

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**БАРАНОВ МИХАЙЛО ЯРОСЛАВОВИЧ**

**РОБОТ ДЛЯ ІНСПЕКЦІЇ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ  
МЕРЕЖ**

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат

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

Миколаїв – 2021

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі автоматизації та КІТ

**Науковий керівник:**

**Беліков Олександр Євгенович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
старший викладач кафедри  
автоматизації і комп'ютерно–  
інтегрованих технологій

**Рецензент:**

канд. фіз.- мат. наук  
**Чуйко Геннадій Петрович**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
професор кафедри автоматизації та  
комп'ютерно-інтегрованих технологій,  
доктор фізико-математичних наук

**Консультант:**

кандидат технічних наук, доцент  
**Щербак Юрій Георгійович**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
КтН, доцент

Захист відбудеться «21» червня 2021 р. о 10:00 на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-406) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З бакалаврською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат оприлюднений «\_\_» червня 2021 р.

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми:** комунікаційні мережі є невід'ємною складовою будь якої розвиненої інфраструктури. Недосконалість конструкцій, вади матеріалів виготовлення а також умови експлуатації головним чином впливають на довговічність та зносостійкість таких мереж. Зважаючи на сказане, існує потреба у вдосконаленні інспекційних систем, метою яких є своєчасне дослідження підземних комунікацій та їх діагностування на предмет виявлення ушкоджень, вразливих вузлів та запобігання несанкціонованим втрученням до комунікаційних систем.

**Мета та завдання дослідження:** полягає у пошуку та розробці шляхів для вдосконалення спеціальних телеінспекційних систем та підвищення їх ефективності функціонування, збільшення запасу надійності їх конструкції за рахунок використання спеціально розроблених вузлів та деталей на прикладі транспортного модуля із гусеничним шасі.

### **Задачі:**

- 1) Дослідити основні засоби діагностики підземних водопровідних мереж;
- 2) Визначити економічну доцільність проекту;
- 3) Класифікувати існуючі конкуруючі технічні рішення;
- 4) Виходячи із попередніх пунктів, сформулювати технічне завдання для проектування;
- 5) Розробити всі необхідні схеми проекту, та підібрати комплектуючі;
- 6) Спроектувати та створити тривимірну модель прототипу;
- 7) Виготовити дослідний екземпляр, використовуючи адитивні технології.

**Об'єкт:** вузькоспеціалізоване інспекційне обладнання.

**Предмет:** вдосконалена конструкція транспортного модуля інспекційної системи, покращені вузли шасі та підвіски.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** до пояснювальної записки наведена актуальність та важливість теми розкритої в даному проекті. Також сформульовано мету та задачі, що мають бути виконані в ході роботи над проектом.

В **першому розділі** роботи наведено основні положення та засади методів та типів дослідження та діагностики підземних мереж комунікацій. В розділі також міститься введення в область теоретичних знань в галузі телевізійної інспекції. Після ознайомлення із темою наведено класифікацію відповідного вузькоспеціалізованого обладнання, що використовується для візуального дослідження ділянок трубопроводу. Також розділ містить перелік конкуруючих технічних рішень, зазначено їх переваги та недоліки. Враховуючи названі вище особливості кожного з існуючих технічних рішень, в завершені першого розділу міститься сформульоване завдання на проектування. Воно включає в себе перелік вимог та характеристик, які повинен задовольняти дослідний екземпляр, виготовлення якого описане в наступному розділі.

В якості основного технічного завдання для проектування було взято замовлення централізованої служби водоканалу міста Миколаєва, що містить перелік вимог та характеристик бажаної системи роботизованої телеінспекції. Існує потреба в розробці методу дистанційної перевірки об'єктів міської системи підземних водопровідних комунікацій на предмет виявлення пошкоджень труб, та несанкціонованого порушення цілісності системи водопостачання. Робота передбачає проектування відповідного обладнання та виготовлення прототипу для подальших тестувань та перевірок працездатності системи.

Для якісного обстеження ділянок трубопроводу, що працюють у стані наднормових напружень або тих, що схильні до активного руйнування під дією несприятливих зовнішніх факторів необхідно інспектувати труби діаметром від 150 до 250 міліметрів. Для найкращого фізичного контакту транспортного модуля з внутрішньою поверхнею труби необхідно якомога збільшити площу цього контакту. Даний проект передбачає реалізацію такої вимоги шляхом розробки та встановлення гусеничного шасі, що представляє собою три радіально розташовані гусеничні збірки, кожна з яких має підвіску, що рухається на трьох важелях та забезпечена пружинною підтримкою.

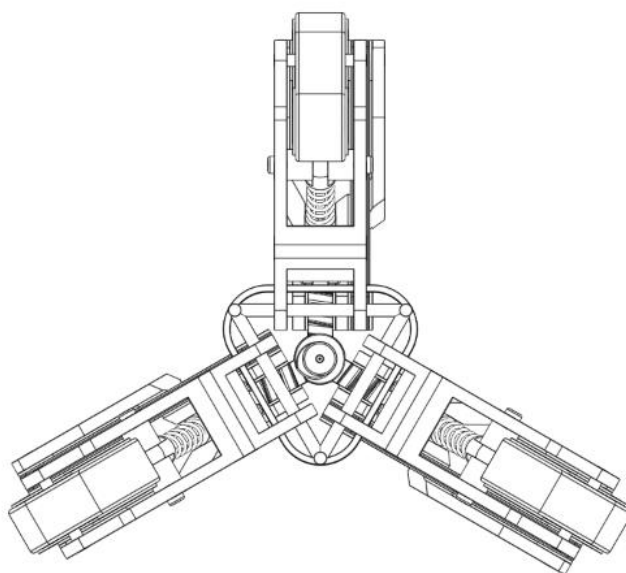


Рисунок 1 – Ескіз прототипу. Вид спереду.

Передача обертального моменту від головного електричного двигуна через редуктор до кожного гусеничного блоку - забезпечує впевнений рух всієї конструкції всередині досліджуваних ділянок підземних комунікацій.

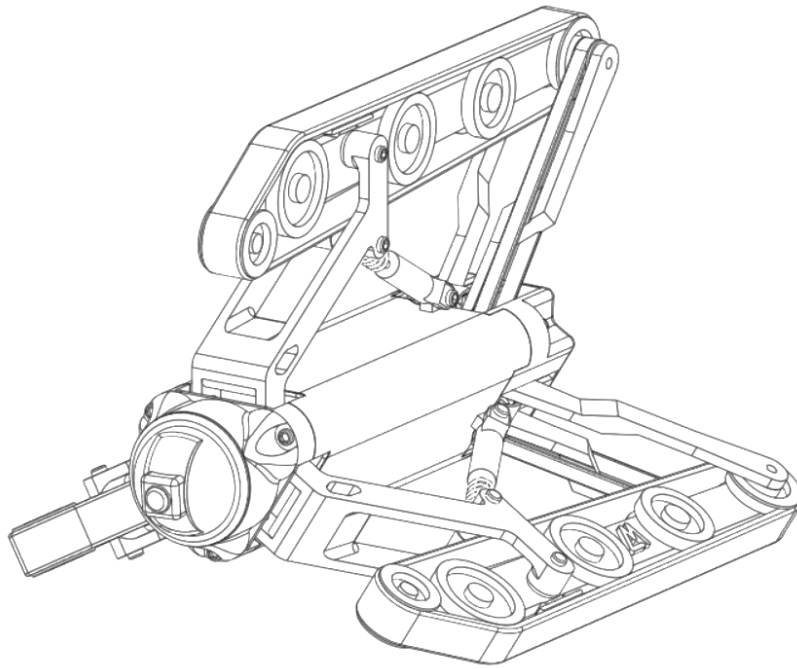


Рисунок 2 – Ескіз прототипу. Вид збоку.

Для коректної та безвідмовної роботи підвіски в трубах різного діаметру передбачена можливість заміни основних пружинних елементів на ті, що забезпечують максимальну притисну силу. Всього до комплектації даної інспекційної системи входить три набори змінних пружинних збірок.

Виготовлення прототипу передбачає використання технології тривимірного друку. Даний метод є доцільним через свою здатність задовольнити всі описані технічні вимоги, відносну доступність та виходячи з задовільного співвідношення ваги деталі та її міцності.

В **другому розділі** бакалаврської роботи було розроблено функціональну блок-схему, на основі якої було обрано перелік комплектуючих. Проект передбачає різне живлення для різних елементів схеми та вузлів. 2 серво двигуни дають можливість керувати кутом нахилу камери по двом вісям. Керування серво двигунами та сигналом, що йде на драйвер двигуна, відбувається за допомогою ШИМ сигналу, що в свою чергу регулюється трьома потенціометрами та платою Arduino nano. Вся ця частина живиться джерелом постійного струму 5V.

Керування головним двигуном, що забезпечує рух роботу всередині труби, відбувається через відповідний драйвер, що потребує живлення 24V. Освітлення, що являє собою 8 світлодіодів білого кольору, також підключено до 24V постійного струму.

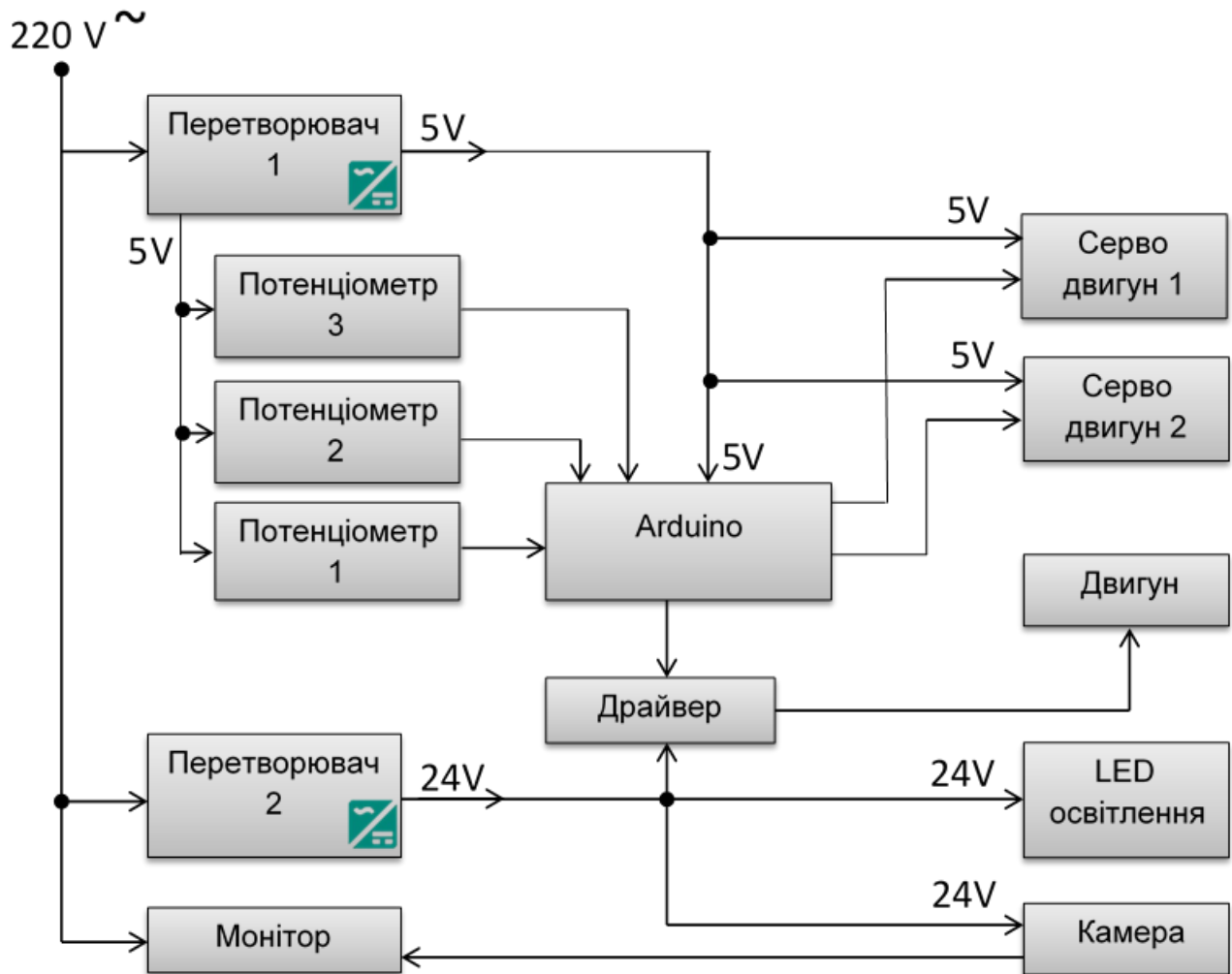


Рисунок 3 – Функціональна блок-схема

Після чого, з оглядом на обрані компоненти, було складено електричну принципову схему, враховуючи засоби з'єднання елементів.

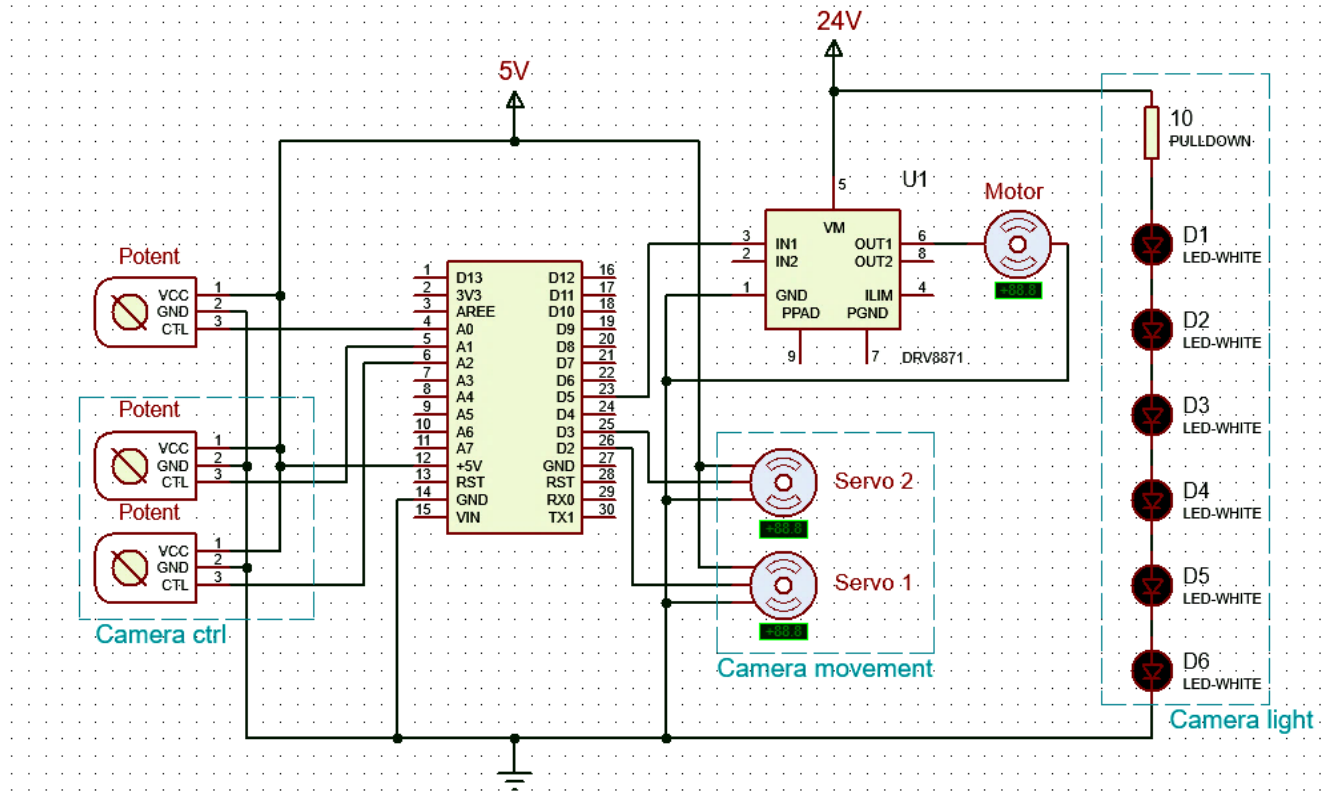


Рисунок 4 – Електрична принципова схема

**Висновки:** в ході виконання бакалаврської роботи було спроектовано та сконструйовано прототип транспортного модулю, що входить до складу телеінспекційної системи. Було розроблено всі необхідні схеми та ескізи. Згідно із поставленим технічним завданням було змодельовано та виготовлено дослідний екземпляр за допомогою адитивних технологій. В створеному прототипі вдалося реалізувати спеціальне гусеничне шасі на основі важільної підвіски, що підвищило ступінь зчеплення із поверхнею досліджуваної ділянки, а також дозволило застосовувати даний транспортний модуль в трубах змінного діаметру, або в різних ділянках трубопроводу із діаметрами від 150 до 250 міліметрів. Окрім цього вдалося підвищити економічну вигідність виготовлення за рахунок застосування технології тривимірного друку пластиком філаментом, що також позитивно позначилось на вазі і мобільності конструкції.



## АНОТАЦІЯ

Баранов М. Я. Розробка пристрою для телеінспекції підземних комунікаційних мереж. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології на здобуття кваліфікації «бакалавра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2021.

Існує певний перелік методів комплексної інспекції, що оснований на візуальних спостереженнях, або включають в себе телевізійний контроль. Телеінспекція входить до групи внутрішніх досліджень. Існує певна класифікація конструкцій телеінспекційних систем. Серед них виділяють зондові проштовхувані системи, засоби огляду вертикальних ділянок, та інспекційні комплекси із транспортним модулем. До останніх належить описана в роботі конструкція.

В першому розділі бакалаврської роботи наведено основні теоретичні дані щодо методу телеінспекції взагалі. Окрім цього там міститься ознайомлення та аналіз існуючого устаткування та конкуруючих технічних рішень. Наведено їх класифікацію, історію розвитку а також переваги і недоліки. Маючи уявлення про характеристики існуючих пристроїв було сформульовано технічне завдання на проектування власного прототипу. В другому розділі роботи було розроблено функціональну схему із блоків. Орієнтуючись в них та в поставлених технічних вимогах було підібрано та проаналізовано комплектуючі. Після цього було описано моделювання та виготовлення прототипу. В третьому розділі було розглянуто основні умови праці оператора телеінспекційної системи. А саме техніку безпеки при роботі на досліджуваному об'єкті із підвищеною небезпекою. Також було оцінено умови праці в контексті подальшої роботи з аналізу та інтерпретації отриманих при діагностиці даних, оскільки ця частина роботи виконується в офісному приміщенні із використанням комп'ютера.

## SUMMARY

Baranov M. Development of gadget for teleinspection of underground communication networks. Qualification work of a bachelor in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies for the qualification of "bachelor in automation and computer-integrated technologies". - Petro Mohyla Black Sea National University, 2021.

There is a list of integrated inspection methods that are based on visual observations or include television control. Teleinspection is part of the group of internal research. There is a certain classification of designs of teleinspection systems. Among them are probe pushed systems, means of inspection of vertical sections, and inspection complexes with a transport module. The latter includes the design described in the work.

The first section of the bachelor's thesis presents the basic theoretical data on the method of teleinspection in general. In addition, it contains an introduction and analysis of existing equipment and competing technical solutions. Their classification, history of development as well as advantages and disadvantages are given. Having an idea of the characteristics of existing devices, a technical task for designing your own prototype was formulated. In the second section of the work a functional diagram of the blocks was developed. Orienting in them and in the set technical requirements, components were selected and analyzed. After that, modeling and prototyping were described. In the third section the basic working conditions of the operator of the teleinspection system were considered. Namely, safety precautions at the investigated object with increased danger. The working conditions were also assessed in the context of further work on the analysis and interpretation of the data obtained during the diagnosis, as this part of the work is performed in the office using a computer.