



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Estonia kaevanduse rikastusvabriku konveieri 835,  
toituri 855 ja sõelurite 864, 897 automaatika süsteemi  
renoveerimine**

**Reconstruction of the automation system of the conveyor 835,  
feeder 855 and vibrating screens 864,897 of the concentrator at  
the underground mine Estonia**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Vladimir Korzunin

Üliõpilaskood: 178721RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

Kaasjuhendaja: Liina Are,  
Elektrisüsteemide  
konstrueerimisinsener, Enefit  
Solutions AS



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Реновация системы автоматки конвейера 835,  
питателя 855 и вибрационных грохотов 864,897  
обогащительной фабрики шахты Эстония**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Vladimir Korzunin

Üliõpilaskood: 178721RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

Kaasjuhendaja: Liina Are,  
Elektrisüsteemide  
konstrueerimisinsener, Enefit  
Solutions AS

# AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"23" mai 2021

Autor: Vladimir Korzunin

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle esitatud nõuetele  
"23" mai 2021

Juhendaja: Sergei Pavlov

/ allkiri /

Kaitsmisele

lubatud

"23" mai 2021

Kaitsmiskomisjoni esimees Sergei Pavlov

/ nimi ja allkiri /

## **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Vladimir Korzunin (sünnikuupäev: 04.07.1966)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Estonia kaevanduse rikastusvabriku konveieri 835, toituri 855 ja sõelurite 864, 897 automaatika süsteemi renoveerimine, mille juhendaja on Sergei Pavlov,
  - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Vladimir Korzunin, 178721RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/17, Tootmise automatiseerimine

Juhendaja: Lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: Liina Are, Elektrisüsteemide konstrueerimisinsener, Enefit Solutions AS, +3725129851, liina.are@enefit.com

### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Estonia kaevanduse rikastusvabriku konveieri 835, toituri 855 ja sõelurite 864, 897 automaatika süsteemi renoveerimine

(inglise keeles) Reconstruction of the automation system of the conveyor 835, feeder 855 and vibrating screens 864,897 of the concentrator at the underground mine Estonia

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Vananenud rikastusvabriku automatiseerimissüsteemiga tutvumine
2. Automaatika osa projekteerimistöö
3. Kaablite spetsifikatsiooni koostamine
4. Platsiseadmete valik ja loendi kokkuleppimine hankijaga

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö ülesandeleht	16.02.2021a.
2.	Graafiline osa ja selle loetelu	28.02.2021a.
3.	Konsultatsioonide õppejõuga	märts 2021a.
4.	Lõputöö põhiosa	22.03.2021a.
5.	Lõputöö kokkuvõte	31.03.2021a.
6.	Esitada lõputöö juhendajale läbivaatamiseks	12.04.2021a

<b>Töö keel:</b> vene keel	<b>Lõputöö esitamise tähtaeg:</b> "18" mai 2021a
<b>Üliõpilane:</b> Vladimir Korzunin	allkirjastatud digitaalselt "15" veebruar 2021a /allkiri/
<b>Juhendaja:</b> Sergei Pavlov	allkirjastatud digitaalselt "15" veebruar 2021 a /allkiri/
<b>Konsultant:</b> Liina Are	allkirjastatud digitaalselt " " 2021 a /allkiri/
<b>Programmijuht:</b> Sergei Pavlov	allkirjastatud digitaalselt " " 2021 a /allkiri/

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	9
ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ .....	10
ВВЕДЕНИЕ .....	12
1. СУЩЕСТВУЮЩЕЕ СОСТОЯНИЕ .....	14
1.1 Описание технологической линии .....	15
1.2 Оборудование полевой автоматики установленное на технологической линии.....	15
1.2.1 Датчики температуры подшипников .....	16
1.2.2 Устройство контроля перегрева гидромуфты.....	16
2. ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ.....	17
2.1.1 Решение для ленточного конвейера, позиция 835 .....	17
2.1.2 Решение для питателя, позиция 855.....	18
2.1.3 Решение для грохота, позиция 864 и 897.....	18
3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДЛАГАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	20
3.1 Система управления.....	20
3.1.1 Пост управления.....	20
3.1.2 Программируемый контроллер.....	21
3.2 Система аварийного останова .....	22
3.2.1 Кнопка аварийного останова .....	23
3.2.2 Тросовый выключатель аварийного останова.....	23
3.3 Система автоматического обнаружения неисправности.....	25
3.3.1 Датчик контроля схода ленты .....	25
3.3.2 Датчик контроля скорости ленты .....	26
3.3.3 Датчик контроля разрыва конвейерной ленты .....	27

3.3.4 Датчик контроля переполнения .....	28
3.4 Новый шкаф автоматики.....	29
3.5 Кабели .....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	31
КОККУVÕTE .....	33
SUMMARY.....	34
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	35
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	37

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Выбранная тема дипломной работы предоставлена предприятием «Enefit Kaevandus AS» (далее шахта Эстония). Дипломная работа основывается на подписанном между предприятиями «Enefit Kaevandus AS» и «Enefit Solutions AS» договоре на работу.

Предварительно, автор хотел бы отметить, что был проведен открытый конкурс, который заключался в определении подрядчика для поэтапной реконструкции и закупки нового оборудования для технологических линий обогащения горной массы на предприятии «Enefit Kaevandus AS».

В рамках проведенного конкурса на работу, было выбрано предприятие «Enefit Solutions AS», как подрядчик работ. В составе предприятия подрядные работы были распределены на зоны ответственности с ранее определенными компетенциями на проводимые работы. Была составлена из работников «Enefit Solutions AS» группа проекта.

Внутри предприятия «Enefit Solutions AS» часть проектных работ были переданы в подразделение «Inseneribüroo». Поставленные рабочие задачи в подразделении «Inseneribüroo», автор дипломной работы выполнял как проектировщик раздела промышленной автоматики.

Автор отмечает квалифицированную помощь в оформлении предварительного ценового предложения при составлении конкурсной документации, в составлении плана проектного решения и проведении консультаций при составлении рабочих чертежей проекта своему соруководителю заключительной работы со стороны предприятия, инженеру-проектировщику электрических систем Лиине Аре.

За время, потраченное на консультации и обсуждение принятых решений в заключительной работе, автор просит отметить своего руководителя дипломной работы Сергея Павлова.

Ключевые слова: тросовый датчик аварийной остановки, датчик схода ленты, датчик разрыва конвейерной ленты, дипломная работа.

## ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

**Распределительным пунктом (РП)** называется распределительное устройство, предназначенное для приема и распределения энергии на одном напряжении без преобразования и трансформации, не входящее в состав подстанции предприятия [1:11].

**Распределительным устройством** называется электроустановка, предназначенная для приема и распределения энергии на одном напряжении подстанции, содержащая коммутационные аппараты, соединительные шины, устройства измерения, защиты и автоматики, а также вспомогательные устройства, например: аккумуляторы, системы кондиционирования воздуха и т.д [1:222].

**Ленточный конвейер:** Конвейер и входящие в его конструкцию элементы, в которых непрерывное движение осуществляется при помощи ленты с резиновым или полимерным покрытием. Лента, как правило приводится в движение приводным барабаном на одном конце и проходит вокруг свободно вращающегося барабана на другом конце. Внешняя поверхность ленты может поддерживаться при помощи свободно вращающихся роликов роlikоопоры. Конвейер может быть предназначен для горизонтального или наклонного перемещения сыпучего материала. Угол наклона зависит от характера транспортируемого материала и типа ленты [2:8].

**Питатель:** Электромеханическое устройство малой длины, обычно работающее с малой скоростью, предназначенное для отбора или регулирования подачи сыпучих материалов из бункера [2:8].

**Грохот:** одно или несколько вибрационных сит для разделения сыпучих материалов по размерам кусков, фракций или частиц. Как аппарат, получил своё название за характерный шум при работе. Применяется для грохочения горных пород [3].

**Датчик:** устройство или комплекс устройств, преобразующих измеряемый параметр технологического процесса вид удобный для дальнейшей передачи и использования [5:10].

**Автоматическое управление,** осуществляемое без непосредственного участия человека [5:10].

**SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition=Диспетчерское управление и сбор данных) система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном режиме времени и следовательно требуется использование компьютерной техники в промышленном исполнении и

отвечающее наиболее жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности [5:5].

**АСУТП** автоматизированная система управления технологическими процессами [5:5].

**Управление** как термин «управление» используется для обозначения задач управления более сложных, чем задача поддержания (стабилизации) технологического параметра, для которой используется термин «регулирование» [5:6].

**PLC** (ПЛК)- программируемый логический контроллер.

**УСО** (Устройства связи с объектом) — это устройство для объединения аналоговых и цифровых параметров реального технологического объекта. Предназначено для ввода сигналов с объекта в автоматизированную систему и вывода сигналов на объект.

**P&ID** (Piping and Instrumentation Diagram) (Схема трубопроводов, трубопроводной арматуры, насосов и КИПиА) это схематический чертеж, который показывает принципиальное устройство системы управления технологическим процессом, который используется для проектирования, строительства, монтажа и ремонта технологической системы.

**ANSI/ISA-S5.1-2009** (Instrumentation Symbol and Identification/ Instrumentation, Systems and Automation Society) американский стандарт для идентификации параметров систем управления.

# ВВЕДЕНИЕ

Основной целью представленной работы являлось создание рабочего проекта реконструкции системы технологического контроля входящей в состав распределительного узла 9 (далее РП-9) на основе современных приборов конвейерной автоматики и программируемых контроллеров.

Автор дипломной работы рассматривал выбор оборудования в соответствии с стандартами ЕС и Эстонской республики для обеспечения безопасности производства и обслуживающего персонала.

При выполнении дипломной работы решались следующие задачи:

- Ознакомиться с проектной документацией, которая касается выполненных проектных работ на обогатительной фабрике;
- Провести работы по составлению списков существующего оборудования автоматики и состава релейного шкафа в РП-9. Определить подключённые в существующий шкаф кабельные линии, которые образуют блокировочные цепи ПТС фабрики;
- Запросить и ознакомиться со схемами связанных с РП-9 соседних распределительных пунктов, от которых поступают или в которые передаются блокировочные сигналы;
- Создать проектные решения и предложить оборудование полевой автоматики с учетом перечисленных функций технологического оборудования. Список функций для оборудования автоматики представлен в разделе 2, пункты 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3;
- Выполнить одно из требований технического задания шахты Эстония, в котором запрашивается, что выбранные решения автора были заранее предоставлены для просмотра и обсуждения на предприятии перед началом закупки оборудования автоматики;
- Передача документации в редактируемом и бумажном варианте заказчику;
- Должно быть учтено, что существующая связь между предыдущим и последующим технологическим оборудованием выполнена на основании релейных сигналов между соседними РП обогатительной фабрики.

Место расположения РП-9 — это помещение в здании Сортировочного комплекса обогатительной фабрики шахты Эстония на отметке +7.20 в осях Ж-К/43-44. Адрес: шахта Эстония, деревня Вяйке-Пунгерья, Ида-Вирумаа, 41324, Эстония.

Предприятие шахта Эстония входит в состав концерна «Eesti Energia AS» [4]. С января 2021 года является частью нового производственного подразделения «Enefit Power AS», как участок Allmaa tootmisosakond / Rikastusvabrik.

Кратко описать концерн можно так, концерн принадлежит государству, включает в себя несколько зарубежных энергетических предприятий в странах Балтии: Латвии, Литвы, Финляндии и Польши. «Eesti Energia AS» является поставщиком клиентских услуг и продукции, как продавец жидких видов топлив на международном рынке, так и как поставщик развивающейся сферы возобновляемой энергии, а также предоставляет сетевые услуги на территории Эстонии.

Новое подразделение с названием «Enefit Power AS» [4] составлено из существующих предприятий концерна таких как: шахта Эстония, Эстонская электростанция и Балтийская электростанция.

Предприятие «Enefit Solutions AS» [5] на котором автор проходил практику, а в дальнейшем выполнял рабочие задания, также является подразделением концерна «Eesti Energia AS». Внутри концерна предприятие «Enefit Solutions AS» [5] отвечает за разработку и изготовление технологических решений для «Enefit Power AS» и заводов масел действующих на технологии «ENEFIT» [4]. На внешнем рынке предприятие предлагает ряд технологических решений в разных областях энергетики и в производстве возобновляемой энергии.

Более полная информация о предприятии представлена по сайте предприятия [5].

Практическая значимость дипломной работы заключается в том, что выполненная автором заключительная работа являлась проектным решением для перехода в условиях работающей поточно-транспортной системы (ПТС) обогатительной фабрики, от существующего шкафа релейной автоматикой к действующей на предприятии автоматической системе управления технологическим процессом (АСУ ТП), а также обеспечила интегрирование проектного оборудования автоматикой, а также созданных в проекте блокировочных цепей защиты в существующую SCADA обогатительной фабрики шахты Эстония.

# 1. СУЩЕСТВУЮЩЕЕ СОСТОЯНИЕ

Автор ознакомился с проектной документацией предоставленной шахтой Эстония по РП-9, которая охватывает период времени 2010...2020 года, соответственно сделал следующие заключения:

- Шкаф релейной автоматики в помещении РП-9, установлен на предприятии в 1976...1977 году. В шкаф подведены линии связи полевой автоматики, по проекту 1973 года и линии связи между оборудованием предыдущей и последующей технологической цепи. Документация и схемы доступны;
- Предварительно проведена и закончена работа подразделением ИТ отдела «Eesti Energia AS» по созданию внутренней сети Ethernet с использованием оптико-волоконного кабеля с заходом в электропомещении обогатительной фабрики. В помещении РП-9 установлен шкаф с установленным в нем сетевым переключателем, позиция IT-1008 фирмы „MOXA“. Свободные входы на переключателе есть для подключений дополнительных линий связи. Проектная документация существует;
- На предприятии введена в работу уже более десяти лет SCADA Wonderware InTouch от концерна «AVEVA» [7] для централизованного операторского управления ПТС, и организовано серверное обслуживание инфраструктуры предприятия и выполняется администрирование процессов в режиме реального времени. Проектное решение по интегрированию созданных автором в проекте решений выполняла фирма «ABC SERVICE OÜ», обслуживающая SCADA на обогатительной фабрике. Период обслуживания: в течение 2019-2020 года;
- Выполнены работы строительного раздела по замене амортизированного технологического оборудования, такого как: приводной станции ленточного конвейера 835, замена электродвигателей питателя 855. Этап реконструкции технологического оборудования был выполнен в период 2016 года. Работы выполняла подрядная организация «Esfitech OÜ» / «Elektromontaaž OÜ». Рабочий проект «160903. Estonia kaevandus rikastusvabriku konveieri nr.835 elektriseadmestiku renoveerimine»;
- Закончены по отдельному подряду монтажные работы в РП-9. Выполнена закупка нового электрического оборудования 0,4kV, силовых щитов и защитной аппаратуры. Работы выполняла подрядная организация «Enefit Solutions AS» в течение 2019-2020 годов. Рабочий проект, раздел Электрический проект, номер EB2137 «Rikastusvabriku kilbi RP-9 renoveerimine. Tööprojekt».

## 1.1 Описание технологической линии

На предприятии технологические линии производства обогатительной фабрики разделены по внутренним линиям электрического питания, что в целом создало равномерное распределение энергии по сети. Сеть разведена по распределительным пунктам, в которых линии питания технологического оборудования расположены в щитах или на шинопроводах. Питание соответственно берется из распределительных пунктов и подводится к силовым установкам, щитам и электропотребителям.

Технологическая линия РП-9 является частью ПТС обогатительной фабрики шахты Эстония. Представляет собой участок (2-ая технологическая линия) сложной ПТС фабрики, выполняет самостоятельно этап подъёма горной массы из шахты. Режим работы сменный, прерывный (при 40-часовой рабочей неделе) на проведение работ по влажной уборке территорий ПТС.

Технологическую схему автор представил в виде потокового графа с указанием направления движения горной массы.

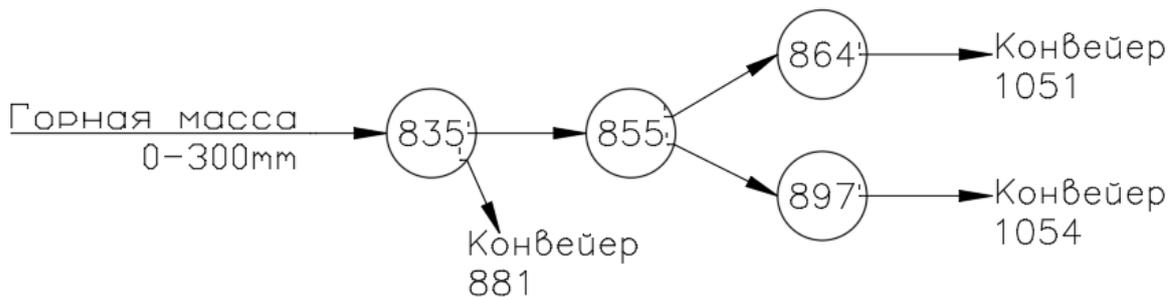


Рис.1 Ориентированный потоковый граф участка 2-ой технологической линии

Оборудование ПТС, входящее в состав рассматриваемого участка, следующее:

- Ленточный конвейер номер 835. Длина конвейера составляет около 120 метров;
- Питатель номер 855;
- Грохоты номер 864 и 897.

Пояснения к перечисленному оборудованию представлены вначале дипломной работе, раздел «Термины и сокращения».

## 1.2 Оборудование полевой автоматики установленное на технологической линии

Автор получил при изучении предоставленной документации информацию о наличии на объекте ряда устройств автоматики и датчиков, которые не требуется заменять на новое оборудование, но требуется подключить к контроллеру.

### **1.2.1 Датчики температуры подшипников**

Ранее были установлены для контроля температуры подшипников приводного и концевого барабанов конвейера 835 температуры датчики РТ100. Диапазон измерения -50..150°C.

Значение температуры передается на контроллер через устройство УСО, которое преобразует измеренный сигнал от датчика температуры с характеристикой РТ100 в унифицированный сигнал 4-20мА. Для обработки входных сигналов 4-20мА установлены модули аналоговых входов в шкаф автоматики.

Если температура превышает установленное программой разрешенное значение, на дисплее оператора появляется сигнал неисправности.

В дипломной работе автор предложил установить 2 устройства УСО преобразования измеряемого сигнала с характеристикой РТ100 в выходной сигнал 4-20мА. Каждое устройство принимает 2 независимых сигнала РТ100.

Для конвейера 835 технологический код датчика температуры: ТЕ/1, ТЕ/2, ТЕ/3, ТЕ/4. Устройство УСО технологический код: ТТ/1, ТТ/2.

Оборудование представлено на чертеже: 2156.00.ТА.000; чертеж в Приложении 1.

### **1.2.2 Устройство контроля перегрева гидромуфты**

Во время замены приводной станции конвейера 835 в период 2015-2016 года было установлено механическое устройство гидромуфта, в комплекте с механической частью устройства от завода-изготовителя поставляется электронное реле контроля перегрева муфты. Реле установлено в электрический щит 835SKK.

В задачу автора входило заложить кабельную линию в щит 835SKK, создать схемное решение для подключения кабеля на стороне щита 835SKK и на стороне нового шкафа автоматики.

Сигнал от электронного реле подключается к дигитальному входу контроллера. При повышении температуры выше установленного предела, электронное реле на выходном реле сменит свое состояние. Сигнал поступит в систему SCADA, информация будет выведена на дисплей оператора.

## **2. ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ**

Предприятие Enefit Solutions AS при конструировании ленточных конвейеров и подобного механического оборудования учитывает требования стандарта EVS-EN 620:2002 [2]. Принимая во внимание определенные функции технологического оборудования и запрашиваемые в техническом задании на проектирование автоматики требования, автор определил с учетом существующего стандарта [2], следующие системы при выполнении заключительной работы, как:

- систему управления;
- система аварийного останова;
- система автоматического обнаружения неисправностей.

Система управления должна включать:

- Пост управления;
- Шкаф релейной автоматики с установленным программируемым контроллером ПЛК

Система аварийного останова должна включать:

- Кнопки аварийного останова;
- Тросовые выключатели;
- Устройства безопасности

Система автоматического обнаружения неисправностей должна включать:

- Датчики обнаружения смещения ленты конвейера
- Устройство обнаружения перегрузки или забивания разгрузочного устройства конвейера
- Датчик уменьшения скорости ленты
- Датчики температуры
- Датчик перегрева обмотки двигателя

### **2.1.1 Решение для ленточного конвейера, позиция 835**

Функции оборудования автоматики первого / второго уровня для ленточного конвейера:

- Запуск и останов в местном режиме управления;
- Запуск и останов в дистанционном централизованном режиме в составе технологической цепи;
- Аварийная остановка по всей длине конвейера по обе стороны конвейера;
- Выключение питания конвейера при разрыве конвейерной ленты;
- Выключение питания конвейера при переполнении разгрузочного узла;

- Останов конвейера при перегреве гидромufты привода конвейера;
- Выключение питания электродвигателя конвейера при перегреве обмоток двигателя;
- Выключение питания электродвигателя конвейера при превышении предельной температуры подшипников конвейерных барабанов;
- Контроль состояния схода ленты на приводном барабане и натяжном барабане;
- Сигнал выключателя безопасности с механическим приводом для привода конвейера;
- Звуковой предупреждающий сигнал слышимый по все длине конвейера;
- Возможность дать звуковой сигнал перед запуском конвейера, как при в ручном режиме, так и в автоматическом;

Измерения:

- Контроль уменьшения скорости ленты, сигнализация при достижении минимального значения на дисплее оператора;
- Контроль тока потребления электродвигателя конвейера;
- Контроль температуры подшипников конвейерных барабанов.

### **2.1.2 Решение для питателя, позиция 855**

Функции оборудования автоматики первого / второго уровня для питателя:

- Запуск и останов в местном режиме управления;
- Запуск и останов в автоматизированном режиме в составе технологической цепи;
- Сигнал выключателя безопасности с механическим приводом для привода;
- Звуковой предупреждающий сигнал перед пуском;
- Выключение питателя при возникновении скоплений в узле выгрузки;

Измерение:

- Контроль тока электродвигателя.

### **2.1.3 Решение для грохота, позиция 864 и 897**

Функции оборудования автоматики первого / второго уровня для грохота:

- Запуск и останов в местном режиме управления;
- Запуск и останов в автоматизированном режиме в составе технологической цепи;
- Сигнал выключателя безопасности с механическим приводом для привода;
- Звуковой предупреждающий сигнал перед пуском;
- Выключение электродвигателя при возникновении скоплений в зоне выгрузки;

Измерение:

- Контроль тока электродвигателя.

Автор работы подобрал оборудование для систем управления, аварийного останова и автоматического обнаружения неисправностей при создании дипломной работы.

## 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

## ПРЕДЛАГАЕМОГО

### 3.1 Система управления

#### 3.1.1 Пост управления

Предназначен для запуска / останова в местном режиме, местном заблокированном режиме.

Пост управления представлен на рисунке 2.

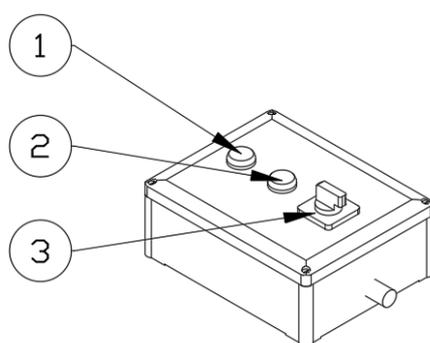


Рис.2 Пост управления (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor"), в состав входит:

1 – кнопка включения звуковой сирены, 2 - кнопка пуска, 3 - ключ разрешения на работу с положениями «стоп – работа»

Устройство собрано из комплектующих продающихся в зоне ЕС и соответствует стандарту 60204-1:1997, п.9.4 [х:xx].

Назначение:

- Функция пуска / останова

Одновременное удержание кнопок 1 и 2 дает вначале предупредительный звуковой сигнал в течение 10 секунд, затем производится пуск технологического устройства. При отпускании одной из кнопок на пульте управления, приведет к остановке устройства. Останов будет сопровождаться звуковым предупреждающим сигналом. Сигналы от кнопок поступают на вход контроллера технологического процесса, установленного в шкафу автоматике.

Всего в дипломной работе автор предложил установить 4 поста управления.

Для конвейера номер 835 технологический код: 835HS/1, 835HS/2, 835HS/3.

Для питателя номер 855 технологический код: 855HS/1, 855HS/2, 855HS/3.

Для грохота номер 864 технологический код: 864HS/1, 864HS/2, 864HS/3.

Для грохота номер 897 технологический код: 897HS/1, 897HS/2, 897HS/3.

Оборудование представлено на чертежах: 2156.00.ТА.000, 2156.00.ТА.001, 2156.00.ТА.002; чертежи в Приложении 1, 2, 3.

### **3.1.2 Программируемый контроллер**

Программируемый контроллер (далее PLC-A0) принадлежит устройствам второго уровня автоматике. Для дипломной работы автор выбрал контроллер „SAIA“ PCD3.M5560 с модулями расширения дигитальных входов, аналоговых 0...10V/0-20 mA входов, модуль дигитальных выходов с транзисторами для коммутации напряжения 24Vdc.

Указанный тип контроллера подходит для проектного решения по ряду причин:

- подобного типа контроллеры установлены на территории обогатительной фабрики в соседних РП. Соответственно программы для выполнения алгоритмов работы возможно использовать с большей вероятностью на нескольких технологических линиях;
- в контроллере установлен мощный процессор, память может быть расширена с помощью флеш-карт до 1Гбайт;
- на борту контроллера установлен порт Ethernet-TCP/IP, интерфейс разъемы USB 1.1, RS485. Возможно добавить дополнительно 8 интерфейсов выбрав карту по каталогу от производителя продукции;
- на борту установлен сервер HTTP, что позволяет получать информацию при пуске-наладке напрямую по IT протоколу;

не требуется закупать дополнительное программное обеспечение PG5 для программирования контроллеров. Для составления программ удобно использовать язык программирования FBD стандарта IEC 61131-3, который представлен в программном пакете PG5.

PLC-A0 контролирует работу ленточного конвейера 835, питателя 855 и грохотов 864, 897.

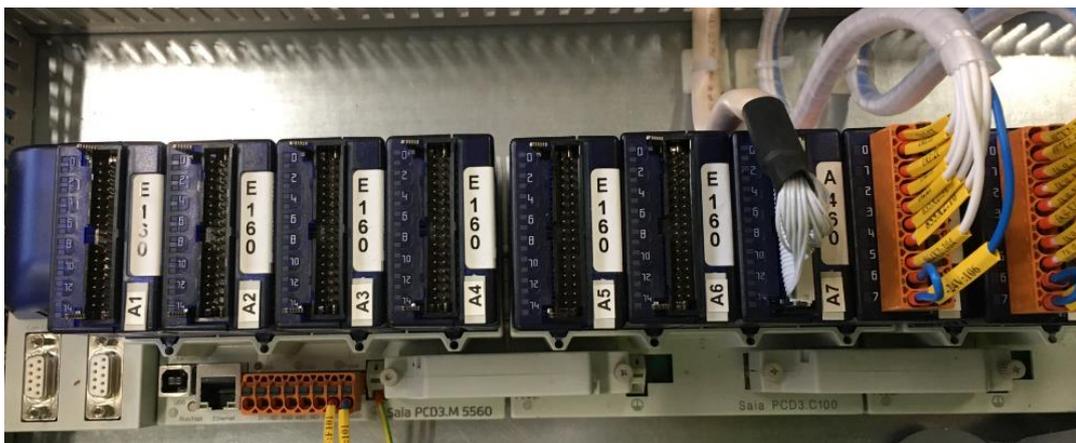


Фото1. Контроллер PCD3.M5560 с 2 платами расширения C100 и вставленными модулями входов/выходов A1...A9, установленный в шкаф автоматики проекта (фото автора).

Функция: выполняет роль моста между OPC сервером шахты Эстония, передает данные от полевых устройств, рабочую информацию от электрооборудования и устройств УСО, формирует сигналы тревоги и состояний для SCADA системы, а также обратно принимает команды управления от системы SCADA. Может работать автономно при пропадании связи с сервером. Подключен по питанию к источнику бесперебойного питания.

В дипломной работе автор установил 1 контроллер PCD3.M5560; 7 модулей на 16 дигитальных входов, тип PCD3.E160; 1 модуль на 16 транзисторных выходов, тип PCD3.A460; 2 модуля на 8 аналоговых входов 0...10V/0-20mA, тип PCD3.W340; 2 платы расширения, тип C100.

Технические данные контроллера представлены в [10].

## **3.2 Система аварийного останова**

Для системы аварийного останова выбраны устройства, имеющие в своей конструкции функцию самоблокировки, которая при нажатии активизируется принудительно. В случае аварийной ситуации останов технологической линии сопровождается звуковым предупреждающим сигналом сирены.

Общее, после того как устройство аварийного останова приведено в действие, то технологическая линия остановиться и не включиться вновь, пока устройство аварийного останова не будет возвращено в начальное положение. При этом автоматический запуск оборудования не произойдет. Запуск производится снова как первоначальный пуск оборудования в требуемом режиме работы после подготовительных мероприятий.

### 3.2.1 Кнопка аварийного останова

Кнопки аварийного останова расположены на площадках обслуживания, рядом с постом управления в зоне разгрузки конвейера и в пунктах перегрузки материала на питателе и грохотах. Высота установки кнопки 1,4 ... 1,7 м от поверхности, на которой может стоять обслуживающий персонал.

Кнопка аварийного останова представлена на рисунке 4.

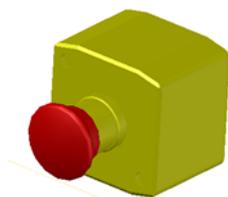


Рис.4 Кнопка аварийного останова с функцией самоблокировки (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor")

Функция: останов электрических устройств в местном режиме, местном заблокированном, дистанционном централизованном режимах технологической линии ПТС.

Всего в проекте установлено 4 датчика контроля схода ленты.

Для конвейера номер 835 технологический код: 835HSS/1.

Для питателя номер 855 технологический код: 855HSS/1.

Для грохота номер 864: 864HSS/1.

Для грохота номер 897: 897HSS/1

Технические данные кнопки аварийного отключения представлены в [16].

Оборудование представлено на чертежах: 2156.00.TA.000, 2156.00.TA.001, 2156.00.TA.002; чертежи в Приложении 1, 2, 3.

### 3.2.2 Тросовый выключатель аварийного останова

Конструктивно тросовые выключатели с функцией аварийного останова могут иметь три разных модификации: трос подводится слева (рисунок 5), трос подводится с двух сторон (рисунок 6), трос подводится справа (рисунок 7).

Выбраны тросовые выключатели серии „LineStrong“ фирмы „ABB“ [8].

Расположение устройств по обе стороны конвейера номер 835. Три тросовых выключателя с одной стороны, три тросовых выключателя с другой стороны конвейера. Трос растянут от каждого выключателя с таким условием, что оператор имеет возможность подойти к тросу по всей длине конвейера.

Тросовые выключатели монтируются согласно требованиям проектной документации и монтажных инструкций от завода-изготовителя.

На каждом тросовом выключателе установлена кнопка красного цвета с функцией самоблокировки и также лампа LED с красным и зеленым свечением. В нормальном состоянии горит LED зеленый, при срабатывании контрольной пружины от натяжения троса или нажатии аварийной кнопки горит LED красный. Пружина тросового выключателя приводится в действие при приложении к тросу усилия не более 125Н. Перемещение троса для создания режима срабатывания (между состояниями включено и выключено) не превышает 300мм.

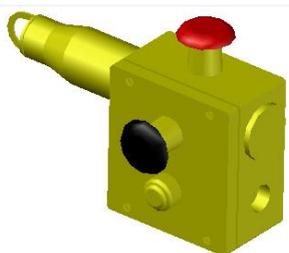


Рис.5 Тросовый выключатель, трос подводится слева (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor")

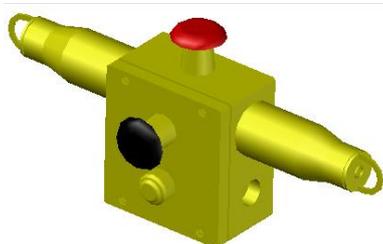


Рис.6 Тросовый выключатель, трос подводится с двух сторон (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor")

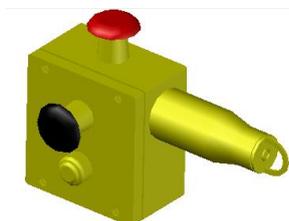


Рис.7 Тросовый выключатель, трос подводится справа (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor").

Тросовые выключатели работают совместно с реле безопасности. Реле безопасности выполняет функцию источника питания для цепей безопасности для

тросового выключателя, контролирует состояния контактов выключателя и выполняет функцию блокировки пуска/ сброса сигнала аварии.

В дипломной работе автор предложил установить 2 тросовых датчика с присоединением троса слева, 2 тросовых датчика с присоединением троса с двух сторон, 2 тросовых датчика с присоединением троса справа.

Для каждого тросового выключателя автор предусмотрел установку реле безопасности, суммарно количество реле безопасности 6 штук.

Для конвейера номер 835 технологические коды тросовых выключателей: 835ZSS/1, 835ZSS/2, 835ZSS/3, 835ZSS/4, 835ZSS/5, 835ZSS/6. Коды реле безопасности: 835ZSA/1, 835ZSA/2, 835ZSA/3, 835ZSA/4, 835ZSA/5, 835ZSA/6.

Оборудование представлено на чертеже: 2156.00.TA.000; чертеж в Приложении 1.

Технические данные тросового выключателя представлены в [8].

### **3.3 Система автоматического обнаружения неисправности**

Автор подобрал устройства автоматического обнаружения неисправностей, которые позволят уменьшить риск непреднамеренного останова конвейера номер 835, питателя 855 и вибрационных грохотов 864, 897.

#### **3.3.1 Датчик контроля схода ленты**

Датчик предназначен для подачи предупредительного сигнала и/или для остановки загрузки конвейера или для уменьшения скорости движения конвейера, при смещении конвейерной ленты за пределы определенной черты, после которой возникает опасность для конструкций конвейера или обслуживающего персонала.

Автор выбрал устройство «ES20» для контроля бокового смещения, у которого крепежный кронштейн повернут на 90° относительно края конвейерной ленты. В состав устройства входит выключатель с двумя парами контактов. Первое переключение контактов при 10° смещения ленты, второе переключение на 18°.

В комплект поставки входят выключатель с роликом, кронштейн, крепежные болты и этикетки для наклеивания на корпус. На конвейере датчики схода ленты установлены с каждой стороны конвейерной ленты в зоне загрузки, в зоне выгрузки. Всего в дипломной работе автор предложил установить 4 датчика контроля схода ленты.

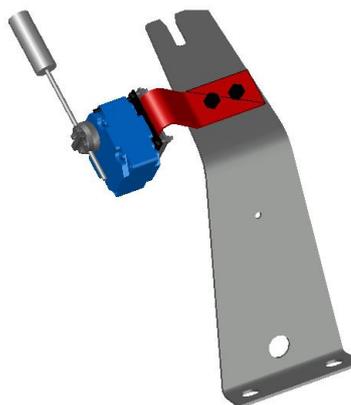


Рис.8 Пример установки датчика схода ленты ES20 на конвейере (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor")

Для конвейера номер 835 технологический код датчика контроля схода ленты: 835ZDA1.1/ZDA1.2; 835ZDA2.1/ZDA2.2; 835ZDA3.1/ZDA3.2; 835ZDA4.1/ZDA4.2.

Оборудование представлено на чертеже: 2156.00.TA.000, чертеж в Приложении 1.

Технические данные датчика контроля схода ленты в [17].

### **3.3.2 Датчик контроля скорости ленты**

Датчик измерения скорости установлен на концевом барабане конвейера.

В комплект устройства входит индукционный датчик для измерения бесконтактным способом количество импульсов, которые создаются при прохождении мимо датчика приваренных на конвейерном барабане металлических пластин. Пример установки датчика показан на рисунке 9.

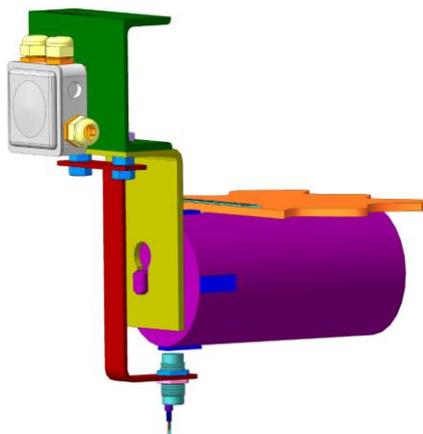


Рис.9 Пример установки датчика контроля скорости ленты ролике конвейера (модель нарисована автором в программе "Autodesk Inventor")

Функция: Контроль уменьшения скорости конвейерной ленты при работе приводной станции в номинальном режиме. сигнализация с выдержкой по времени при достижении нижнего порогового значения на дисплее оператора.

Принцип действия: Максимальная скорость вращения барабана составляет 60 об/мин. Диапазон скорости от 60% до 100% считается нормальным, при понижении скорости ленты ниже допустимого порога, это будет предупредительным сигналом в SCADA системе на экране оператора. Класс защиты у индукционного датчика не менее IP65.

Сигнал от датчика поступает на УСО, на котором импульсы от датчика преобразуются в релейный сигнал. Устройство УСО входит в комплект нового шкафа автоматики.

В дипломной работе автор предложил установить 1 индукционный датчик и одно устройство УСО.

Для конвейера 835 технологический код датчика контроля скорости: 835SE/1. Устройство УСО технологический код: 835ST/1.

Оборудование представлено на чертеже: 2156.00.ТА.000, чертеж в Приложении 1.

Технические данные комплекта датчика контроля скорости [18], [19.]

### **3.3.3 Датчик контроля разрыва конвейерной ленты**

Датчик разрыва конвейерной ленты установлен на конвейере после зоны загрузки.

В комплект устройства входит индукционный датчик контроля положения металлической пластины, к которой прикреплен металлический трос. Пример установки датчика показан на рисунке 10.

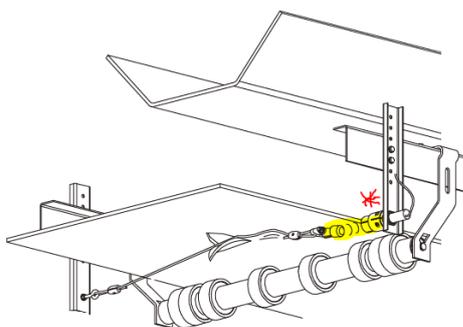


Рис.10 Пример установки датчика контроля разрыва конвейерной ленты (рисунок взят из [20]), на рисунке индукционный датчик отмечен красным знаком.

При повреждении конвейерной ленты часть ленты может оказаться разорвана или сама лента повреждена таким образом, что кусок ленты при движении провисает. При движении вырванный кусок зацепится за натянутый трос устройства контроля и связь датчика с металлической пластиной исчезнет. Индукционный датчик подключен к дигитальному входу контроллера через гальваническую связь, на

котором отслеживается состояние датчика по состоянию соответствующему «0» / «1».

В дипломной работе автор предложил установить 1 датчик контроля разрыва конвейерной ленты.

Для конвейера 835 технологический код датчика контроля скорости: 835ZDS/1.

Оборудование представлено на чертеже: 2156.00.ТА.000, чертеж в Приложении 1.

Технические данные датчика контроля разрыва конвейерной ленты в [20].

### **3.3.4 Датчик контроля переполнения**

Датчик контроля переполнения зоны загрузки/разгрузки установлен:

- в зоне разгрузки конвейера 835;
- в зоне загрузки питателя 855;
- в зоне разгрузки питателя 855;
- в зоне разгрузки грохота 864;
- в зоне разгрузки грохота 897.

Датчик выполнен в виде гибкого электрода. Сигнал от датчика поступает на УСО, на котором сигнал от датчика преобразуется в релейный выходной сигнал. Устройство УСО установлено рядом с гибким электродом в пластмассовой коробке класса защиты IP65.

Принцип действия основан на замыкании электрической цепи от источника питания в УСО через электрод и контролируемую среду. Сырой сланец обладает омическим сопротивлением в диапазоне 50кΩ...1МΩ. При нарастании сланца в зоне разгрузки до уровня электрода, произойдет замыкание электрической цепи на входе устройства УСО.

В дипломной работе автор предложил установить 5 датчиков контроля переполнения.

Для конвейера 835 технологический код датчика контроля переполнения: 835LE/1, устройство УСО, код преобразователя: 835LS/1.

Для питателя 855 технологический код датчика контроля переполнения: 855LE/1, 855LS/2; устройство УСО, код преобразователя: 855LS/1, 855LS/2.

Для грохота 864 технологический код датчика контроля переполнения: 864LE/1, устройство УСО, код преобразователя: 864LS/1.

Для грохота 897 технологический код датчика контроля переполнения: 897LE/1, устройство УСО, код преобразователя: 897LS/1.

Оборудование представлено на чертежах: 2156.00.ТА.000, 2156.00.ТА.001, 2156.00.ТА.002; чертежи в Приложении 1, 2, 3.

Технические данные датчика контроля переполнения в [21].

### **3.4 Новый шкаф автоматики**

Новый шкаф получил название АК9, оборудование размещено внутри шкафа по принципу: вверху установлен контроллер PLC-A0 с модулями расширения, остальное оборудование ниже.

В шкаф подключены дигитальные сигналы полевых датчиков конвейера 835, питателя 855, грохотов 864, 897, а также аналоговые сигналы токов нагрузки электродвигателей перечисленных устройств.

Питание контроллера PLC-A0 выполнено от отдельного блока питания, также установлен источник бесперебойного питания. Внешние цепи запитаны от отдельного блока питания и защищены автоматическими выключателями с LED сигнализацией. Все дигитальные входы и выходы контроллера гальванически развязаны с выходными цепями системы управления при помощи реле типа PLC-RSC-24DC/21. Реле для дигитальных входов одно-контактные и реле для дигитальных выходов – двух-контактные. На все аналоговые входные сигналы устанавливаются гальванические разделители.

Клемники в АК9 устанавливаются на боковых стенках шкафа.

Корпус шкафа автоматики с двумя дверями, двери закрываются на замок, открываются стандартным ключом. Корпус изготовлен из оцинкованной стали имеет порошковое покрытие.

На внешней двери щита закреплена табличка с названием шкафа и установлен индикатор LED с табличкой 230V. Таблички выполняются из пластика, выгравированного черным текст на белом фоне.

Внутри устройства и приборы оснащены наклейками, которые отражают обозначение оборудования по схемам.

Кабельные вводы снизу. Кабели системы измерения и управления проложены отдельно от ввода силовых кабелей.

Требование к компоновке шкафа согласно стандарту EVS-EN 61439-3 [11]. Компоненты выбирались для схемных решений с учетом стандарта EVS-HD 60269-3:2010/A1:2013.

### **3.5 Кабели**

Кабельные линии выполнены в соответствии с коммутируемым напряжением в кабельной линии и с учетом монтажных требований, указанных в эксплуатационных инструкциях.

Кабели на напряжение 230V выбраны из группы монтажных кабелей, не содержащих галоген на напряжение 450/750V.

Сигнальные кабели для полевых датчиков и кабели передачи информации в системе выбраны из группы монтажных кабелей на напряжение 75 V, не содержащих галоген с витой парой и защитным экраном. Выбор кабелей основывался на стандарте EVS-EN 50363-6:2005 [13], EVS-EN 61034-2:2005/A2:2020 [14] и требований к монтажу кабельных систем для компьютерных сетей и линий связи EVS-EN 50173-1:2018 [15].

Маркировка кабелей выполнена на обоих концах и непосредственно перед проходом через стену или конструкции.

При прокладке кабелей до конвейера, питателя и грохотов предприятие разрешило использовать существующие кабельные лестницы. Автор предложил для монтажной организации, когда существует необходимость, проложить кабелей вне кабельных лестниц, использовать стальные оцинкованные трубы для механической защита от повреждений. При монтаже кабеля на стенах, использовать защитный гибкий шланг для механической защита от повреждений примерно до высоты 1,5 метра. Кабели промаркировать ПВХ-табличками, на которых информация должна быть нанесена печатным образом.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Тема заключительной работы «Реновация системы автоматике конвейера 835, питателя 855 и вибрационных грохотов 864,897 обогатительной фабрики шахты Эстония».

Для выполнения дипломной работы была предварительно изучена проектная документация, которая была предоставлена перед выполнением проектных работ на обогатительной фабрике шахты Эстония.

Главной целью данной работы было создание рабочего проекта реконструкции системы технологического контроля в составе РП-9 на основе современных приборов конвейерной автоматике и программируемого контроллера.

Автор дипломной работы выбрал оборудования автоматике первого и второго уровня в соответствии с стандартами ЕС и Эстонской республики для обеспечения безопасности производства и обслуживающего персонала, а также учитывал, чтобы данное оборудование было представлено на рынке Эстонии в течении последних двух лет.

Данная работа имеет практическую пользу, так как реализовав предложенные решения дипломной работы ожидается повышение технико-экономической эффективности производства на обогатительной фабрике за счет того, что появилась возможность дистанционно передавать данные от датчиков полевого уровня в систему SCADA и, обрабатывать полученную информацию в пределах концерна «Eesti Energia AS» и в дальнейшем использовать ее для улучшения процесса управления производством.

Была проведена на предварительном этапе работа по оцениванию стоимости проектирования, в определении оптимального поставщика услуг для реализации проектного решения, что в итоге обеспечило реализацию проекта на хорошем уровне. На основе дипломной работы была создана программная часть проекта, что существенно улучшило взаимодействие операторов с удаленным производственным распределительным пунктом ПТС обогатительной фабрики через человеко-машинный интерфейс.

Поскольку предложенные решения дипломной работы были реализованы, то можно предложить продолжить модернизацию технологических линий:

1. Внедрить систему мониторинга вибрации электрических двигателей;
2. Внедрить систему мониторинга вибрации става конвейера для обнаружения на ранней стадии износ подшипников роликов, поддерживающих конвейерную ленту;

3. Предложить использовать систему тросовых выключателей, которые предложены в данной дипломной работе на других конвейерных линиях концерна.

# KOKKUVÕTE

Lõputöö teemal " Estonia kaevanduse rikastusvabriku konveieri 835, toituri 855 ja sõelurite 864, 897 automaatika süsteemi renoveerimine" teostati ettevõtte "Enefit Kaevandus AS" poolt väljastatud tehnilise ülesande alusel.

Diplomitöö on osa Enefit Solutions AS-i poolt Tellija jaoks tehtud töödest. See projekt on osa RP-9 rekonstrueerimise üldisest tööprojektist ja selle projekti kood on EB2156. Projekti töödokumentatsiooni uusim versioon esitati Enefit Power AS-ile pärast vastavate teostatud teenuste tööakti allkirjastamist.

Tehnilise ülesande nõue: enne välitaseme seadmete ostmist kooskõlastuse saamine tellijalt, sai täidetud. Esimese ja teise taseme automaatika- ja kaablikapi projekti tööversioon esitati läbivaatuseks ja selle kiitis heaks tellija üksus allmaa tootmisosakond /rikastusvabrik.

Seadmete ja kaablite valikul lähtuti EU (Euroopa Liidu) standarditest ja Eesti tööstusstandarditest EVS.

Seejärel esitati projekt konkursile automaatikakapi valmistamise pakkumiseks vastavalt projekti kirjeldusele. Kapi kooste nõue vastab standardile EVS-EN 61439-3. Skeemi lahenduste komponendid valiti EVS-HD 60269-3:2010/A1:2013 standardi alusel.

Kaablitööd tehakse vastavalt standardile EVS-EN 50173-1:2018, võttes arvesse kaablijuhistikkude üldnõudeid.

RP-9 renoveerimine lõpetati 2020. aasta lõpus. Enefit Solutions AS-i garantiikohustused tellija ees kehtivad järgmise kahe aasta jooksul pärast tööde allkirjastamist.

## SUMMARY

The thesis with the name " Reconstruction of the automation system of the conveyor 835, feeder 855 and vibrating screens 864,897 of the concentrator at the underground mine Estonia" on the basis of the technical task of the company "Enefit Kaevandus AS".

The diploma thesis done by the author is part of the contracting work of Enefit Solutions AS in front of the customer. The project is part of the overall working project of the reconstruction of RP-9 and has a project code number EB2156. The latest version of the project's working documentation was submitted to Enefit Power AS after the signing of the act of work performed by the relevant services.

Condition of technical task: to get an agreement before the purchase of field level equipment was fulfilled, the approval was received. A working version of the automatics and cables cabinet project for the first and second level was submitted for discussion and approved by the Customer in the allmaa tootmisosakond / rikastusvabrik.

The choice of equipment and cables was based on EU standards and Estonian industrial standards EVS.

Subsequently, the project was submitted to the competition for the supply of a complete cabinet automation according to the specification of the project. The automatic cabinet requirement is according to the EVS-EN 61439-3 standard. Components of cabinet were selected for circuit solutions based on the EVS-HD 60269-3:2010/A1:2013 standard.

Cable works is carried out according to the EVS-EN 50173-1:2018 standard, considering the general requirements for cable wiring.

Reconstruction of the automation system of the RP-9 was finished in at the end 2020y. The warranty obligations of Enefit Solutions AS to the customer will be fulfilled within the next 2 years after the signing of the act of work performed.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалова, Л.Л., Рожкова, Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебное пособие для техникумов.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-528 с.: ил. ISBN 5-283-01083-х.
2. Pidevtoimelised teisaldusseadmed ja -süsteemid. Ohutuse ja elektromagnetilise ühilduvuse nõuded puistmaterjalide lintkonveieritele. EVS-EN 620:2002+A1:2010. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010.
3. Wikipedia. Грохот [Online] <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%82> (15.05.2021).
4. Eesti Energia [Online] <https://www.energia.ee/et/avaleht>. (15.05.2021).
5. Eesti Energia / Enefit Solutions [Online] <https://www.energia.ee/et/ettevottest/tehnoloogia/enefit-solutions>. (15.05.2021).
6. Chekryzhov, S. TalTech Virumaa Kolledž. RAA0900 Tootmisautomaatika. Loeng 1. (15.05.2021).
7. Wondervare InTouch tarkvara. Интернет-ресурс AVEVA [Online] <https://www.wonderware.ee/> (15.05.2021).
8. LineStrong-series. Emergency Stop Grab Wire Safety Switch. Instruction. [Online] [https://library.e.abb.com/public/ac7725e9e6ff31e4c1257ad8004bba3f/Linestrong\\_Manual\\_\(English\)\\_ABB\\_rev-A\\_121121.pdf](https://library.e.abb.com/public/ac7725e9e6ff31e4c1257ad8004bba3f/Linestrong_Manual_(English)_ABB_rev-A_121121.pdf) (15.05.2021).
9. Ümbristega tagatavad kaitseastmed (IP-kood). Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). EVS-EN 60529:2001/A2:2014. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010.
10. SAIA BURGESS CONTROLS Интернет-ресурс. [Online] [Saia Burgess Controls \(SBC\) \(saia-pcd.com\)](http://saia-pcd.com) (15.05.2021).
11. Madalpingelised aparaadikoosted. Osa3: Jaotuskilbid, mida tohivad käsitada tavaisikud. Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO) EVS-EN 61439-3:2012/AC:2019. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2019.
12. Madalpingelised sulavkaitsmed. Osa 3: Lisanõuded tavaisikute poolt (peamiselt majapidamises ja muudel taolistel rakendustel) kasutamiseks ettenähtud kaitsmetele. Kaitsmete standardsüsteemide A kuni F näited. EVS-HD 60269-3:2010/A1:2013. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013.

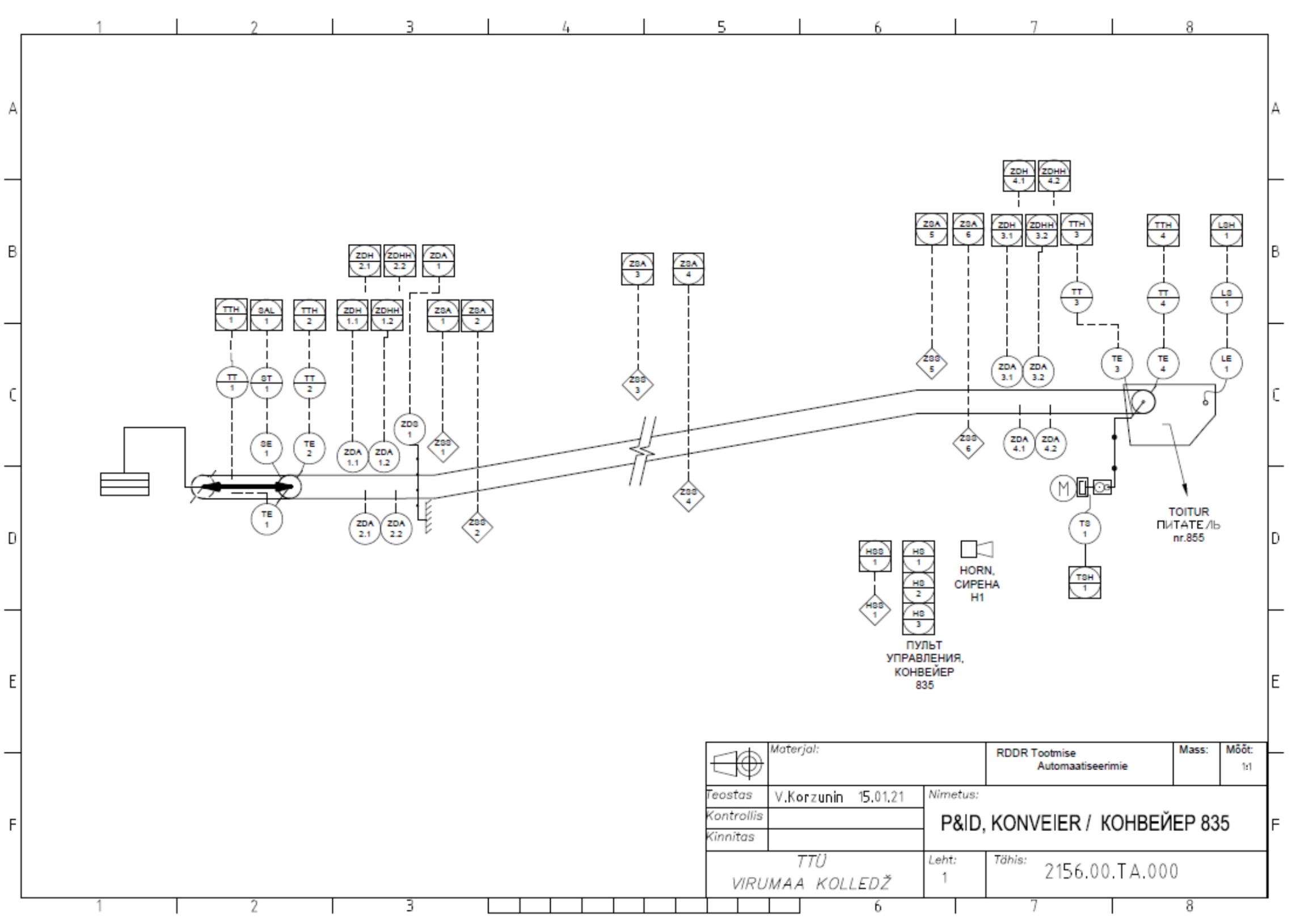
13. Madalpingeliste jõukaablite isoleer-, mantli- ja kattematerjalid. Osa8: Halogeenivabad termoplastilised mantlikompaundid. EVS-EN 50363-6:2005/A1:2011. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011.
14. Suitsu tiheduse mõõtmine kaablite põlemisel määratletud oludes. Osa 2: Katsetusprotseduur ja -nõuded. Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements. EVS-EN 61034-2:2005/A2:2020. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2020.
15. Information technology - Generic cabling systems - Part 1: General requirements. EVS-EN 50173-1:2018. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2018.
16. XALK178F Emergency Stop Switches / E-Stop Switches/ Кнопка аварийного останова. [Online] [XALK178F Schneider Electric | Mouser Europe](#) (15.05.2021).
17. ES20–ES21 BELT MISALIGNMENT SWITCH / Датчик контроля схода ленты. [Online] [Warning Devices - ES20–ES21 – Specification | Environmental XPRT \(environmental-expert.com\)](#) (15.05.2021).
18. NCB10-30GM40-N0 Inductive sensor / Датчик индуктивности. [Online] [Inductive sensor NCB10-30GM40-N0 \(pepperl-fuchs.com\)](#) (15.05.2021).
19. 5223A Programmable f/I – f/f converter. Програмируемый преобразователь сигнала f/I – f/f. [Online] [Programmable f/I - f/f converter - 5223A \(prelectronics.com\)](#) (15.05.2021).
20. ES60–ES61 BELT TEARING DETECTOR / Датчик контроля разрыва конвейерной ленты. [Online] [Warning Devices - ES60–ES61 – Specification | Environmental XPRT \(environmental-expert.com\)](#) (15.05.2021).
21. RM35LM33MW Harmony, Modular liquid level control relay/ Датчик контроля переполнения [Online] [RM35LM33MW.pdf \(schneider-electric.com\)](#) (15.05.2021).

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение1. Схема P&ID. Konveier/Конвейер 835.

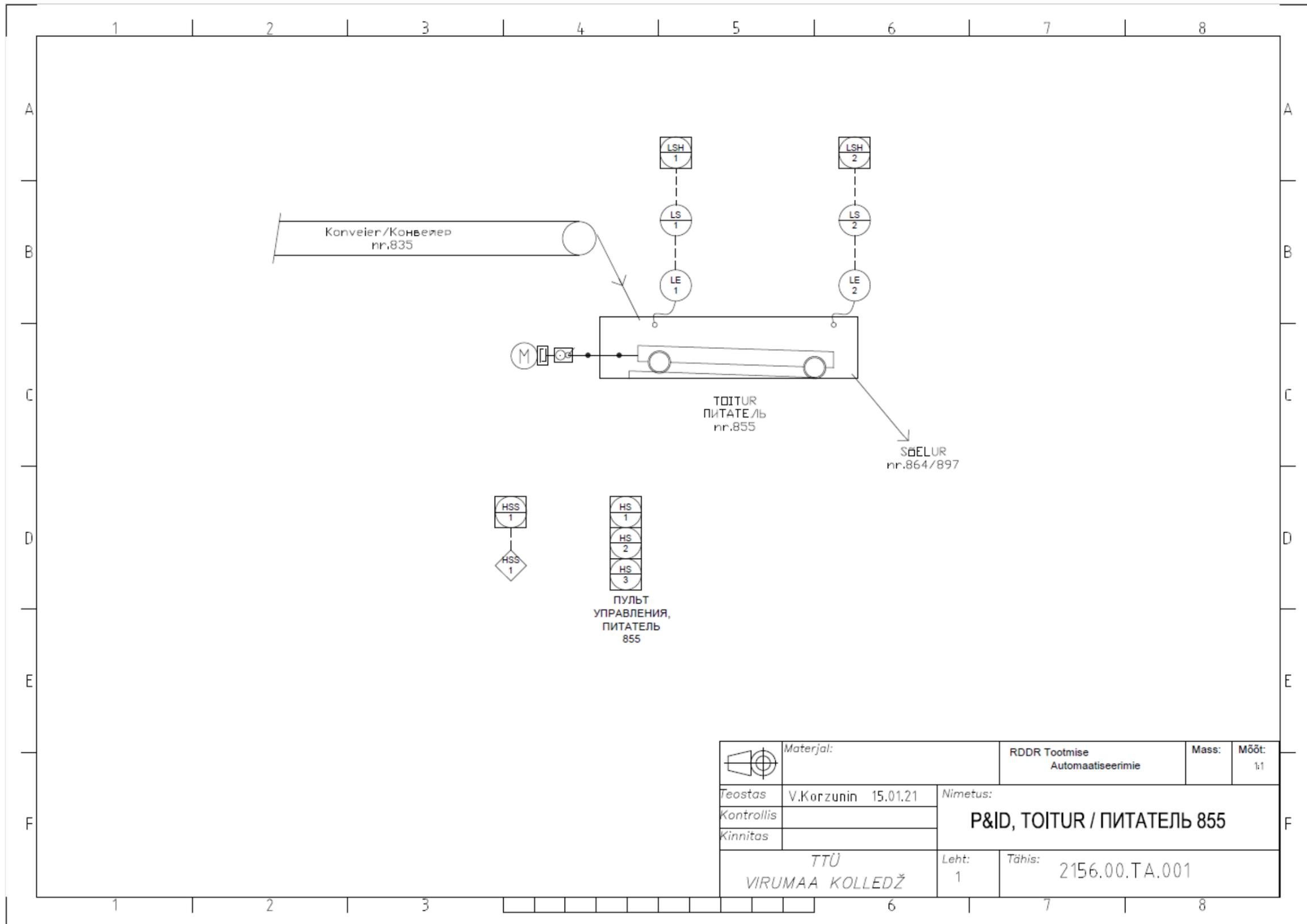
Приложение2. Схема P&ID. Toitur/Питатель 855.

Приложение3. Схема P&ID. Söelurid/Вибрационные грохоты 864/897.



	Materjal:		RDDR Tootmise	Mass:	Mõõt:
			Automaatiseerimie		1:1
Teostas	V.Korzunin 15.01.21		Nimetus:		
Kontrollis			P&ID, KONVEIER / КОНВЕЙЕР 835		
Kinnitas					
TTÜ VIRUMAA KOLLEDŽ			Leht:	Tõhis:	
			1	2156.00.TA.000	

Приложение 2.



	Materjal:	RDDR Tootmise Automaatiseerimie	Mass:	Mõõt: 1:1
	Teostas	V.Korzunin 15.01.21	Nimetus: P&ID, TOITUR / ПИТАТЕЛЬ 855	
Kontrollis				
Kinnitas				
TTÜ VIRUMAA KOLLEDŽ		Leht: 1	Tähis: 2156.00.TA.001	

