

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Механический факультет
Кафедра «Мехатроника»
Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Допускается к защите

Зав. кафедрой Тарасян В.С.
доцент, канд. физ.-мат. наук

Тарасян
« 23 » 06 2017г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
в виде бакалаврской работы
Тема: «Учебный стенд гармонограф»

15.03.06.07.ВКР.МР413.09.ПЗ

(обозначение документа)

| | | | | | |
|-----------------|---------------------|----------|----------------|----------|--------------|
| Разработал: | студент | МР-413 | <i>Молодов</i> | 20.06.17 | Молодов М.А. |
| | (студент-дипломник) | (группа) | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |
| Руководитель: | доцент, к.т.н. | | <i>Вакалюк</i> | 20.06.17 | Вакалюк А.А. |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |
| Консультанты: | доцент, к.э.н. | | <i>Попп</i> | 01.06.17 | Попп Т.В. |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |
| | ст. преподаватель | | <i>Гущина</i> | 7.06.17 | Гущина Н.В. |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |
| Нормоконтролер: | доцент, к.т.н. | | <i>Таугер</i> | 20.06.17 | Таугер В. М. |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |
| Рецензент: | | | <i>Баранов</i> | 20.06.17 | Баранов В.А. |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (ф.,и.,о.) |

Екатеринбург
2017

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

Механический факультет

Кафедра «Мехатроника»

Специальность 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Гурман В. С. Тарасян

« 30 » 03 2017 г.

Задание

на дипломный проект (работу) студента–дипломника

Молодов Михаил Алексеевич

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы) Учебный стенд гармонограф
утверждена приказом по университету от « 16 » мая 2017 г. № 1071-со
2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 20 июня 2017 г.
3. Исходные данные к проекту (работе) _____
Собираются в период преддипломной практики

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) (см. календарный план)

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

6. Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов)

| Раздел | Консультант | Подпись, дата | |
|------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| | | Задание выдал | Задание принял |
| 1. Экономическая часть | Попп Т. В. Гущина Н.В. | <i>24.05.17</i> | <i>01.06.17</i> |
| 2. БЖД | | <i>24.05.17</i> | <i>01.06.17</i> |
| 3. | | | |
| 4. | | | |

7. Дата выдачи задания 30 марта 2017 г.

Руководитель _____

(подпись)

Задание принял к исполнению студент-дипломник _____

(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование этапов дипломного проекта (работы) | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Примечание |
|-------|--|---|------------|
| 1. | <i>Анализ принципов управления динамическими системами</i> | <i>30.03 – 04.04</i> | <i>5%</i> |
| 2. | <i>Патентный поиск</i> | <i>04.04 – 07.04</i> | <i>5%</i> |
| 3. | <i>Выбор элементной базы системы</i> | <i>07.04 – 14.04</i> | <i>15%</i> |
| 4. | <i>Конструирование системы</i> | <i>14.04 – 21.04</i> | <i>10%</i> |
| 5. | <i>Организация каналов связи</i> | <i>21.04 – 28.04</i> | <i>15%</i> |
| 6. | <i>Разработка алгоритма работы системы</i> | <i>28.04 – 12.05</i> | <i>15%</i> |
| 7. | <i>Калибровка и валидация работы системы</i> | <i>12.05 – 19.05</i> | <i>15%</i> |
| 8. | <i>Экономическое обоснование эффективности затрат</i> | <i>30.05 – 09.06</i> | <i>10%</i> |
| 9. | <i>Разработка раздела "БЖД"</i> | <i>30.05 – 09.06</i> | <i>5%</i> |
| 10. | <i>Оформление пояснительной записки и графического материала</i> | <i>19.05 – 20.06</i> | <i>5%</i> |

Студент-дипломник _____

(подпись)

Руководитель _____

(подпись)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное образовательное учреждение
Высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Пурасин

« 24 » _____ 05 20 17 г.

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Молодов Михаил Алексеевич Группа МР-413

(Фамилия, Имя, Отчество)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Учебный стенд гармонограф

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «16» мая 2017 г. №1071-со

Выпускающая кафедра Мехатроника

Руководитель ВКР доцент, канд. техн. наук Вакалюк А.А.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела доцент, к.э.н., Попп Т.В.

(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел _____

3. Исходные данные производственно-экономические показатели, единовременные затраты

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 01.06.17

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Экономическая эффективность внедрения учебного стенда гармонограф в УрГУПС

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) _____

7. Дата выдачи задания 24.05.17

Консультант _____

(подпись)

Согласовано: _____

24.05.17

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 24.05.17

(дата и подпись студента-дипломника)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное образовательное учреждение
Высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Пуршова
« 24 » 05 20 17 г.

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Молодов Михаил Алексеевич Группа МР-413
(Фамилия, Имя, Отчество)

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Учебный стенд гармонограф

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «16» мая 2017 г. №1071-со

Выпускающая кафедра Мехатроника

Руководитель ВКР доцент, канд. техн. наук, Вакалюк А.А.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Гущина Н.В., старший преподаватель

(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные ГОСТ Р 50571.31-2009

4. Срок сдачи студентом законченного раздела _____

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Электробезопасность при эксплуатации учебного стенда гармонограф на рабочем месте
(выбор способов и средств защиты)

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Безопасная эксплуатация учебного стенда гармонограф

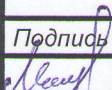




7. Дата выдачи задания 24.05.17г Консультант И.С.С.
(подпись)

Согласовано: 30.03.2017
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 24.05.17г
(дата и подпись студента-дипломника)

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Анализ функций станда. Патентный поиск..... | 7 |
| 1.1 Общие сведения | 7 |
| 1.2 Основные функции станда..... | 9 |
| 1.3 Патентный поиск..... | 9 |
| 2 Проектирование станда | 11 |
| 3 Разработка программного обеспечения управления стандом | 19 |
| 3.1 Подключение преобразователя частоты к ПЛК | 19 |
| 3.2 Параметры преобразователя частоты для коммуникации с ПЛК | 21 |
| 3.3 Настройки для коммуникации в контроллере | 22 |
| 3.4 Программирование | 23 |
| 3.4.1 Обмен данными с преобразователями частоты..... | 23 |
| 3.4.2 Проверка состояния преобразователя частоты (IVCK)..... | 25 |
| 3.4.3 Управление преобразователем частоты (IVDR) | 26 |
| 3.4.4 Считывание параметров преобразователя (IVRD). | 29 |
| 3.4.5 Запись параметров в преобразователь частоты (IVWR)..... | 30 |
| 3.4.6 Поблочная запись параметров в преобразователь частоты (IVBWR).. | 31 |
| 3.4.7. Управление стандом с помощью GXDeveloper | 31 |
| 4 Тестирование станда | 33 |
| 5 Экономическая эффективность проекта | 36 |
| 5.1 Техничко-экономическое обоснование | 36 |
| 5.2 Единовременные затраты..... | 36 |
| 5.3 Эксплуатационные затраты по «старой» технологии..... | 38 |
| 5.4 Эксплуатационные затраты по «новой» технологии | 40 |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------------|---|-------------|---|-------------|---------------|
| 15.03.06.07.ВКР.МР413.09.ПЗ | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Учебный стенд гармонограф УрГУПС Механический факультет Кафедра «Мехатроника» | | |
| Разраб. | | Молодов М.А. |  | 10.06 | | | |
| Провер. | | Вакалюк А.А. |  | 20.06 | | | |
| Реценз | | Баранов В.А. |  | 20.06 | | | |
| Н. Контр. | | Тавгер В.М. |  | 20.06.17 | | | |
| Утверд. | | Тарасян В.С. |  | 23.06.17 | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | | 2 | 57 |

| | | |
|------|--|----|
| 5.5 | Годовой приток денежных средств..... | 40 |
| 6 | Безопасность и экологичность проекта | 45 |
| 6.1. | Безопасность труда | 45 |
| 6.2. | Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений..... | 45 |
| 6.3. | Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током | 46 |
| 6.4. | Средства защиты от поражения электрическим током | 48 |
| 6.5. | Защитные меры для предотвращения поражения электрическим током..... | 50 |
| | Заключение | 52 |
| | Список использованных источников | 53 |
| | Приложение А | 55 |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 57 страниц, 9 таблиц, 20 рисунков, 13 формул, 14 использованных источника, 1 приложения, на которых цель проекта и поставленные задачи были выполнены полностью.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, MITSUBISHI, ГАРМОНОГРАФ, УЧЕБНЫЙ СТЕНД, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Объектом исследования является междисциплинарный учебный стенд «Гармонограф». Предметом исследования является автоматизированная система управления стендом.

Целью проекта была разработка и внедрение в учебный процесс кафедры «Мехатроника» учебного стенда для следующих дисциплин: теоретическая механика, проектирование информационных комплексов и систем, проектирование автоматизированных систем, основы компьютерного управления и проектирование робототехнических систем, применение ПЛК в автоматизированных производственных системах.

В ходе работы применялись следующие методы: изучение, обобщение, анализ, моделирование, тестирование.

Новизной проекта является объединение кинематической рычажной системы и системы автоматизированного привода от компании *Mitsubishi* в рамках разработки междисциплинарного учебного стенда.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|---------|------|--------------|--------------|--------|
| | | | | |
| Разраб. | | Молодов М.А. | Молодов М.А. | 10.06. |

15.03.06.07.ВКР.МР413.09

ОТЗЫВ

руководителя на выпускную квалификационную работу
Молодова Михаила Алексеевича
на тему «Учебный стенд гармонограф»

Содержание ВКР полностью соответствует заданию на ВКР. В ВКР отражены все этапы проекта.

В проекте описан учебный стенд «Гармонограф», предназначенный для физического моделирования сложных пространственных кривых с использованием современной элементной базы от компании Mitsubishi. Выполнен анализ существующих решений с требуемым функционалом, отмечены их недостатки. Предложен подход к созданию рычажной системы, позволяющей моделировать произвольные кривые на плоскости. Новизна предложенного подхода состоит в применении современных средств автоматизации промышленных производств с применением элементной базы от компании Mitsubishi.

Разработана и реализована механическая часть модуля при помощи современных систем автоматизированного проектирования и прототипирования.

Реализована электро-механическая часть модуля на основе современной элементной базы.

Реализован сетевой интерфейс управления приводами стенда.

Разработан алгоритм работы модуля, позволяющий, в произвольном порядке управлять скоростью и направлением вращения приводов стенда.

Тема ВКР раскрыта с достаточной полнотой. При выполнении ВКР использован современный подход к построению цифровых систем с использованием ПЛК. Результаты работы могут быть использованы в области автоматизации технологических производств.

Молодов М. А. проявил высокую степень профессионализма, исполнительности и творческой инициативы при выполнении ВКР. Его отличает высокая ответственность, автономность, нацеленность на конечный результат работы и способность выполнять комплексные проекты.

Качество оформления ВКР соответствует существующим стандартам.

Молодов М. А. может быть допущен к защите ВКР.

Рекомендуемая оценка ВКР – «Отлично».

Работа Молодова М. А. принимала участие в конкурсе компаний-представителей Mitsubishi в России.

Руководитель ВКР,
к.т.н.



А. А. Вакалюк

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу по теме «Учебный стенд гармонограф» студента Молодова Михаила Алексеевича, гр. МР-413

Выпускная квалификационная работа объемом 57 страниц, содержит 9 таблиц, 20 иллюстраций, 14 источников, 1 приложений.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке учебного стенда «Гармонограф», предназначенного для физического моделирования сложных пространственных кривых с использованием современной элементной базы от компании Mitsubishi. Стенд подразумевает наличие набора готовых систем управления и внешних интерфейсов для создания пользовательских алгоритмов управления при помощи различных средств современной вычислительной техники. При управлении мехатронным стендом возможны быть применимы современные алгоритмы искусственного интеллекта. Данная работа является актуальной для отрасли управления сложным динамическим оборудованием с наличием нестационарных состояний.

Основные результаты: произведен патентный поиск решений, произведен функционально-структурный анализ стенда, разработаны структурные схемы системы, произведен выбор элементной базы стенда, разработан алгоритм работы модуля, подтверждена экономическая эффективность разработки стенда, произведен расчет защитного заземления электроустановки.

Новизна идей, положенных в основу работы, состоит в применении структурно-функционального анализа, позволяющей связать все стадии процесса проектирования комплекса в единый упорядоченный поток и интегрировать требуемый набор функций в единый модуль.

Практическая значимость работы состоит в решении реальной проблемы моделирования и управления сложным динамическим объектом.

Обоснованность результатов работы базируется на использовании современных подходов к проектированию изделий и современной элементной базы.

Работа написана стилистически ясным и грамотным языком.

Недостатком работы является ограниченная проработка сфер внедрения модуля.

В целом выпускную квалификационную работу можно рекомендовать к защите. Предлагаемая оценка проекта – «Отлично».

Начальник бюро новой техники
отдела спецпродукции
ОАО «Завод радиоаппаратуры»



Баранов В.А.