МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

СІЛЬВЕЙСТРОВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 65.011.56

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Миколаїв-2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Сідєлєв Микола Іванович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент
Жук Дмитро Олександрович,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
Інститут автоматики та електротехніки,
завідувач кафедри суднових
електроенергетичних систем

Консультант: доктор біологічних наук, професор
Томілін Юрій Андрійович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри екології
Медичного інституту

Захист відбудеться «27» червня 2019 р. о 10^{00} на засіданні Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-407.

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням http://chmnu.edu.ua

Автореферат оприлюднений «19» червня 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми обумовлена часом, що витрачається на збір комплектуючих для виготовлення стоматологічного обладнання. У галузі виробництва стоматологічного обладнання найбільшою «проблемою» є саме збір комплектуючих із котрих складається обладнання. Суть проблеми заключається в часі, який витрачається, щоб віднайти потрібні деталі на складі і передати їх на виробництво. Створення автоматизованої системи з використанням комп`ютерно-інтегрованих систем управління для прискорення процесу збору комплектуючих має вирішити цю проблему.

У даному випадку можна запропонувати наступні шляхи вирішення проблеми: створення універсальної системи по упорядкуванню комплектуючих на центральному складі; спрощення процесу збору та доставки комплектуючих у основний цех, розробку та введення в автоматизовану систему роботизованих пристроїв типу «маніпулятор».

Мета кваліфікаційної роботи магістра є підвищення швидкості та якості процесу збору комплектуючих для виготовлення стоматологічного обладнання за рахунок використання комп`ютерно-інтегрованих систем управління. Для досягнення даної мети в магістерській роботі поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Виконати патентний пошук, аналіз наукової та технічної літератури по системам автоматизації виробництва стоматологічного обладнання.
2. Розробити алгоритм функціонування системи автоматизованого процесу збору комплектуючих на складі підприємства по виготовленню стоматологічного обладнання.
3. Створення універсальної системи по упорядкуванню комплектуючих на центральному складі.
4. Створення системи контролю надходження та витрат запчастин;
5. Розробку роботизованих пристроїв для полегшення роботи комірника на складі.

6. Виготовлення макету розробленого пристрою(маніпулятора).
7. Розробка програмного забезпечення для розробленого маніпулятора.
8. Розробка функціональної схеми маніпулятора, що розробляється.
9. Розробка програми керування мікроконтролерною частиною.
10. Відлагодження системи засобами програмного моделювання електронних схем.
11. Дослідження математичної моделі руху трьох ланкового маніпулятора у просторі.
12. Розглянути питання охорони праці.

Об'єктом дослідження є процес збору, підготовки та доставки комплектуючих відповідно до замовлення.

Предметом дослідження є система автоматизації складських приміщень для прискорення збору комплектуючих на підприємстві з метою виготовлення стоматологічного обладнання.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали проведеного дослідження стануть у нагоді для подальшого впровадження автоматизованого процесу збору комплектуючих не тільки на складах підприємств по виготовленню стоматологічного обладнання, а й інших.

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час роботи наступних конференцій:

1. XXI Всеукраїнська науково-методична конференція «МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ - 2018: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» (листопад 2018 р., м. Миколаїв)
2. XIII Міжнародна наукова конференція «ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2019: «Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» (6-9 червня 2019 р., м. Миколаїв)

Публікації. Сідєлєв М.І., Сільвейстров О.В. Комп'ютерно-інтегровані технології управління малосерійним виробництвом / «Ольвійський форум –

2019: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»: XIII міжнар. наук.-практ. конф. 6-9 червня 2019 р., м. Миколіїв: тези доп. Секція: Автоматизація та комп'ютерно-інженерні технології / Чорн. нац. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. – С. 9-11.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел, додатків. Основна частина роботи містить 121 сторінку, серед яких 35 рис., 3 таблиці, 2 додатки, 15 посилань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв’язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації. Задача розробки автоматизованої системи по збору комплектуючих на складі підприємства по виготовленню стоматологічного обладнання, яка б значно спрощувала та прискорювала процес виготовлення цього обладнання.

Загалом, автоматизація складських приміщень – задача передова, так як впровадження спеціалізованого обладнання і програмного забезпечення в складські приміщення того чи іншого підприємства має значно покращити існуючі фізичні процеси, давати можливість збирати статистичні данні про їх виконання і, в результаті, шляхом аналізу отриманих даних усувати «вузькі» місця у проходженні матеріального потоку. Саме це дасть можливість постійно вдосконалювати навіть існуючу систему і впроваджувати нові засоби автоматизації.

У **першому розділі** «Аналітичний огляд науково-технічної літератури та патентної інформації за темою дослідження» магістерської роботи

розглянуті і проаналізовані існуючі системи автоматизації складських приміщень. Виділено та описано їх основну класифікацію та типи. Визначені переваги та недоліки існуючих автоматизованих систем. Керуючись досвідом попередників було зібрано та переосмислено способи автоматизації складських приміщень та визначено план, відповідно до якого краще проводити автоматизацію складів. Зокрема було приділено увагу проблемі підвищення продуктивності автоматизованих складських приміщень шляхом удосконалення логістичних процесів та «апгрейду» автоматизованих раніше частину складу. На основі даної інформації було сформовано завдання та напрями дослідження.

У **другому розділі** «Створення автоматизованої системи керування процесом збору комплектуючих на виробництві стоматологічного обладнання» поставлено задачі та описано шляхи їх вирішення. Зокрема у даному розділі було поставлено і вирішено задачі:

- створення універсальної системи по упорядкуванню комплектуючих на центральному складі;
- спрощення процесу збору та доставки комплектуючих у основний цех;
- створення системи контролю надходження та витрат запчастин;
- розробку роботизованих пристроїв для полегшення роботи комірника.

Також було виконано та розроблено спосіб зберігання деталей на складі – у спеціальних боксах. Такий спосіб зберігання дозволить не тільки зберегти цілісність комплектуючих, а я дозволить доставляти їх за допомогою маніпулятора. Також стає можливим повторне використання пластикових контейнерів, що є корисним для навколишнього середовища.

Розроблено схему складського приміщення, враховуючи місце для подальшого використання, роботизовано техніки на складі. Для проекту складу, що автоматизується, є необхідним наявність таких приміщень (рис.1):

- приміщення для тимчасового перебування і приймання вантажу (з обов’язковим виходом під платформу для вантажівок);

- центральне приміщення складу, в котрому і розміщуватимуться запчастини;
- місце відстою складської техніки та ручних вагонеток;
- приміщення оператора складу, через яке відбувається видача або обмін запчастин (з обов'язковим місцем для очікування).

Рисунок 1. Приміщення складу

Також у цьому розділі було запропоновано ідею створення універсального маніпулятора з трьома ступенями свободи і магнітним тримачем, що у парі з роботизованою вагонеткою виконував би роль збирача комплектуючих на складі. Проаналізовано всі переваги та недоліки даного пристрою та запропоновано шляхи реалізації.

У **третьому розділі** «Розробка щодо створення автоматизованої системи складського приміщення на виробництві стоматологічного обладнання» розроблена и наведена блок-схема алгоритму роботи розроблюваного маніпулятора (рис. 2, 3) .

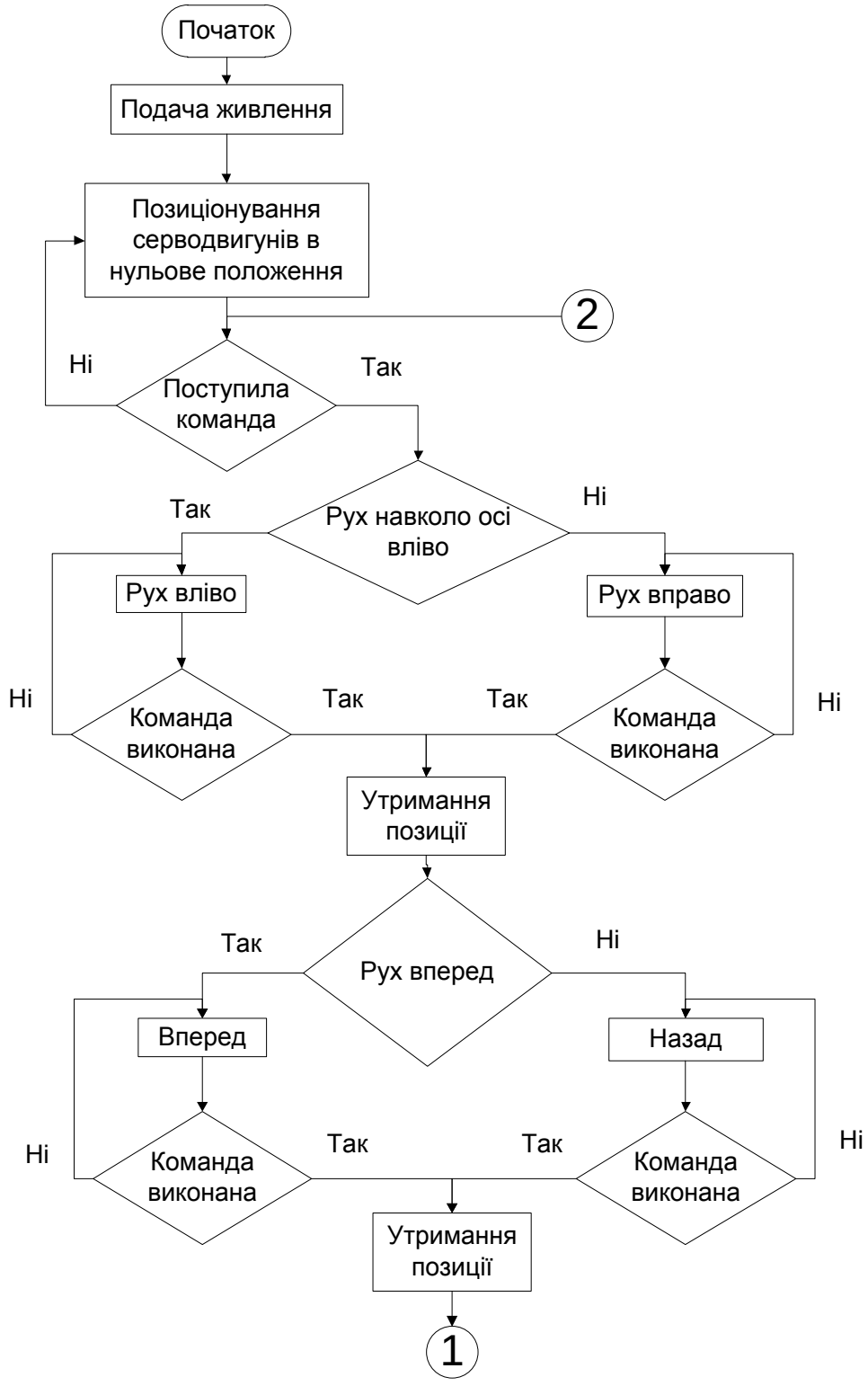

Рисунок 2. Блок-схема алгоритму роботи маніпулятора (початок)

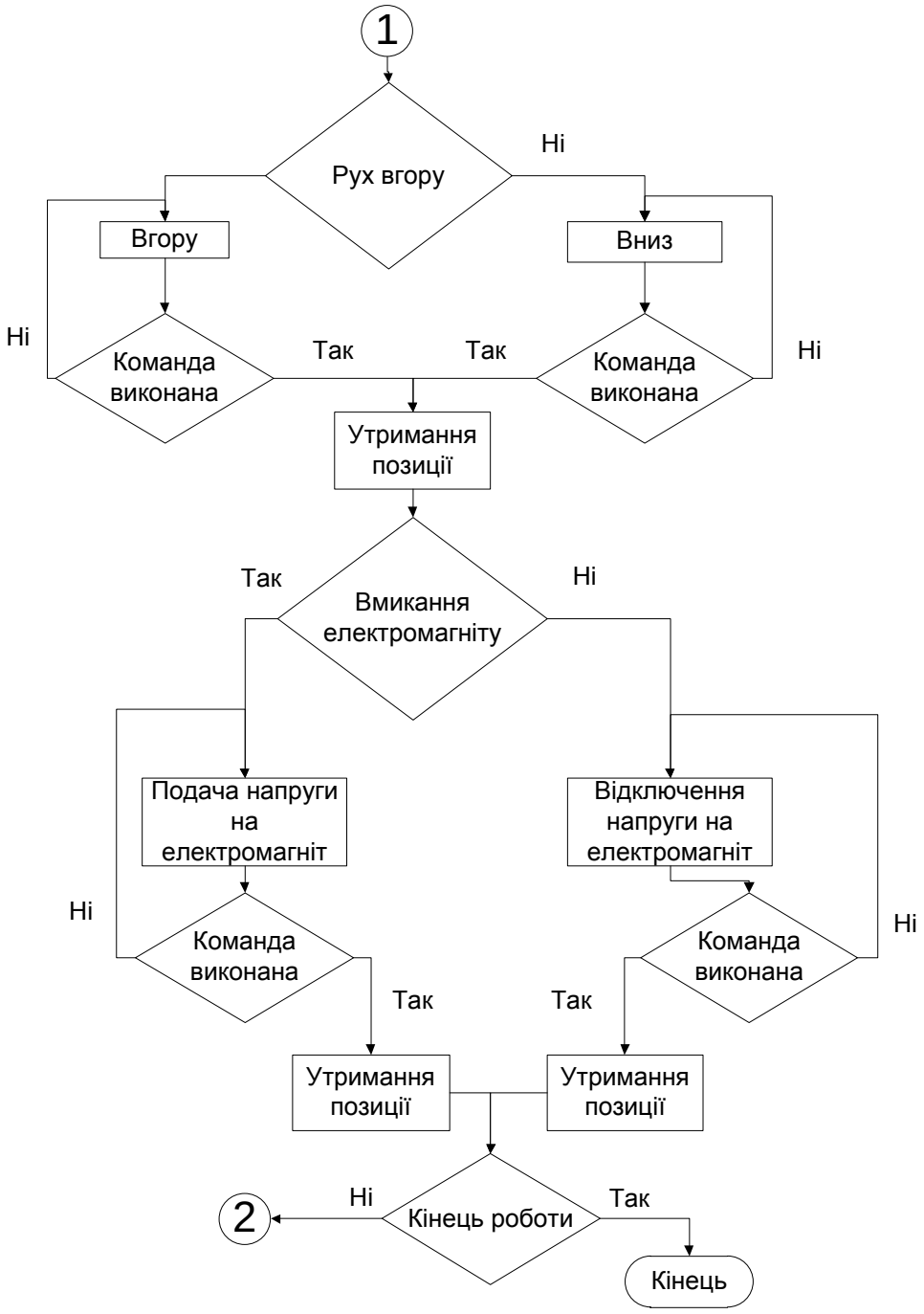

Рисунок 3. Блок-схема алгоритму роботи маніпулятора (закічення)

Також розроблено універсальну 3D модель маніпулятора з трьома ступенями свободи, що була виконана у програмному середовищі SetchUp 2019. У процесі виконання магістерської роботи, було знайдено проект у відкритому доступі і змінено його під свої потреби, а власне під універсальну платформу для кріплення та додано магнітний інструмент для взяття боксів з комірок на складі (рис. 4).

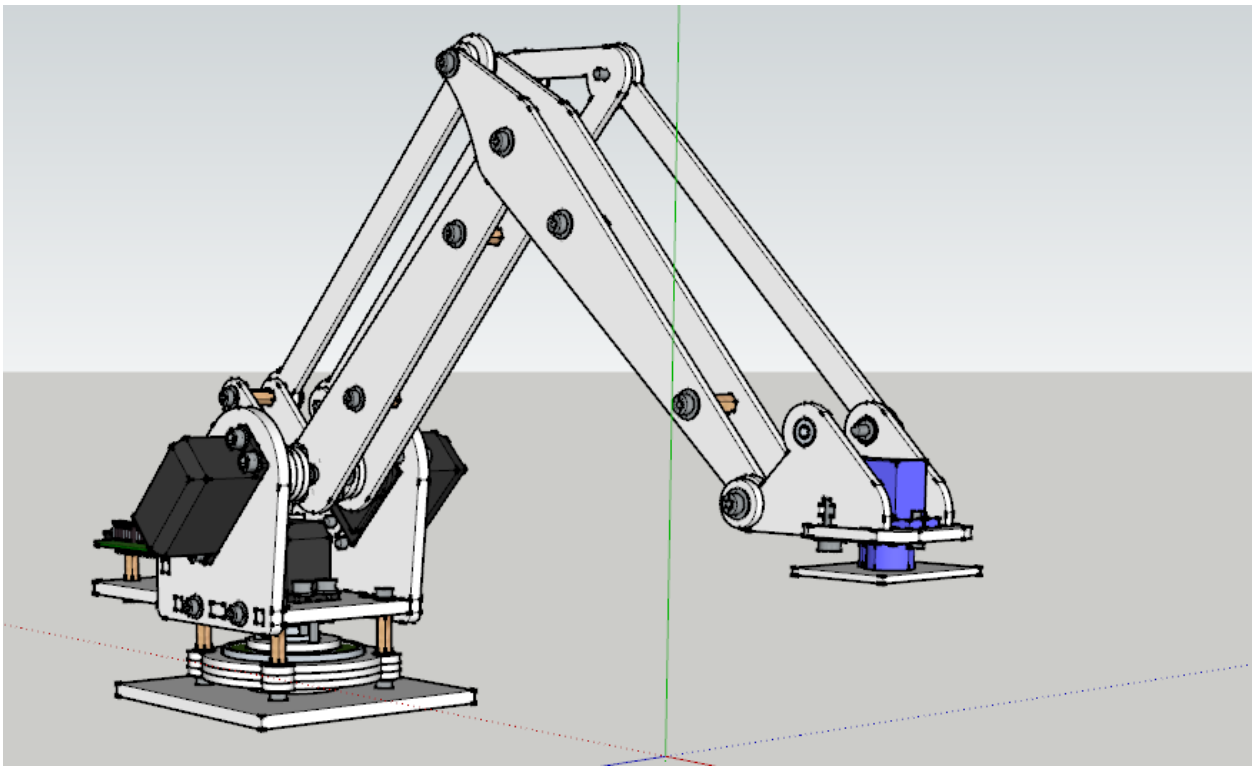

Рисунок 4. 3D модель маніпулятора з трьома ступенями свободи

У **четвертому розділі** «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» проведений аналіз факторів виробничого середовища на робочому місці інженера, а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Слід зазначити, що була встановлена відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці за робочим місцем інженера є оптимальними.

Додатки містять лістинг коду вузлу системи для перевірки роботи передачі даних, а також матеріали апробації магістерської роботи.

ВИСНОВКИ

В ході написання кваліфікаційної роботи магістра визначено основні принципи автоматизації складських приміщень на підприємстві, проблеми з якими можна зустрітися при впровадженні автоматизованої системи, що дозволить розробити автоматизовану систему, котра відповідає всім вимогам сучасності.

Також проаналізовано і вивчено основні переваги і недоліки аналогів систем автоматизації як складських приміщень так і підприємств в цілому, що дозволить уникнути помилок та небажаних наслідків при створенні власної системи.

На основі даної інформації сформовано завдання та напрями дослідження:

1. Вибрано напрям дослідження, відповідно якому поставлено задачі, що дозволило чітко притримуватися напряму розробки автоматизованої системи для автоматизації складського приміщення.
2. Побудовано схему функціонування підсистеми складського приміщення, що дозволило краще зрозуміти всі аспекти роботи складу на підприємстві по виготовленню стоматологічного обладнання.
3. Поставлено та вирішено ряд задач, зокрема:

- задача створення універсальної системи для упорядкування комплектуючих на центральному складі;
- задача спрощення процесу збору та доставки комплектуючих у основний цех, під час вирішення якої розроблено оптимальний план складського приміщення;
- задача створення системи контролю та надходження запчастин на склад підприємства по виготовленню стоматологічного обладнання;
- задача по розробці та застосуванню вже існуючих роботизованих пристроїв для полегшення роботи оператора складу. Зокрема розроблено універсальний маніпулятор з магнітним наконечником.

4. Розроблено 3D модель однієї з комірок стелажу на складі, що зробило можливим та полегшило роботу роботизовної вагонетки з маніпулятором на центральному складі.

Також створено 3D модель маніпулятора з трьома ступенями свободи та інструментом у вигляді електромагніту з керованою силою захвату боксу.

Досліджено математичну модель руху маніпулятора з трьома ступенями свободи, та на основі аналізу усунуто недоліки розроблюваного зразка ще на стадії проектування.

На основі розробленої 3D моделі розроблено файли для лазерної різки оргскла та виготовлено тестовий зразок маніпулятора.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Сідєлєв М.І., Сільвейстров О.В. Комп'ютерно-інтегровані технології управління малосерійним виробництвом / «Ольвійський форум – 2019: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»: XIII міжнар. наук.-практ. конф. 6-9 червня 2019 р., м. Миколіїв: тези доп. Секція: Автоматизація та комп'ютерно-інженерні технології / Чорн. нац. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. – С. 9-11.

АНОТАЦІЯ

Сільвейстров О.В. Комп'ютерно-інтегровані технології управління виробництвом стоматологічного обладнання. – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

У роботі розробляється автоматизована система для прискореного збору комплектуючих для виготовлення стоматологічного обладнання на складах підприємства з виготовлення стоматологічного обладнання.

У першому розділі розглянуто види систем автоматизації складських приміщень загалом, проведено аналітичний огляд технічної літератури за даною темою, на основі аналізу сформовано вимоги до створюваної автоматизованої системи складського приміщення підприємства по виготовленню стоматологічного обладнання. У другому розділі визначено основні проблеми існуючого складського приміщення та запропоновано

шляхи їх вирішення. А також розроблено нововведення для успішної автоматизації складського приміщення. У третьому розділі розроблено функціональну схему роботи маніпулятора. Також створено 3D модель маніпулятора з трьома ступенями свободи та інструментом у вигляді електромагніту з керованою силою захвату боксу. Досліджено математичну модель руху маніпулятора з трьома ступенями свободи, та на основі аналізу усунуто недоліки розроблюваного зразка ще на стадії проектування. На основі розробленої 3D моделі розроблено файли для лазерної різки оргскла для виготовлення тестового зразку маніпулятора.

У розділі 4 показані визначені умови праці на місці інженера, в якому будуть використовуватися результати магістерської роботи, їх відповідність санітарним нормам, в першу чергу рівень освітлення робочого місця, параметри мікроклімату в приміщенні, рівень шуму. Крім того, в розділі 4 визначаються можливі небезпеки, та закони, спрямовані на попередження виникнення цих небезпек, створення безпечних і здорових умов праці на робочому місці або у виробничому приміщенні.

Магістерська робота містить 121 сторінку, серед яких 35 рис., 3 таблиці, 2 додатки, 15 посилань.

Ключові слова: автоматизована система, складське приміщення, маніпулятор, роботизована вагонетка, схема приміщення, автоматизація виробництва, 3D модель, математична модель, бокс для зберігання.

ABSTRACT

O. Silveistrov. Computer-integrated technologies for managing the production of dental equipment. - Master's qualification in specialty 151 Automation and computer-integrated technologies. - Petro Mohyla Black Sea National University, 2019.

The work is developing an automated system for accelerated collection of components for the manufacture of dental equipment at the warehouses of the company for the manufacture of dental equipment.

The first section deals with the types of warehouse automation systems in general, analytical review of technical literature on this topic, analyzes the requirements for the creation of an automated system of warehouse premises of the enterprise for the manufacture of dental equipment. In the second section, the main problems of the existing warehouse were identified and the ways of their solution were proposed. And also innovations for successful automation of warehouse have been developed. In the third section, a functional diagram of the manipulator was developed. A 3D model of a three-stage manipulator and an electromagnet-controlled instrument with box-capturing power was also created. The mathematical model of motion of the manipulator with three degrees of freedom was investigated, and on the basis of the analysis the defects of the developed model were eliminated at the design stage. On the basis of the developed 3D model, files for laser cutting of plexiglass were developed for the production of a test piece of the manipulator.

Section 4 shows the specified working conditions at the site of the engineer, which will use the results of the master's work, their compliance with sanitary norms, primarily the level of lighting of the workplace, the parameters of the microclimate in the room, noise level. In addition, section 4 identifies possible hazards, and laws aimed at preventing these dangers, creating safe and healthy working conditions in the workplace or in the production facility.

The master's thesis contains 121 pages, including 35 lines, 3 tables, 2 annexes, 15 references.

Key words: automated system, warehouse, manipulator, robotic trolleys, premises scheme, automation of production, 3D model, mathematical model, storage box.