення висококваліфікованого робітника, який керував ААТС, використовуючи для контролю стану системи та процесу виконання цільової функції, здебільшого, власні органи почуттів.

Так, перші ковалі створювали різноманітні сплави та вироби з них, орієнтуючись на колір розпеченого злитку.

Перші авіатори літали на літаках з мінімальною кількістю контрольних приладів, визначаючи висоту польоту, напрямок руху, просторове положення літака візуально, а режим роботи двигуна на слух.

Перші механообробні верстати керувалися верстатником, який вручну виконував робочі та допоміжні рухи робочого органу та контролював виробничий процес із використанням обмеженої кількості ручного вимірювального приладдя.

Варто зазначити, що перші ААТС мали обмежені функціональні можливості, а потреба в високій кваліфікації їх операторів не дозволяла збільшувати кількість таких систем.

Розвиток ААТС супроводжувався стійким зростанням складності підсистем вимірювання та керування, постійним удосконаленням існуючих та впровадженням нових матеріальних й нематеріальних компонентів підсистем. Завдяки цьому ААТС набували нових функціональних можливостей, якість виконання ними цільової функції ставала більш сталою.

Так, впровадження низки приладів для визначення швидкості, висоти та просторового положення літака, а також розвиток засобів навігації дозволили авіаційним ААТС літати на значній висоті, вдень та вночі, в складних погодних умовах, забезпечивши регулярність авіаційних перевезень. Впровадження автопілоту дозволило автоматизувати виконання окремих режимів польоту, зменшивши навантаження на пілота.

Застосування засобів автоматизації у механообробних верстатах, вершиною розвитку яких на сьогодні є верстати з ЧПУ, підвищило сталість якості виконання технологічних операцій, та зменшило навантаження на верстатника.

Розробка заходів з удосконалення ААТС потребує розуміння природи взаємодії компонентів підсистем вимірювання та керування, їх впливу на діяльність підсистеми вимірювання та керування, а також функціонування ААТС в цілому. Для цього необхідно розробляти моделі діяльності підсистем та ААТС в цілому. Нижче наводиться викладення розробленої автором моделі впливу компонентів підсистем вимірювання та керування на функціонування ААТС.

На якість виконання цільової функції ААТС безпосередньо впливають підсистеми вимірювання та керування:

$$f(K_{Bj}, K_{Kj}) = K_{Bj} \cdot K_{Kj} \quad (1)$$

де:

- $f(K_{Bj}, K_{Kj})$ – функція впливу підсистеми вимірювання та керування на якість виконання j -дії для досягнення цільової функції ААТС;
- K_{Bj} - коефіцієнт, що враховує засобів вимірювання на якість виконання j -дії підсистемою вимірювання та керування ААТС;
- K_{Kj} - коефіцієнт, що враховує вплив засобів автоматизації та оператора на якість виконання j -дії підсистемою вимірювання та керування ААТС.

Засоби вимірювання є джерелом даних для керування, безпосередньо впливаючи на результат діяльності підсистеми вимірювання та керування ААТС.

Підсистема вимірювання складаються з двох основних частин:

- технічних засобів;

— програмного забезпечення.

Впливу підсистеми вимірювання на якість виконання цільової функції ААТС, на думку автора, відповідає наступна функціональна залежність:

$$K_{Bj} = K_{BTj} \bullet K_{BPj} \quad (2)$$

де:

- K_{Bj} – коефіцієнт впливу підсистеми вимірювання на якість виконання j -дії;
- K_{BTj} – коефіцієнт впливу технічних засобів автоматизації технологічного процесу на якість виконання j -дії цільової функції ААТС;
- K_{BPj} – коефіцієнт впливу програмного забезпечення на якість виконання j -дії цільової функції ААТС.

Стан підсистеми вимірювання, в першу чергу, технічної частини змінюється в часі під впливом зовнішніх факторів та процесів старіння.

Оператор та засоби автоматизації керування доповнюють один одного. Цьому, на думку автора, відповідає функціональна залежність $K_{Kj} = f(K_{Aej}, K_{Onj})$, яка має наступні властивості – її максимальне значення не може перевищувати 1, а мінімальне – має бути більше 0 (прийнято, що працездатність оператора більше 0):

$$K_{Kj} = f(K_{Aej}, K_{Onj}) \in (0;1], K_{Aej} \in [0;1], K_{Onj} \in (0;1] \quad (3)$$

де:

- K_{Aej} - коефіцієнт, що враховує вплив засобів автоматизації на успішність виконання j -дії;
- K_{Onj} - коефіцієнт, що враховує вплив оператора на успішність виконання j -дії.

Для цієї функціональної залежності автор пропонує наступну формулу:

$$f(K_{Aej}, K_{Onj}) = \begin{cases} (K_{Aej} + K_{Onj}), & \text{якщо } (K_{Aej} + K_{Onj}) \leq 1 \\ 1, & \text{якщо } (K_{Aej} + K_{Onj}) > 1 \end{cases}$$

Аналізуючи цю формулу, можна зробити наступні висновки:

- випадку відсутності засобів автоматизації технологічного процесу для досягнення позитивного результату необхідна висока працездатність оператора;
- збільшення рівня автоматизації дозволяє залучати більш дешеву робочу силу з меншою здатністю до праці;
- стан, коли $(K_{Aej} + K_{Onj}) > 1$, є економічно недоцільним.

Розглянемо ці положення на прикладах.

Якщо є центр механообробки на основі верстата з ЧПУ та відпрацьованою керівною програмою, то залучення висококваліфікованого верстатника в якості оператора призведе до надмірних витрат, порівнюючи із залученням робітника з меншою, але достатньою здатністю до праці.

Якщо до центру механообробки, утвореного верстатом з ручним керуванням, залучити недостатньо працездатного робітника, то

результатом можуть бути суттєві матеріальні втрати через брак.

Засоби автоматизації керування складаються з двох основних частин:

- технічних засобів;
- програмного забезпечення.

Для нормального функціонування засобів автоматизації необхідне відповідне функціонування обох складових.

Впливу засобів автоматизації керування на якість виконання цільової функції ААТС, на думку автора, відповідає наступна функціональна залежність:

$$K_{Aej} = K_{AeTj} \bullet K_{AePj}; K_{AeTj} \in [0;1], K_{AePj} \in (0;1] \quad (5)$$

де:

- K_{Aej} – коефіцієнт впливу засобів автоматизації керування ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції;
- K_{AeTj} – коефіцієнт впливу технічних засобів автоматизації керування ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції;
- K_{AePj} – коефіцієнт впливу програмного забезпечення засобів автоматизації керування ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції.

Стан засобів автоматизації підсистеми керування змінюється в часі під впливом зовнішніх факторів та процесів старіння.

На здатність до праці оператора впливають:

- природні можливості;
- кваліфікація;
- мотивація.

Природні можливості, кваліфікація та мотивація змінюються в часі та під впливом відповідних матеріальних витрат. \square функціональні залежності є унікальними для кожного робітника.

Природні можливості робітника покращуються зі збільшенням відповідних витрат основним напрямком яких є покращення умов праці. Ця залежність має верхню межу («зону насичення»), по досягненню якої подальші витрати не призводять до відповідного збільшення можливостей.

Так, впровадження в механообробному цеху сприятливого мікроклімату, надання робітнику спецодягу, засобів захисту та ін. підвищить його природні можливості до праці. Однак подальші витрати, наприклад на встановлення на робочому місці ліжка з пуховою периною навряд призведе до подальшого покращення природної здатності до праці робітника.

Для кожного робітника залежність зміни природної здатності до праці від матеріальних витрат має індивідуальні особливості (максимальне значення, похідні), зберігаючи характер залежності.

Природні можливості змінюються з часом. Довгострокова залежність має три ланки:

- зростання природної продуктивності молодого робітника;
- найбільша стала природна продуктивність зрілого робітника;
- стає зменшення природної продуктивності літнього робітника.

Ця залежність також має екстремум, що відповідає найбільш продуктивному віку робітника. К завершенню трудового стажу природні можливості, зазвичай, зменшуються.

На довгострокову криву природних можливостей накладається короткострокова, що описує поточний стан природних можливостей робітника. Вони є різними в різну пору року, період доби, залежать від стану здоров'я та ще багатьох факторів.

Кваліфікація робітника збільшується зі зростанням відповідних витрат. Це зростання також має межу, по досягненню якої зростання витрат не призводить до подальшого її зростання.

Так, для забезпечення ефективного використання робітником всіх можливостей існуючого обладнання необхідні певні матеріальні витрати на проведення навчання. В подальшому, варто проводити додаткові заходи з підвищення кваліфікації у випадках впровадження нових компонентів ААТС, або для врахування змін оточуючого ААТС середовища, особливих випадків функціонування ААТС, тощо.

Однак, у випадках, коли заходи з навчання стають надмірними (заходи заради заходів), вони не сприяють подальшому підвищенню кваліфікації, а в особливо негативних випадках можуть й погіршувати здатність до праці. Варто зазначити, що кваліфікація робітника має бути достатньою для виконання цільової діяльності ААТС. Застосування робітників з надмірною кваліфікацією може бути економічно недоцільним.

У короткотерміновому розгляді кваліфікація робітника зростає з часом. Це зростання також має відповідну межу.

У довгостроковому розгляді, зміна технологій призводить до необхідності опанування новими навичками, зменшуючи кваліфікаційну складову здатності до праці робітника. Тому довгострокова залежність зміни кваліфікації робітника з часом матиме більш складний характер. З віком здатність до навчання, зазвичай, погіршується, що обумовлює більш високі витрати на здобування принципово нових навичок робітниками зрілого віку.

Ще більш складною є залежність зміни мотивації до праці від матеріальних витрат. На відміну від більш монотонних попередніх функцій, вона має декілька «зон насичення», в яких збільшення витрат не призводить до відповідного збільшення мотивації. Ці «зони насичення» відповідають стану після задоволення чергової потреби у ієрархії потреб та накопиченню ресурсів для задоволення наступної потреби. Розробка моделей ієрархій потреб людини є предметом науки о мотивації робітників.

На цей час розроблено багато таких моделей. Найбільш відомою з них є піраміда потреб Маслоу.[3, с.71]. Ще одною особливістю цієї функції є наявність «прямої гілки» та «зворотної гілки» - функція має різний вигляд для збільшення та зменшення витрат на підвищення мотивації до праці, що також відповідає теоріям мотивації.

Мотивація до праці також змінюється в часі. Ця функція має локальні та глобальний екстремуми, що також відповідає теоріям потреб, відповідно до яких потреби людини змінюються в часі.

Наведені дані зображують складність моделювання здатності до праці оператора.

Коефіцієнт впливу оператора на якість виконання цільової функції ААТС наступні властивості:

- максимальне значення коефіцієнтів впливу природних властивостей, кваліфікації та мотивації не перевищує 1 (одиниця відповідає «ідеальному випадку»);
- відсутність мотивації до праці призводить до нульового значення відповідного компоненту вектора;
- відсутність кваліфікації призводить до нульового значення відповідного компоненту вектора;
- зменшення природної здатності до праці зменшує значення відповідного компоненту вектору при незмінних інших складових.

Таку залежність автор пропонує обчислювати за наступною формулою:

$$K_{Onj} = K_{OnPj} \cdot K_{OnKj} \cdot K_{OnMj} \quad (6)$$

де:

- K_{Onj} – коефіцієнт впливу здатності до праці оператора ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції;
- K_{OnPj} – коефіцієнт впливу природної здатності до праці оператора ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції;
- K_{OnKj} – коефіцієнт впливу програмного кваліфікації оператора ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції;
- K_{OnMj} – коефіцієнт впливу мотивації до праці оператора ААТС на якість виконання j -дії під час виконання цільової функції.

Оператор, на думку автора, є одним з найменш прогнозованих елементів атомарної антропотехнічної системи. Тому основним напрямком розвитку ААТС є зниження впливу оператора на процес виконання цільової функції - впровадження засобів автоматизації керування. Це знайшло своє відображення у функціях, що об'єднують вплив засобів автоматизації та здатності до праці оператора на результати функціонування ААТС.

Втім, варто зазначити, що в деяких екстремальних випадках, коли різко змінюються умови оточуючого ААТС середовища, або виходять з ладу окремі програмно-технічні

компоненти підсистеми вимірювання та керування, саме присутність оператора з високою здатністю до праці дозволяє уникнути катастрофічних наслідків. В сучасних системах керування, в більшості випадків, передбачається спеціальний «ручний режим», за якого оператор може керувати ААТС на власний розсуд, цілком або частково відключивши засоби автоматизації.

Враховуючи це факт, модель впливу підсистем вимірювання та керування ААТС на результати виконання системою цільової функції

$$f(K_{Bj}, K_{Kj}) = K_{Bj} \cdot f(K_{Aej}, K_{Onj}) + \Delta K_{Onj} \quad (7)$$

де:

- $f(K_{Bj}, K_{Kj})$ – функція впливу підсистеми вимірювання та керування на якість виконання j -дії для досягнення цільової функції ААТС;
- K_{Bj} – коефіцієнт впливу підсистеми вимірювання на якість виконання j -дії;
- K_{Aej} – коефіцієнт, що враховує вплив засобів автоматизації на успішність виконання j -дії;
- K_{Onj} – коефіцієнт, що враховує вплив оператора на успішність виконання j -дії;
- ΔK_{Onj} – коефіцієнт, що враховує додатковий вплив оператора на успішність виконання j -дії.

Особливостями коефіцієнту - ΔK_{Onj} є діапазон зміни значень $\Delta K_{Onj} \in [-1; 1]$. Це означає, що з одного боку, оператор може врятувати ААТС у екстремальному випадку, коли засоби автоматизації не здатні «відпрацювати» ці зміни, однак, з іншого боку, недоречно втручання оператора може призвести до катастрофічних

наслідків навіть ААТС зі справними засобами автоматизації.

Висновки

Підсистеми вимірювання та керування ААТС, які поєднують засоби автоматизації та персонал системи, безпосередньо впливають на результати виконання нею цільової функції. Перші ААТС в будь-якій галузі передбачали залучення до керування ними висококваліфікованого персоналу, який здійснював керування системою, залучаючи, здебільшого, власні органи почуттів для аналізу стану технологічного процесу та функціонування компонентів системи. Ускладнення задач, які поставали перед ААТС обумовлювало й ускладнення структури підсистем вимірювання й керування, насичення їх матеріальними та нематеріальними компонентами. Сучасними світовими тенденціями є підвищення ролі засобів автоматизації в підсистемах вимірювання та керування ААТС, що супроводжується, на перший погляд економічно обумовленим, зниженням витрат на підвищення здатності до праці персоналу. Проте, у екстремальних випадках лише висока здатність до праці персоналу дає змогу уникнути катастрофічного розвитку ситуації.

Для розробки заходів з удосконалення ААТС необхідно розуміти природу взаємодії компонентів цих підсистем, їх впливу на діяльність підсистеми вимірювання та керування, а також функціонування ААТС в цілому. Цьому сприяє створення моделей діяльності підсистем та ААТС в цілому.

Abstract

Anthropotechnical system is the main part of any enterprise. Anthropotechnical system is complex combination of material, nonmaterial, human resources to achieving the enterprise goal. Anthropotechnical system has hierarchical structure and atomic anthropotechnical system is the basic of the complex anthropotechnical system and enterprise as a whole. Thus atomic anthropotechnical systems evolution is necessary requirement for enterprises development. The purposeful development needs elaboration of mathematical models of the functioning of the atomic anthropotechnical system. This models are very complex. Therefore, it is advisable to create complex models by creating models of subsystems. The measurement and control subsystems are identified as the most important components of atomic anthropotechnical systems. So, the development of the complex model of the measurement and control subsystems components effect on the results of the activity of the atomic anthropotechnical system was the goal of this work

Methods: In the development of the complex model of the measurement and control subsystems components effect on the results of the activity of the atomic anthropotechnical system, structural analysis and synthesis methods were used.

Results: The structure of the measurement and control subsystem is studied. The technical and software components of the measurement and control subsystem are identified. The mathematical model of the influence of the measurement and control subsystems components on the atomic anthropotechnical systems functioning was developed.

The measurement and control subsystems structure is studied. The operator and automatics are the main parts of the measurement and control subsystem. Features of the interaction of these two control subsystems structure components are considered. The mathematical model of the influence of the measurement and control subsystems components on the atomic anthropotechnical systems functioning was developed. Conclusions about the rational interaction of the operator and automation in the measurement and control subsystem were made.

The operator's ability to work and its components - the natural ability to work, qualifications and motivation - has been studied. The functional dependence of the change in ability to work on material costs and time is characterized.

Conclusion: The complex model of the measurement and control subsystems components effect on the results of the activity of the atomic anthropotechnical system was developed.

This model should become an integral part of the general mathematical model of the functioning of the atomic anthropotechnical system.

Список літератури:

1. Телепнева О.С. Управління конкурентоздатністю антропотехнічних систем на прикладі автомобільного спорту. Економіка: реалії часу. Одеса: ОНПУ, 2017. № 1 (29). С. 117-122. Режим доступу: <http://economics.opu.ua/files/archive/2017/No1/117.pdf>
2. Телепнева О.С. Введення до атомарних антропотехнічних систем. Економіка: реалії часу. Одеса: ОНПУ, 2015. № 6 (22). С. 156-161. Режим доступу: <https://economics.opu.ua/files/archive/2015/No6/156.pdf>
3. Уткин Э.А. Основы мотивационного менеджмента. / Э.А. Уткин - М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Издательство ЭКМОС, 2000. - 352 с.

References:

1. Telepneva, O. S. (2017). The antropotechnical systems competitiveness management on the example of car sport. Ekonomika: realii chacu, №1(29), 117-122. Retrieved from: <http://economics.opu.ua/files/archive/2017/No1/117.pdf> [in Ukrainian]
2. Telepneva, O. S. (2015). Introduction into atomic antropotechnical systems. Ekonomika: realii chacu, №6(22), 156-161. Retrieved from: <https://economics.opu.ua/files/archive/2015/No6/156.pdf> [in Ukrainian]
3. Utkin, E.A. (2000). The Base of Motivation Management. Moscow: Asociaciya avtorov i izdateley "TANDEM", EK MOS publ. [in Russian]

Посилання на статтю:

Телепнева О.С. Моделювання впливу підсистем вимірювання й керування на функціонування атомарних антропотехнічних систем. / О.С.Телепнева // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2019. – № 6 (46). – С. 178-184. – Режим доступу до журн.: <https://economics.opu.ua/files/archive/2019/No6/178.pdf>.
DOI: 10.5281/zenodo.3878799

Reference a Journal Article:

Telepneva O.S. Modeling the influence of measurement and control subsystems on the functioning of atomic anthropotechnical systems. / O.S. Telepneva // Economics: time realities. Scientific journal. – 2019. – № 6 (46). – P. 178-184. – Retrieved from <https://economics.opu.ua/files/archive/2019/No6/178.pdf>.
DOI: 10.5281/zenodo.3878799

