

**Всероссийский конкурс научно-исследовательских,
изобретательских и творческих работ обучающихся**

«НАУКА, ТВОРЧЕСТВО, ДУХОВНОСТЬ»

Направление: Техническое творчество

Тема:

**«МАКЕТ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ
ИНФЕКЦИОННОЙ БОЛЬНИЦЫ»**

Автор:

студент ГБПОУ «ЮУрГТК»
Григорьев Никита Михайлович

Руководитель:

преподаватель ГБПОУ «ЮУрГТК»
Василенко Ирина Николаевна

Место выполнения работы:

ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»

Челябинск, 2026г.

Введение.....	4
Глава 1. Расчётно-конструкторская часть.....	6
1.1 Типовое устройство инфекционного отделения	6
1.2 Устройство объекта проектирования.....	7
1.3 Краткая техническая характеристика электрооборудования.....	7
1.4 Расчет электрических нагрузок.....	8
1.5 Выбор защитной и коммутационной аппаратуры.....	9
1.6 Выбор марок и сечений проводников электрической сети.....	11
1.7 Расчет токов динамического торможения.....	13
Глава 2.Разработка макета автоматизированной передаточной тележки для инфекционной больницы	15
2.1 Описание устройства макета автоматизированной передаточной тележки для инфекционной больницы	15
2.2 Обоснование выбора автоматизированной системы управления макетом .	16
2.3 Общие сведения о микроконтроллере Arduino.....	18
2.4 Основные характеристики микроконтроллера	18
2.5 Программная среда микроконтроллера Arduino.....	21
2.6 Элементы системы управления передаточных тележек....	21
2.7. Алгоритм работы макета	22
Заключение.....	25
Библиографический список.....	26

Аннотация

В данном проекте разработана система управления движением двух грузовых передаточных тележек по коридору «красной зоны» инфекционной больницы. Объектом проектирования является бесконтактное транспортное обеспечение зараженной зоны инфекционной больницы, представляющее из себя две автоматизированные передаточные тележки грузоподъемностью по 100 килограмм каждая.

Согласно проекту, микроконтроллер Arduino MEGA обеспечивает автоматическое управление движением двух грузовых передаточных тележек.

Практическая значимость проекта заключается в разработке и реализации на макете системы автоматизации, управляющей циклом движения двух передаточных тележек вдоль специального транспортного коридора инфекционной больницы, без присутствия человека в зоне заражения.

Электрифицированный макет может использоваться в качестве выставочного образца на мероприятиях профориентации, а также, в учебном процессе, как наглядное пособие. По мнению эксперта, данный проект может быть полезен и рекомендован к внедрению для автоматического управления перевозкой грузов внутри вновь строящейся инфекционной больницы.

Введение

С начала XXI века население Земли столкнулось с рядом эпидемий инфекционных заболеваний, поражающих людей и животных на обширных территориях, значительно превышающих границы отдельных государств. В связи с этим техническое оснащение инфекционных больниц требует масштабного усовершенствования.

Автоматизированные системы управления различными процессами необходимы в любой отрасли, где требуется снизить влияние человеческого фактора на управляемый процесс, минимизировать контакты между людьми, повысить качество обслуживания человека и эффективность деятельности в целом. Автоматизированные системы управления применяют в энергетике, различных отраслях производства, инфраструктуры и быта.

Замысел нашего проекта заключается в разработке современной автоматизированной системы управления двумя передаточными тележками. Тележки служат для перевозки грузов по коридору инфекционной больницы и бесконтактной автоматизированной доставки питания, лекарств и медицинского оборудования до палат, в которых размещены пациенты. Все вышесказанное подтверждает актуальность выбора темы научной работы.

Объектом проектирования является бесконтактное транспортное обеспечение зараженной зоны инфекционной больницы, представляющее из себя линию, длиной 28 метров, по которой движутся две автоматизированные передаточные тележки грузоподъемностью по 100 килограмм каждая.

Предмет проектирования - монтаж электрооборудования и система автоматизированного управления циклом движения передаточных тележек вдоль коридора инфекционной больницы.

В данном проекте система автоматизированного управления циклом движения передаточных тележек реализуется на базе программируемого микроконтроллера Arduino MEGA.

Цель проекта – изготовить макет автоматизированной линии перемещения передаточной тележки с системой автоматизированного управления на базе программируемого микроконтроллера Arduino MEGA.

Задачи, поставленные для выполнения проекта:

а) выбрать силовое электрооборудование и элементы системы управления двумя передаточными тележками;

б) разработать алгоритм управления двумя передаточными тележками на базе микроконтроллера Arduino MEGA;

в) изготовить электрифицированный макет;

г) установить на макет систему автоматизированного управления двумя передаточными тележками на базе микроконтроллера Arduino MEGA.

Практическая значимость проекта заключается в разработке и реализации на макете системы автоматизации, управляющей циклом движения двух передаточных тележек вдоль коридора инфекционной больницы, без присутствия человека в зоне заражения.

Действующий электрифицированный макет движения передаточных тележек вдоль коридора инфекционной больницы рекомендован к использованию в качестве выставочного образца на мероприятиях профориентации, а также, в учебном процессе специальности 08.02.09, как наглядное пособие.

Глава 1. Расчётно-конструкторская часть

1.1 Типовое устройство инфекционного отделения

Инфекционных больных госпитализируют не только для лечения, но и для изоляции. Поэтому инфекционное отделение всегда располагается в отдельном здании. Внутренняя планировка и санитарный режим этого отделения в целях предупреждения ВБИ имеют ряд особенностей.

Помимо приемного отделения, и нескольких отделений, предназначенных для размещения больных по роду заболевания, в каждой инфекционной больнице предусматриваются: санитарный пропускник, дезинфекционные камеры, прачечная. Если инфекционное отделение составляет только часть здания всей больницы, то оно должно иметь самостоятельный санитарный пропускник, дезинфекционную камеру и прачечную. Инфекционное отделение должно иметь два входа: один — для больных, другой — для медицинского персонала, доставки пищи и чистого белья. Внутренняя планировка отделения должна предусматривать разделение его на несколько самостоятельных секций для пациентов с разными болезнями. Каждая секция имеет свой шлюз, чтобы предотвратить перенос инфекции. Для большей надежности шлюз может быть оборудован бактерицидной лампой. В каждой секции оборудуют отдельный санитарный узел. Типовое оснащение бокса инфекционного отделения: тамбур с выходом на улицу, через который госпитализируют и выписывают больного; санитарный узел; палата и шлюз при выходе из палатного коридора [11].

Площадь бокса на 1 койку должна быть не менее 22 м², на 2 койки — 27 м². Вход медицинского персонала из условно "чистого" коридора в бокс предусмотрен через шлюз, где меняют спецодежду, моют и дезинфицируют руки. В шлюзе должно быть окно для передачи пищи больному. В санитарном узле должны быть ванна, раковина и унитаз. В стене, изолирующей бокс от коридора отделения, делают окно для наблюдения за больным. Полубокс также предназначен для индивидуальной госпитализации больного, но от бокса он отличается тем, что не имеет входа с улицы [11].

Санитарно-технические устройства, пищевой блок (кладовая для пищевых продуктов, заготовительная комната, кухня и раздаточная), а также хозяйственные постройки размещаются на территории больницы отдельными узлами при достаточном удалении их от лечебных корпусов. Согласно типовому проекту, в состав каждой секции входят однокоечная, двухкоечная и трехкоечная палаты, 2 бокса, пропускник для больных, пропускник для персонала, буфет, отдельное помещение для мойки суден, бельевая для чистого и бельевая для

грязного белья, комнаты для дежурного врача, для среднего и младшего медицинского персонала. [11]

Типовое оснащение бокса, в котором осматривают поступающего больного, должно включать самостоятельные вход и выход наружу, во внутренний двор больницы. Правильное устройство приемного отделения, строгая изоляция больных в соответствии с диагнозом и надлежащая санитарная обработка, наличие боксов для изоляции больных со смешанной инфекцией обеспечивают эффективную борьбу против внутрибольничных заражений. Для изоляции и транспортировки пациентов с респираторными инфекционными заболеваниями и пациентов с иммунодефицитными состояниями предназначены носилки-изолятор CADUCEUS BB (Bio-Bag) [11]. Такое сложное внутреннее устройство инфекционной больницы может быть оптимизировано за счет автоматизированного транспортного обеспечения зараженной зоны.

1.2 Устройство объекта проектирования

Объектом проектирования является бесконтактное транспортное обеспечение зараженной зоны инфекционной больницы.

Транспортное обеспечение представляет из себя две автоматизированные передаточные тележки грузоподъемностью 100 килограмм каждая. Тележки служат для перевозки грузов по коридору отделения инфекционной больницы. Они обеспечивают бесконтактную автоматизированную доставку питания, лекарств, медицинского оборудования и тяжелобольных пациентов от входа в отделение больницы, до палат, в которых размещены пациенты, и до технических помещений отделения. Всего в инфекционном отделении 2 коридора: обычный и транспортный. Каждая палата (или техническое помещение) имеет два входа, размещённые напротив друг друга. Вход 1 используется для обычного передвижения людей (медперсонала и пациентов) внутри инфицированной зоны. Вход 2 служит для доставки в палату грузов. Согласно требованиям безопасности, вход 2 постоянно заперт на электронный замок. Открывание дверей происходит только персоналом больницы для погрузки-разгрузки тележек. Длина линии перемещения тележек 28 м.

1.3 Краткая техническая характеристика электрооборудования

Питание грузовых тележек осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 380 В с частотой 50 Гц. Схема питания из-за особенности технологического процесса применяется смешанная.

Питание 3-х шкафов управления приводом 2-х тележек осуществляется от шкафа для аппаратуры, тот питается от распределительного шкафа. Шинопровод питается от шкафа с аппаратурой.

В качестве проводника используются кабель марки ВВГнг-LS, что протянут через стальные газопроводные трубы в подливке пола.

Питание электродвигателей тележек осуществляется от троллейного шинопровода марки ШТМ-76 на напряжение 380В и номинальным током 100А, установленного на глубине 300 мм под линией пола, длина шинопровода 26,25 м.

Система кнопок и дисплей показа местоположения тележек смонтирован на лицевой стороне шкафа управления типа ЯН 0505030 с габаритными размерами 500x500x436 с монтажной площадкой размерами 436x436. Выбран шкаф с аппаратурой типа ЯУО9634С габаритными размерами 500x500x200.

Тележка укомплектована асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором приводом типа АИР 112 МА6 мощностью 3 кВт с продолжительным режимом работы S1

1.4 Расчет электрических нагрузок

Расчет электрической нагрузки осуществляется методом упорядоченных диаграмм. Для расчета используются исходные данные, которые представляют собой паспортные данные, устанавливаемого на тележку, электродвигателя.

Параметры электродвигателя АИР 112 МА6:

А) Номинальная мощность $P_{ном} = 3$ кВт;

Б) Номинальное напряжение питающей сети $U_{ном} = 380$ В при соединении обмоток «звездой» и $U_{ном} = 220$ В при соединении обмоток «треугольником»;

В) Номинальный ток $I_{ном} = 7,4$ А при соединении обмоток «звездой» и $I_{ном} = 12,9$ А при соединении обмоток «треугольником»;

Г) КПД $\eta=81\%$;

Д) Коэффициент мощности $\cos \varphi=0,76$;

Е) Частота вращения 1000 об/мин.

Коэффициент реактивной мощности, $\tg \varphi$, определяется с учетом $\cos \varphi$ исходных данных и принимается:

$$\tg \varphi = 0,86.$$

В виду того, что передаточная тележка работает вне основного технологического процесса коэффициент использования, $k_{и}$, принимается:

$$k_{и} = 1$$

Средняя активная мощность, P_c , кВт, рассчитывается по формуле:

$$P_c = K_H \cdot P_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где: $P_{\text{ном}}$ - номинальная активная мощность, кВт.

$$P_c = 1 \cdot 3 = 3 \text{ кВт}$$

Так как средняя активная мощность, Q_c квар, определяется по формуле:

$$Q_c = \text{tg } \varphi \cdot P_c, \quad (2)$$

$$Q_c = 0,86 \cdot 3 = 2,58 \text{ квар}$$

Полная расчетная мощность, S_p , кВА, определяется по формуле:

$$S_p = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} \quad (3)$$

$$S_p = \sqrt{3^2 + 2,58^2} = 3,96 \text{ кВА}$$

Расчетный ток, I_p , А, определяется по формуле:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}), \quad (4)$$

$$I_p = 3,96 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 6 \text{ А}$$

1.5 Выбор защитной и коммутационной аппаратуры

Защитные аппараты предназначены для предотвращения повреждения кабелей, проводов и самих электроприемников при коротком замыкании, длительных перегрузках и повышенном нагреве.

Для расчета необходимо знать номинальное напряжение, номинальный и пусковой ток электроприемника.

Номинальный ток и напряжение берутся из исходных данных.

Пусковой ток, $I_{\text{пуск.ЭП}}$, А, определяется по формуле:

$$I_{\text{пуск.ЭП}} = 2 \cdot 7 \cdot I_{\text{ном}}, \quad (5)$$

где 7 – коэффициент запуска электроприемника при тяжёлом пуске;

2 – количество двигателей запускаемых одновременно.

$$I_{\text{пуск.ЭП}} = 2 \cdot 7 \cdot 7,4 = 103,6 \text{ А}$$

В качестве защитного аппарата выбирается автоматический выключатель. Автоматические выключатели до 1кВ выбираются по следующим параметрам:

а) по номинальному напряжению автоматического выключателя:

$$U_{\text{ном.ав}} \geq U_{\text{ном.ЭП}}, \quad (6)$$

где $U_{\text{ном.ав.}}$ – номинальное напряжение автоматического выключателя, кВ;

$U_{\text{ном.ЭП}}$ – номинальное напряжение электроприемника и распределительной сети, кВ.

$$660 \text{ В} \geq 380 \text{ В}$$

б) по номинальному току теплового расцепителя, $I_{\text{т.р.}}$, А:

$$I_{\text{т.р.}} \geq 2 \cdot K_{\text{тр}} \cdot I_{\text{ном.ЭП}}, \quad (7)$$

где $I_{\text{ном.ЭП}}$ – номинальный ток электроприёмника;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент теплового расцепителя, зависит от типа автоматического выключателя и указывается в технических характеристиках выключателя в примечаниях таблицы 62 [8];

2 – количество одновременно запускаемых двигателей.

$$I_{\text{т.р.}} \geq 2 \cdot 1,35 \cdot 7,4 = 19,98 \text{ А}$$

По таблице 62 [8] определяется стандартное значение тока теплового расцепителя $I_{\text{т.р}} = 25 \text{ А}$.

Ток уставки электромагнитного расцепителя $I_{\text{у.э.р.}}$, А, определяется из условия:

$$I_{\text{у.э.р.}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск.ЭП}}, \quad (8)$$

$$175 \text{ А} \geq 124,32 \text{ А}$$

$$I_{\text{у.э.р.}} \geq 1,2 \cdot 103,6 = 124,32 \text{ А}$$

Стандартное значение тока уставки электромагнитного расцепителя $I_{\text{у.э.р.}}$, А, определяется по формуле:

$$I_{\text{у.э.р.}} = K_{\text{отс.}} \cdot I_{\text{т.р.}}, \quad (9)$$

где $K_{\text{отс.}}$ – коэффициент отсечки при переменном токе по таблице 62 [8].

$$I_{\text{у.э.р.}} = 7 \cdot 25 = 175 \text{ А}$$

Номинальный ток автоматического выключателя $I_{\text{ном.ав.}}$, А, определяется из условия:

$$I_{\text{ном.ав.}} \geq I_{\text{ном.ЭП}}, \quad (10)$$

$$100 \text{ А} \geq 7,4 \text{ А}$$

Согласно выполненным расчетам выбирается автоматический

выключатель типа ВА51-31 на номинальное напряжение 0,66 кВ, номинальный ток автоматического выключателя 100 А, ток теплового расцепителя автоматического выключателя 25 А, ток уставки электромагнитного расцепителя автоматического выключателя 175 А.

Магнитный пускатель выбирается по следующим условиям:

а) по номинальному напряжению магнитного пускателя $U_{\text{ном.мп}}$, В:

$$U_{\text{ном.мп}} \geq U_{\text{ном}}, \quad (11)$$

где $U_{\text{ном.мп}}$ – номинальное напряжение магнитного пускателя;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение питающей сети, В.

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В}$$

б) по номинальному току магнитного пускателя $I_{\text{ном.мп}}$, А:

$$I_{\text{ном.мп}} \geq I_{\text{ном}}, \quad (12)$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток электроприемника, А.

$$10 \text{ А} \geq 7,4 \text{ А}$$

В нашем случае выбираем 6 магнитных пускателей типа ПМЛ-1100 04В 380В 10А и 6 дополнительных групп контактов ПКЛ-22 04А 660В 16А.

1.6 Выбор марок и сечений проводников электрической сети.

При протекании тока по проводнику происходит нагрев последнего.

Чрезмерно сильный нагрев проводника приводит к порче изоляции, ухудшению контактов местах соединений, возникновение опасности возгорания изоляции. ПУЭ [17] устанавливает длительно допустимые температуры нагрева жил в зависимости от марки провода или кабеля и материала изоляции, при которых обеспечивается их нормальная работа.

Для питания троллейного шинпровода выбирается кабель ВВГнг-LS 5x70.

Для питания шкафа с аппаратурой выбирается кабель ВВГнг-LS 5x70.

Для питания шкафов управления выбирается кабель ВВГнг-LS 5x1,5.

1.6 Выбор низковольтных распределительных устройств

Троллейный шинпровод для питания передаточной тележки выбирается по следующим условиям

а) по номинальному напряжению $U_{\text{ном.шин}}$, кВ,

$$U_{\text{ном.шин}} \geq U_{\text{ном.ЭП}}, \quad (13)$$

где $U_{\text{ном.ЭП}}$ – номинальное напряжение электроприемника, кВ.

$$0,38 \text{ кВ} \geq 0,38 \text{ кВ}$$

б) по номинальному току $I_{\text{ном.шин}}$, А,

Для определения номинального тока шинопровода необходимо определить значения:

а) рабочего максимального тока $I_{\text{р.мах}}$, А, по формуле:

$$I_{\text{р.мах}} = 2 \cdot I_{\text{ном.ЭП}} \quad (14)$$

$$I_{\text{р.мах}} = 2 \cdot 7,4 = 14,8 \text{ А}$$

б) расчетный ток форсированного режима, А, по формуле:

$$I_{\text{р.ф.}} = 1,25 \cdot I_{\text{р.мах}} \quad (15)$$

$$I_{\text{р.ф.}} = 1,25 \cdot 14,8 = 18,5 \text{ А}$$

Номинальный тока шинопровода, А, определяется по условию:

$$I_{\text{ном.шин}} \geq I_{\text{р.ф.}} \geq I_{\text{р.мах}}, \quad (16)$$

$$100 \text{ А} \geq 18,5 \text{ А} \geq 14,8 \text{ А}$$

На основании выполненных расчетов и проверки условий принимается шинопровод марки ШТМ 76 на номинальный ток 100 А.

Для распределения электрической энергии и защиты электрических сетей от токов короткого замыкания в проекте принимаются распределительные шкафы серии ПР8501 с автоматическими выключателями серии ВА51. Выбор распределительных шкафов производится по конструктивным особенностям, учитывающим условия окружающей среды и месторасположение шкафа, а также по техническим характеристикам.

Согласно таблице 75 [8] для номинального тока 14,8 А на вводе шкафа устанавливается выключатель серии ВА51-39 на номинальный ток 160 А.

Согласно результатам выбора автоматических выключателей, представленным выше, для подключения двигателей необходимо установить один автоматических выключателя серии ВА51-31 на номинальный ток 100 А.

По таблице 75 [8] выбираем номер схемы 007 распределительного шкафа серии ПР8501 с одним автоматическими выключателями серии ВА51-31 на номинальный ток 100 А.

е) исполнению и степени защиты;

По таблице 75 [8] выбираем распределительный шкаф навесного исполнения со степенью защиты IP54. Выбранная степень защиты предусматривает полную защиту от всех видов случайного проникновения (возможно, лишь попадание пыли в количестве, не

нарушающем работу электрооборудования распределительного шкафа), а также защиту от попадания капель или брызг, падающих под любым углом.

На основании выполненных расчетов и проверки условий принимается распределительный шкаф:

- а) серия ПР8501;
- б) номер схемы 007;
- в) номинальный ток шкафа 160 А;
- г) автоматический выключатель на вводе серии ВА51-39 на номинальный ток 160 А;
- д) одна отходящая линия с защитой автоматическим выключателем серии ВА51-31 на номинальный ток 100 А, навесного исполнения.

1.7 Расчет токов динамического торможения

Динамическое торможение обеспечивает плавное замедление исполнительного механизма, позволяет устранить сложный в обслуживании и эксплуатации колодочный тормоз.

Для асинхронных двигателей номинальным напряжением 380 В переменного тока на предприятиях широко используют напряжение для динамического торможения 60 В постоянного тока.

Напряжение динамического торможения $U_{\text{дин}}$, В, принимаем:

$$U_{\text{дин}} = 60 \text{ В}$$

Есть два способа подключения напряжения динамического торможения. Первый способ подразумевает питание схемы торможения выпрямленным напряжением от стороннего источника питания.

Второй способ заключается в том, что схема динамического торможения получает питание от сети переменного тока, питающей приводной двигатель, через мостовой выпрямитель и токоограничивающее сопротивление.

Расчет токоограничивающего сопротивления заключается в выборе минимального значения сопротивления, при котором ток динамического торможения, $I_{\text{дин}}$, не превысит пускового тока электродвигателя.

Для расчета минимального сопротивления, ток динамического торможения приравнивается к пусковому току:

$$I_{\text{дин}} = 51,8 \text{ А}$$

Минимальное значение токоограничивающего сопротивления R_{min} . Ом, определяется по формуле:

$$R_{\min} = (U_{\text{ном}} - U_{\text{дин}}) \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (17)$$

где $U_{\text{дин}}$ – напряжение динамического торможения, В;

$$R_{\min} = (380 - 60) : 51,8 = 6,2 \text{ Ом.}$$

Мощность, рассеиваемая на токоограничивающем сопротивлении при торможении $P_{\text{сопр}}$, Вт, определяется по формуле:

$$P_{\text{сопр}} = (U_{\text{ном}} - U_{\text{дин}}) \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (18)$$

$$P_{\text{сопр}} = (380 - 60) \cdot 51,8 = 16576 \text{ Вт}$$

В виду того, что процесс динамического торможения кратковременный и не превышает времени пуска, то нет необходимости проводить дополнительную проверку кабелей по нагреву и току уставки автоматического выключателя.

В качестве выпрямляющего устройства используется диодный мост.

Диоды выбираются из следующих условий:

а) по прямому току, $I_{\text{пр}}$, А:

$$I_{\text{пр}} \geq I_{\text{ном}}, \quad (19)$$

$$10 \text{ А} \geq 7,4 \text{ А}$$

б) по обратному напряжению $U_{\text{обр}}$, В:

$$U_{\text{обр}} \geq U_{\text{ном}}, \quad (20)$$

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В}$$

Обратное напряжение и прямой ток выбираются по справочнику [8] полупроводниковых приборов.

В нашем случае допускается применять диоды типа Д246

Рисунок 1. План участка отделения больницы



Рисунок 2. Проектирование линии движения тележки

Система управления движением тележек размещена в выдвижном ящике, размещенном внутри макета, под его основанием (рис.3)

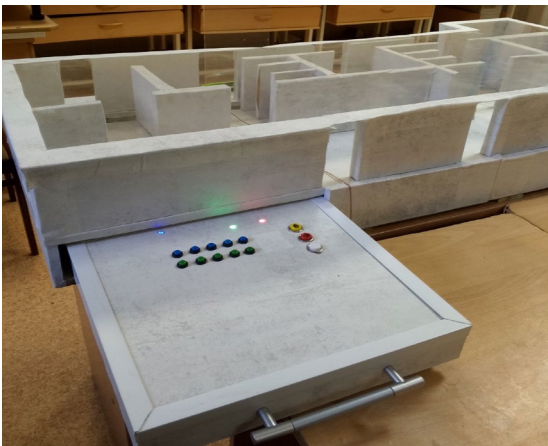


Рисунок 3. Фото макета автоматизированной передаточной тележки для инфекционной больницы

2.2 Обоснование выбора автоматизированной системы управления макетом

Автоматизированные системы управления применяют в энергетике, различных отраслях промышленности, транспорта, сервиса и быта.

Автоматизированная система отличается от автоматической системы сохранением функций, которые должен выполнять человек.

Традиционно, в промышленном производстве, для обеспечения работы грузовой передаточной тележки применяется автоматизированная система управления на базе релейно-контакторных устройств, которая имеет ряд существенных недостатков и, на сегодняшний день, морально устарела.

В общем случае под термином “релейно-контакторные системы управления” (РКСУ) понимают логические системы управления, построенные на релейно-контакторной элементной базе и осуществляющие автоматизацию работы двигателей [20, с. 4].

Достоинства РКСУ:

- наличие гальванической развязки цепей; – значительная коммутационная мощность;
- высокая помехоустойчивость;
- возможность использования единичного источника питания для силовых и управляющих цепей.

Недостатки РКСУ [3, с.5]:

- контактная коммутация, требующая соответствующего ухода за аппаратурой и ограничивающая срок ее службы;
- ограниченное быстродействие;
- большое количество соединительных проводов;
- повышенные массогабаритные показатели и энергопотребление.

Этих недостатков лишены микропроцессорные устройства.

Для управления современной электроприводной техникой применяют программируемое реле Zelio Logic от Schneider Electric. По нашим исследованиям рынка, самый дешевый вариант подобной системы управления обойдется в 12 тысяч рублей.

Система, построенная на Siemens LOGO считается на сегодняшний день, наиболее надёжной, но её реализация обойдётся в три раза дороже. (контроллер — 6000+блок питания+дополнительные блоки расширения).

Цель нашего проекта - изготовить и запрограммировать макет самостоятельно, своими силами и материальными средствами.

В данном проекте система автоматизированного управления макетом реализуется на базе современного программируемого микроконтроллера Arduino MEGA. При этом стоимость электрророборудования электрифицированного макета составляет не более 6 тысяч рублей.

По мнению большинства современных специалистов, Arduino напоминает детскую игрушку. Однако, все идёт к тому, что в недалёком будущем, практически любой человек, знакомый с электроникой, сможет собирать сложнейшие устройства и системы управления освобождая больше времени и ресурсов для технического творчества.

2.3 Общие сведения о микроконтроллере Arduino

Arduino — это электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов. Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов.

Arduino позволяет компьютеру выйти за рамки виртуального мира в физический и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами.

Микроконтроллер на плате программируется при помощи языка Arduino (основан на языке Wiring) и среды разработки Arduino (основана на среде Processing). Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно, либо же взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере (напр.: Flash, Processing, MaxMSP). Платы могут быть собраны пользователем самостоятельно или куплены в сборе. Программное обеспечение доступно для бесплатного скачивания. Исходные чертежи схем (файлы САД) являются общедоступными, пользователи могут применять их по своему усмотрению.

2.4 Основные характеристики микроконтроллера

Программируемый микроконтроллер Arduino MEGA.

Модуль Arduino MEGA, построен на базе микроконтроллера ATmega2560.

Структурная схема микроконтроллера Arduino MEGA представлена на рисунке 4. В состав модуля входит все необходимое для работы с микроконтроллером: 54 цифровых входов/выходов (из них 15 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 17 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB Type B, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса, Arduino MEGA получает питание через разъем Barrel jack 2,1 мм, от регулируемого 7–12 В (вывод VIN) или нерегулируемого 5 В (вывод 5V) внешних источников питания. Автоматически выбирается источник с самым высоким напряжением. Для начала работы с устройством достаточно просто подключить его к компьютеру посредством USB-кабеля.

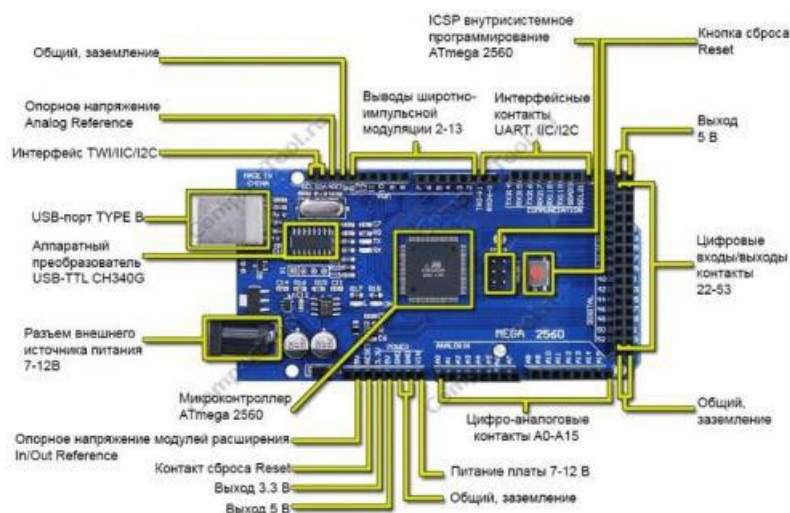


Рисунок 4 – Структурная схема микроконтроллера Arduino MEGA

Таблица 1 – Характеристики микроконтроллера

Характеристика	Параметр
1	2
Микроконтроллер	ATmega2560
Входное напряжение (рекомендуемое), В	7-12
Рабочее напряжение, В	5
Цифровые входы/выходы (пины)	54 (15 из них могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы/выходы (пины)	16
Максимальный ток через с пина или на пин, мА	40
Максимальный выходной ток для пина на 3,3 В, мА	150
Флэш-память, Кб	256
EEPROM-память, Кб	4
Тактовая частота, МГц	16

Таблица 2 – Назначение выводов Arduino MEGA

Питание (Power)	
VIN	Напряжение, поступающее в Arduino непосредственно от внешнего источника питания. На этот вывод можно подавать внешнее питание, так и потреблять ток, если плата запитана от адаптера.

5V	На вывод поступает напряжение 5 В от стабилизатора напряжения на плате, вне зависимости от того, как запитано устройство: от адаптера (7–12 В), от USB (5 В) или через вывод VIN (7–12 В). Питание устройства через выводы 5V или 3V3 не рекомендуется, поскольку в этом случае не используется стабилизатор напряжения, что может привести к выходу платы из строя.
3V3	3,3 В поступает от стабилизатора напряжения на плате. Максимальный ток потребления составляет 50 мА.
GND	Выводы «земли».
Reset	Формирование низкого уровня (LOW) на этом выводе приведет к перезагрузке микроконтроллера. Обычно этот вывод служит для функционирования кнопки сброса на платах расширения.
Цифровые входы/выходы	
50(MISO), 51(MOSI), 52(SCK), 53(SS)	Для общения с периферией по интерфейсу SPI.
0-53	Каждый из 54 цифровых выводов может работать в качестве входа или выхода (с использованием функций <code>pinMode()</code> , <code>digitalWrite()</code> и <code>digitalRead()</code>). Уровень напряжения на пинах равен 5 В, единице, либо 0В, нулю. Максимальный ток, который может отдавать или потреблять один вывод, составляет 40 мА. Все выводы сопряжены с внутренними подтягивающими резисторами (по умолчанию отключенными) номиналом 20–50 кОм.
0(RX), 1(TX), 19(RX1), 18(TX1), 17(RX2), 16(TX2), 15(RX3), 14(TX3),	Используется для коммуникации платы Arduino с компьютером или другими устройствами по последовательному интерфейсу. Выводы 0(RX) и 1(TX) соединены с соответствующими выводами микроконтроллера ATmega16U2, выполняющего роль USB-UART преобразователя. Для работы с последовательным интерфейсом — используйте методы библиотеки
13	Встроенный светодиод, подсоединенный к выводу 13. При отправке значения HIGH светодиод включается, при отправке LOW — выключается.
2-13, 44-46	С помощью функции <code>analogWrite()</code> могут выводить 8-битные аналоговые значения в виде ШИМ-сигнала.
Аналоговый выход	
A0–A16	Позволяет представить аналоговое напряжение в цифровом виде. Разрядность АЦП не меняется и установлена в 10 бит. Диапазон входного напряжения от 0 до 5 В.
A20(SDA), A21(SCL)	Для общения с периферией по интерфейсу I ² C.

AREF	Пин для подключения внешнего опорного напряжения АЦП относительно которого происходят аналоговые измерения при использовании функции <code>analogReference()</code> с параметром «EXTERNAL»
------	---

2.5 Программная среда микроконтроллера Arduino

Arduino IDE — это программная среда разработки, использующая C++. Она предназначена для программирования всех плат ряда Arduino. Аббревиатура IDE расшифровывается как *Integrated Development Environment*, в переводе – интегрированная среда разработки. С помощью этой среды программисты пишут программы, причем делают это гораздо быстрее и удобнее, чем при использовании обычных текстовых редакторов, хотя их тоже можно использовать для написания кода программ.

Arduino IDE позволяет составлять программы в удобном текстовом редакторе, компилировать их в машинный код, и загружать на все версии платы Arduino.

Последовательность операций при разработке проекта следующая:

- 1) установка среды программирования Arduino IDE на ПК;
- 2) запуск среды программирования;
- 3) создание нового проекта (для конкретной модели ардуино) или открытие существующего проекта для редактирования;
- 4) сохранение проекта на жестком диске ПК;
- 5) загрузка проекта в плату.



2.6 Элементы системы управления передаточных тележек

Функционирование системы обеспечивают:

- Инфракрасные датчики движения
- Электромагнитное реле
- Электродвигатель постоянного тока

Таблица 4 - Сведения об оборудовании

Название оборудования	Внешний вид	Назначение
Инфракрасный датчик движения		Фиксирует местоположение тележек

Электромагнитное реле		Реверсирует движение двигателей тележек
Двигатели тележки		Двигают тележку по рельсам

2.7. Алгоритм работы макета

На макете предусмотрено 5 станций для остановки тележек.

На каждой из пяти станций встроены по 2 инфракрасных датчика движения.

На блоке управления макетом установлены 13 кнопок (Рис. 5).



Рисунок 5. Фото блока управления макетом

Большие кнопки служат для пуска двигателей тележек.

Десять маленьких кнопок – это кнопки станций, куда тележке необходимо переместиться по команде человека. Пять зелёных кнопок управляют перемещением зелёной тележки. Пять голубых кнопок управляют перемещением голубой тележки.

Сигнализируют о перемещении тележек 12 светодиодов: 5 голубых, 5 зелёных, 1 красный и 1 жёлтый. Красный светодиод горит при подаче напряжения на макет. Желтый указывает о помехе движению тележки. Голубой и зелёный цвета светодиодов соответствуют цветам тележек, положение которых они указывают. Все светодиоды встроены внутри табло и не заметны, если не горят.

Каждый датчик посылает сигнал на свой светодиод. Датчик голубой тележки первой станции отправляет сигнал первому голубому светодиоду. Датчик зелёной тележки первой станции отправляет сигнал первому зелёному светодиоду (Рис 6).

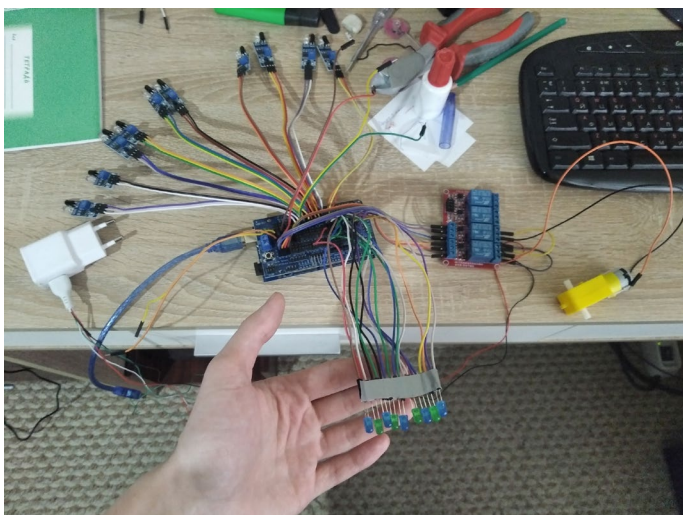


Рисунок 6. Настройка схемы сигнализации макета

При остановке на станции тележки определённого цвета загорается светодиод определённой станции и тележки.

При подаче напряжения питания от сети 220 В на макет, на табло загорается красная лампочка – система под напряжением.

Для начала движения одной из двух тележек по пути нужно нажать на кнопку станции, на которую нужно переместиться тележке (Рис. 6).

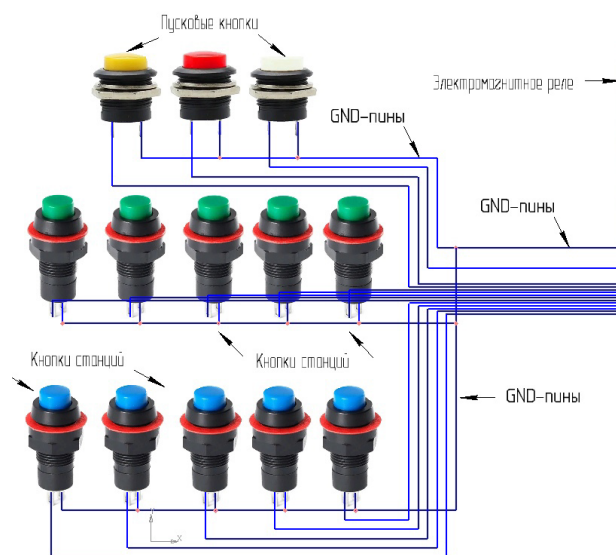


Рисунок 6. Кнопки управления движением тележек

Затем, необходимо нажать кнопку пуска тележки (одну из больших кнопок). Кнопка пуска голубой тележки (желтого цвета) помечена буквой В, а кнопка пуска зелёной тележки (красного цвета) помечена буквой Г. Тележка начнёт двигаться, если путь до станции не перегорожен другой тележкой, и станция отправки и прибытия разные. Иначе, загорается на 2,2 секунды жёлтый светодиод на табло, а тележка останется неподвижной.

Для одновременного движения тележек на одну станцию нужно нажать обе кнопки этой станции, и нажать на белую большую кнопку пуск. После нажатия белой кнопки пуска обе тележки поедут на назначенную станцию не зависимо от своего местоположения, т.е. и отдельно, и вместе.

Одновременное движение двух тележек необходимо на реальном объекте, в случае транспортировки крупногабаритных грузов массой от 100 до 200 кг.

Заключение

Работа посвящена проектированию системы автоматизированного управления циклом движения передаточных тележек вдоль коридора инфекционной больницы.

В данном проекте система автоматизированного управления движением передаточных тележек реализуется на базе программируемого микроконтроллера Arduino MEGA.

В ходе проектирования выбрано силовое электрооборудование и элементы системы управления, разработан алгоритм управления двумя передаточными тележками на базе микроконтроллера Arduino MEGA, изготовлен электрифицированный макет;

Практическая значимость проекта заключается в разработке и реализации на макете системы автоматизации, необходимой для бесконтактной доставки питания, лекарств и медицинского оборудования до палат инфекционной больницы, в которых размещены пациенты.

Действующий электрифицированный макет движения передаточных тележек вдоль коридора инфекционной больницы рекомендован к использованию в качестве выставочного образца на мероприятиях профориентации, а также, в учебном процессе специальности 08.02.09 как наглядное пособие.

Все поставленные задачи проекта выполнены своевременно, без задержек и срывов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: взамен ГОСТ 2.105-95: введ. с 01.02.2021 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: локальная сеть ГБПОУ «ЮУрГТК» (дата обращения 08.01.2026).
2. Методические рекомендации по организации выполнения и защиты курсового проекта МДК 02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий» ПМ.02 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий» специальность 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий» [Текст] / ГБПОУ «ЮУрГТК»; С.Н. Гнетова. – Челябинск, 2018. – 64 с.
3. Правила устройства электроустановок [Текст]. – 7-е изд., доп. и испр. – Челябинск: ИСЦ Дизайн - Бюро, 2004.
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №903н от 15.12.2020 «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» // Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: локальная сеть ГБПОУ «ЮУрГТК» (дата обращения 08.02.2026).
5. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство: взамен разделов 8 - 18 СНиППШ-4-80*, ГОСТ 12.3.035-84, ГОСТ 12.3.038-85, ГОСТ 12.3.040-86: введ. 01.01.2003 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: локальная сеть ГБПОУ «ЮУрГТК» (дата обращения 16.01.2026).
6. СНиП 2.08.02-89 Проектирование зданий медицинских учреждений
7. СанПиН 2.1.3.2630-10 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность
8. Справочное пособие по МДК 02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий» ПМ.02 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий» по МДК 03.01 «Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий». ПМ.03 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрических сетей» для специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий» / ГБПОУ «ЮУрГТК»; С.Н.Гнетова. – Челябинск, 2018 – 124 с.

9. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85 введён 17.06.2017 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: локальная сеть ГБПОУ «ЮУрГТК» (дата обращения: 05.02.2026).

10. Сайт Arduino <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

11. Сайт Компании «ВестМедГрупп» <https://westmedgroup.ru/infektsionnoe-otdelenie>