

Концентрация элементов, полученных механическими методами обогащения соответствует условиям на сырье, направляемое на гидрометаллургический передел и составляет по  $Al_2O_3$  - 19%, по  $V_2O_5$  - 0,36%.

Принципиальная схема получения алюминия из алюмосодержащих продуктов включает в себя шихтования исходного сырья с известняком, спекание полученной шихты, агитационное выщелачивание спека, промывку с выделением алюминия в раствор.

Алюминатный раствор подвергается обескремниванию и карбонизации с получением гидроокиси алюминия, операцией кальцинации выделяют чистый алюминий.

#### *Список литературы*

1. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: справочное пособие / В.Г. Пантелеев, Э.А. Ларина, В.А. Мелентьев и др., Под ред. М.А. Мелентьева - Л: энергоатомиздат, Ленинград отд-ние, 1985 – 288с.
2. М.И. Вдовенко. Минеральная часть энергетических углей (физико-химическое исследование) – Алма-Ата: Наука, 1973 – 256с.
3. Золошлаковые материалы и золоотвалы. В.Г. Пантелеев, В.А. Мелентьев, Э.Л. Добкин и др.: под ред. В.А. Мелентьев – Москва, Энергия, 1978 – 295с.
4. Гофтман М.В. Прикладная химия твердого топлива – М: Metallurgizdat., 1963 – 597с.
5. Требования промышленности к качеству минерального сырья. - Вып. 63. - Ванадий.
6. Требования промышленности к качеству минерального сырья. - Алюминий.

Рукопись поступила в редакцию 07.02.17

УДК 004.67

Д.І. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, ст. викладач,  
Л.С. РЯБЧИНА, Н.А. МОЦУК, , О.В. ГРАДОВИЙ, студенти  
Криворізький національний університет

### **СТРУКТУРА МОБІЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ЯК ЧАСТИНИ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ»**

**Мета.** Метою роботи є огляд сучасних інформаційних технологій які можуть забезпечувати усі можливі блага для побуту і роботи людини, наприклад, на основі використання інтелектуальних роботизованих систем. Слід відмітити те, що роботизовані системи дають змогу людям з обмеженими можливостями виконувати дії, що можуть бути незручними для них самих. Наприклад, допомогти дістати або передати необхідну річ, та у поєднанні із системою «Розумний дім», керувати інженерними системами оселі. Слід зазначити те, що у сучасних роботизованих інтелектуальних системах, окрім правильного вибору програмно-апаратного забезпечення, досить поширеною задачею є розробка методів, способів та технологічних рішень автономної навігації роботів. Отже, основною метою роботи є розробка структури мобільного робота як частини системи «Інтелектуальний дім» методів автономного переміщення та прокладки маршрутів у приміщеннях побутового типу.

**Методи дослідження.** Розглянуто спосіб автономного пересування робота у приміщенні коридорно-кімнатного типу по горизонтальній поверхні у межах одного поверху. Рішення поставленого завдання досягнуто за рахунок виконання трьох процесів: вибору напрямку, збереження напрямку та визначення цілі.

**Наукова новизна.** Результатами досліджень є структура інформаційної системи, що включає у себе роботизованого помічника, який забезпечує комфорт у оселі, може гарантувати безпеку та виконувати моніторинг умов, як внутрішніх, так і зовнішніх для людей з обмеженими фізичними можливостями.

**Практична значимість.** У даній статті авторами запропоновано структурну схему мобільного робота, як частини системи «Розумний дім», метою якого є покращення побутових умов проживання для людей із обмеженими можливостями, на основі використання голосових команд, та можливості автономної роботи робота.

**Результати.** Запропоновану роботизовану систему, окрім виконання функцій робота помічника, доцільно використовувати як систему протипожежної безпеки та сигналізації, наприклад, на основі постійного моніторингу оточуючого простору на предмет нештатних ситуацій.

**Ключові слова:** розумний дім, робот, диференційний привід, інформаційна система, автоматична навігація.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Проблема автоматизації інженерних систем сучасних помешкань є дуже важливою. Дане питання все частіше вирішують за допомогою інтелектуальних систем, що керують устаткуванням оселі та допомагають у вирішенні деяких побутових питань. Розвиток даних технічних рішень призводить до збільшення кількості автоматизованих систем управління будинками та наближення новітніх розробок до загального впровадження. Також для досягнення комфорту можливе використання

роботизованих систем помічників. Такі пристрої можуть бути корисними для людей з обмеженими можливостями через зручність у керуванні, що не потребує спеціальних навичок.

Стандартна структура системи «Розумний дім» включає в себе керування побутовим устаткуванням помешкання. Такі системи здатні керувати мікрокліматом приміщень, освітленням, опаленням і повинні мати доволі чіткий алгоритм роботи. Але, система яка включає до свого складу робота помічника є самодостатньою з можливістю до самонавчання, і як результат, самостійно може визначати сценарії пересування, контролю за устаткуванням будинку та інформувати про позаштатні ситуації.

Недоліками даних систем є потреба у сучасних датчиках, контролерах, методах та способах автономного пересування тощо. Тому впровадження таких роботизованих пристроїв та вирішення найбільш поширених задач пов'язаних із ними є досить актуальним напрямом досліджень.

**Аналіз досліджень і публікацій.** На сьогодні випущено велику кількість роботів-помічників та ведуться розробки з даної теми.

Зокрема, компанія Toyota розробила робота HSR (Human Support Robot), що може захоплювати та переміщувати різноманітні предмети та слугувати засобом зв'язку. Дана розробка орієнтована на людей із проблемами опорно-рухового апарату та на людей похилого віку. Робот компанії Toyota має датчики та камери для навігації у просторі та руку-маніпулятор, яким і виконує дії з підняттям предметів. Згідно специфікації пристрій може підіймати речі вагою до 1,2 кг [6].

Також слід зазначити роботів-помічників компанії Panasonic, що можуть виконувати функції перукаря, комунікатора тощо [7].

Наведені пристрої мають обмежені функціональні можливості та є відокремленими. Для повноти рішення для людей з обмеженими можливостями перспективним рішенням є об'єднання робота-помічника із системою Розумний дім.

Таке рішення забезпечує не тільки допомогу людям із обмеженими можливостями, але й дає їм змогу тримати під контролем ситуацію у власній оселі.

**Постановка завдання.** Науковою задачею даних досліджень є розробка роботизованого пристрою помічника як частини системи «Розумний дім». Дана ідея передбачає опрацювання принципів руху і навігації роботизованого пристрою та побудову принципів роботи супутніх функцій.

Задача є актуальною, оскільки дані системи набувають поширення і дають можливість забезпечити комфорт у оселі та допомагати людям з обмеженими можливостями у вирішенні дрібних побутових питань.

**Викладення матеріалу та результати.** В загальному вигляді система представляє собою дві складові частини, такі як робот-помічник і кліматично-контролююча система (рис. 1).

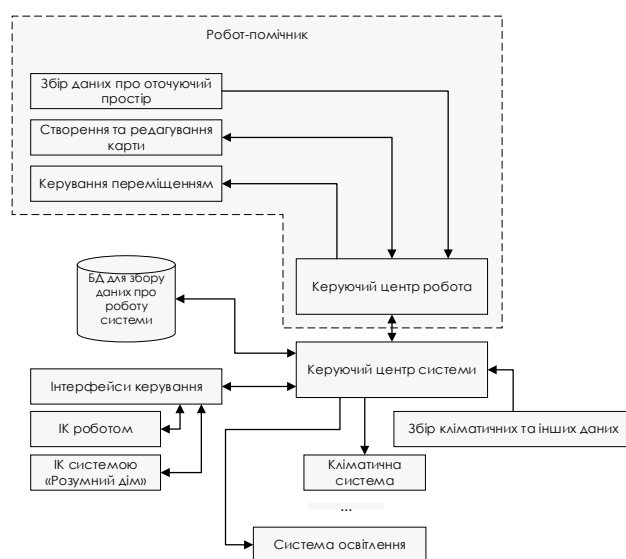


Рис. 1. Структура роботизованої системи помічника як частини системи «Розумний дім»

Обидві складові сильно інтегровані одна в одну засобами керування, оскільки управління ними реалізується у єдиному інтерфейсі, що є зручним у користуванні. Робот-помічник має окремий керуючий центр, який взаємодіє із основним блоком керування системи. Він використовується для побудови карти приміщень, пересування та збору даних про оточуючий простір. Уся система керується за допомогою веб-інтерфейсу, що розташований на загальному керуючому центрі, який також збирає, обробляє і накопичує дані про оточуюче середовище й керує системами оселі відповідно заданим параметрам.

У результаті досліджень, було проаналізовано різноманітні пристрої для реалізації системи. У якості основного обчислювального модулю робота-помічника було обрано міні-комп'ютер RaspberryPi 3. Такий вибір зумовлено підтримкою пристроєм бездротових інтерфейсів без до-

даткових налаштувань та дискретних модулів і достатньою продуктивністю для бездротових функцій, які необхідні для роботи робота.

Для виконання функцій руху було обрано рухома платформу з двигунами постійного струму. На базі даного апаратного забезпечення побудовано диференційний привід за допомогою драйвера двигунів L298D. Вищенаведена схема може виконувати керування двома двигунами, що у свою чергу, забезпечує виконувати функції. Система диференційного приводу побудована на принципі руху коліс за траєкторіями, що схожі на дуги. Для забезпечення різноманітних варіацій побудови шляху (рис. 2) приймемо  $V_r$  для правого колеса,  $V_l$  для лівого (див. рис. 2). При  $V_r = V_l$  платформа має рухатися прямо, при  $V_r = -V_l$  – навколо своєї осі і криволінійно при завданні різних швидкостей.

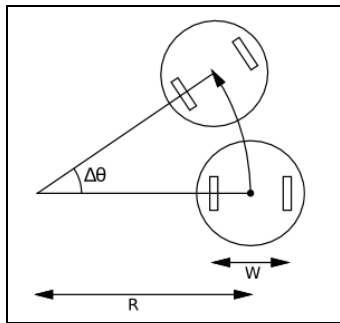


Рис. 2. Схема руху приводу колес робота

Якщо до позначень додати  $W$  - відстань між колесами, то можна розрахувати радіус криволінійного шляху (2). Для цього розглянемо період руху  $\Delta t$ , протягом якого пристрій рухається по дузі, що має кут  $\Delta\theta$  (1,3) [8]

$$\Delta\theta = \frac{V_l \Delta t}{R - (W/2)} = \frac{V_r \Delta t}{R + (W/2)} \Rightarrow \frac{W}{2} (V_l + V_r) = R(V_r - V_l) \quad (1)$$

$$R = W(V_l + V_r) / 2(V_r - V_l) \quad (2)$$

$$\Delta\theta = \Delta t (V_r - V_l) / W \quad (3)$$

Для руху робота та розрахунку маршруту також необхідною є карта приміщень, у яких він пересувається. Карта будується у двовимірному просторі. Ультразвукові датчики посилають сигнал та приймають луни, відбиту від перешкод.

За допомогою цього робот дізнається, де є перешкоди для руху і оминатиме її при побудові маршруту. Відстань вимірюється датчиком HC-SR04 [9] і розраховується за формулою (4), де  $V$  - швидкість звуку,  $t$  - час між відсилкою сигналу і прийняттям луни

$$S = Vt/2. \quad (4)$$

Отже, дані збираються та заносяться на карту роботом самостійно, що робить його самонавчальним. Для керування пересуванням робота необхідним є задання точок на карті. При голосовій команді треба задати конкретну точку, яку знає робот, або задати нову. Це забезпечує стаке орієнтування пристрою у просторі.

Також можлива голосова взаємодія із пристроєм. Для цього використовуються мікрофони та спеціальне програмне забезпечення. Збір голосових даних відбувається за допомогою CMU Sphinx, який складається з таких компонентів:

- roocketsphinx - невелика швидка програма, що обробляє звук, акустичні моделі та словники;
- бібліотека Sphinxbase, що необхідна для роботи Pocketsphinx;
- sphinx4 - бібліотека розпізнавання;
- sphinxtrain - для навчання акустичним моделям [10,11].

Фрази, що говорить користувач, додаються до акустичної моделі. Особливості вимови також фіксуються даною системою розпізнавання. Потім слова додаються до словника, який являє собою текстовий файл. Словник перетворює мовлення користувача у мовну модель, що є зрозумілою для CMU Sphinx. Команди, що були перетворені, передаються на керуючий комп'ютер пристрою і він виконує задані дії.

Кліматично-керуюча система побудована на основі основного керуючого центру. Її складовими є, окрім міні-комп'ютера, такі елементи, як:

- бездротові модулі збору кліматичної інформації;
- нагрівальні елементи;
- підсистема керування природним освітленням;
- підсистема керування штучним освітленням тощо.

Бездротові модулі являють собою автономні пристрої, що побудовані на базі бездротових мікроконтролерів ESP8266 [12]. Вибір таких пристроїв зумовлений наявністю інтерфейсу Wi-Fi і невеликою ціною даного рішення. Датчики підключені за допомогою цифрового інтерфейса I2C, що забезпечує швидку і точну передачу даних. Кліматичні показники визначаються за до-

помогою датчиків вологості, температури, тиску та освітлення. Керуючий центр приймає дані від модулів та визначає, які дії необхідно прийняти згідно заданого алгоритму.

Отже, дана частина системи керує природним освітленням, відкриваючи чи закриваючи жалюзі на вікні, штучним освітленням, через кероване реле та аналогічно нагріваючими елементами.

Ще одною додатковою функцією можна назвати визначення погодних умов на наступну добу, що заснована лише на показниках датчиків.

Для цього в системі використовується алгоритм Замбретті, що інтерпретує дані показників в один прогноз з великого числа перестановок після обліку змінних факторів [13].

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Запропоновано та реалізовано систему розумного дому із роботом-помічником. Роботизований пристрій може служити допоміжним засобом як для людей із обмеженими можливостями, так і для загальних цілей.

Сама система являє собою автономне приладдя для підтримки заданих користувачем умов, але й може бути підключена до глобальної мережі для віддаленого керування.

Такі рішення допомагають полегшити життя людей, підтримувати комфортні та безпечні умови в оселі і інформувати про несправності інженерних систем будинку.

На основі отриманих результатів доцільно проводити дослідження в напрямку створення систем «Розумний дім» з роботом-помічником, розвивати дані системи та доповнювати їх додатковими пристроями.

### *Список літератури*

1. **Kuznetsov D.** Information system for automatic orientation in 2d space of mobilerobot / Computerscience, informationtechnology, automationjournal.-2016.-2016.-№2.-pp. 17-19.
2. **Кузнєцов Д.І.** Структура експертної системи моніторингу поточного стану електрообладнання / **Д.І. Кузнєцов, А.І. Купін** // Стратегія якості в промисловості та освіті: IX міжнар. наук.-практ. конф. 2013 р.: тези доповідей. Варна, 2013. – С.333–335.
3. Управление микроклиматом [Электронный ресурс] / Мир автоматизации.-Москва, 2009.-Режим доступа: <http://www.soliton.com.ua/pr/MA-2009-Feb-Produal-small.pdf>.- Дата доступа: 20.01.2017.
4. Концепт розумногобудину [Електронний ресурс] IXBT.-Москва, 2014.- Режим доступа: <http://www.ixbt.com/news/hard/index.shtml?18/23/97>.- Датадоступу: 20.02.2017.
5. Shalev-Shwart, Shai. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press, 2014.
6. ToyotaHSR – робот в помощь инвалидам и престарелым [Электронный ресурс] // Робототехника Украина. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: [https://robotics.ua/news/home\\_robots/4703-toyota\\_hsr\\_robot\\_helper](https://robotics.ua/news/home_robots/4703-toyota_hsr_robot_helper).
7. Panasonic для людей с ограниченными возможностями: робот-головомойщик, робот-кровать и робот-коммуникатор [Электронный ресурс] // NEWSru.com. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <https://hitech.newsru.com/article/05oct2011/panasrobots>.
8. **Антонов А.** Описание движения мобильного робота [Электронный ресурс] / **Андрей Антонов** // РОБОТО-ША. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://robotosha.ru/robotics/robot-motion.html>.
9. UltrasonicRangingModule HC - SR04 [Электронный ресурс] // ElecFreaks.com – Режим доступа до ресурсу: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>.
10. CMUSphinx [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://cmusphinx.sourceforge.net/>.
11. Chubakur. Распознавание речи с помощью CMUSphinx [Электронный ресурс] /chubakur. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://habrahabr.ru/post/267539/>.
12. Офіційний сайт компаніїEspressif [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>.
13. ZambrettiForecaster [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.meteormetrics.com/zambretti.htm>.
14. **Кувшинов Ю. Я.** Динамические свойства помещения с регулируемой температурой воздуха // Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1993. – № 4.
15. **Конох И.С** Разработка и исследование интеллектуальной системы регулирования параметров микроклимата помещения/ **И.С. Гула, С.В. Сукач** // Электромеханические и энергосберегающие системы. – Кременчуг: КНУ, 2010. – Вып. 3/2010 (11). – С. 80–85.

Рукопис подано до редакції 11.03.17