### МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт информационных технологий Кафедра промышленной информатики

#### Тема выпускной квалификационной работы:

«Автоматизация технологических операций отливки и глазировки шоколадных конфет с разработкой системы обнаружения и отбраковки дефектных изделий»

Выполнил бакалавр группы ИАБО-02-20 Меркулова Инна Игоревна Научный руководитель: Благовещенский Владислав Германович

### Цели и задачи



### Цель и задачи выпускной квалификационной работы

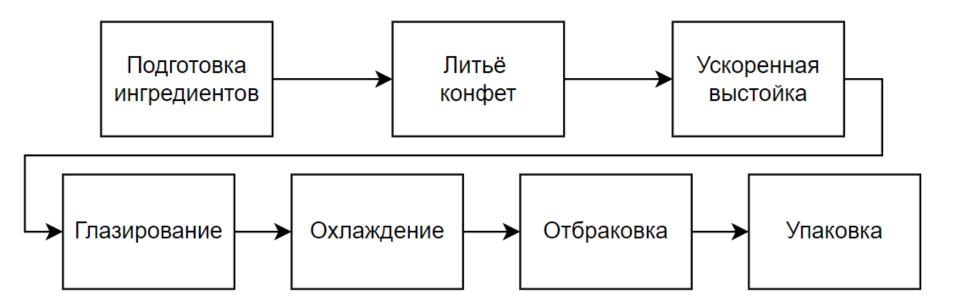
<u>Цель работы</u>: повышение эффективности производства шоколадных конфет за счет разработки системы контроля, управления и отбраковки на основе использования системы промышленной автоматизации и системы компьютерного зрения.

#### <u>Задачи</u>:

- Проектирование функциональной схемы автоматизации.
- Выбор приборов и средств автоматизации.
- Выбор приборов машинного зрения.
- Разработка системы детекции бракованных изделий с использованием технологий машинного зрения.
- Создание модели технологического процесса отбраковки с возможностью симуляции в реальном времени.
- Разработка программы управления.
- Разработка SCADA-системы для мониторинга и управления параметрами производственного процесса.

### Операции технологического процесса производства шоколадных конфет

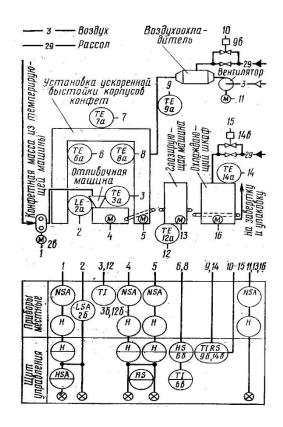




### Анализ проблематики



### **Контроль и регулирование** на производстве



### Отбраковка дефектных изделий

Ручная отбраковка

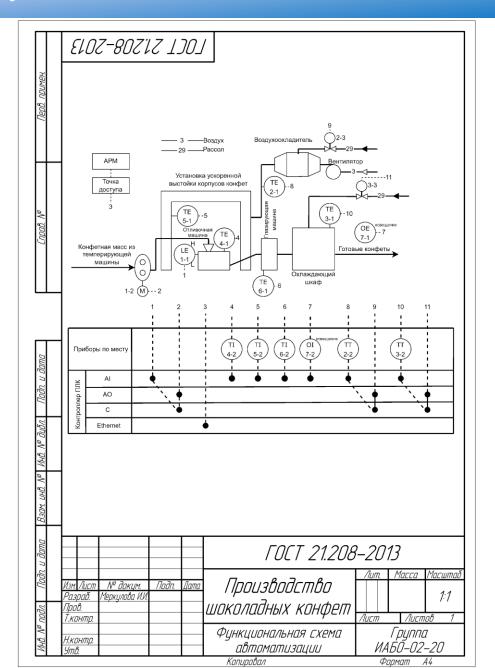




Системы машинного зрения и автоматическая отбраковка

### Функциональная схема автоматизации





### Выбранные приборы и средства автоматизации



**Цифровой** поплавковый уровнемер



Программируемый логический контроллер



Электропривод **ESBE** 



Клапан запорно-регулирующий



**Термосопротивление с** кабельным выводом



Промышленный двухканальный цифровой измеритель



Нормирующий преобразователь для термометров сопротивления и термопар



**Датчик** освещенности

### Выбор аппаратных средств машинного зрения





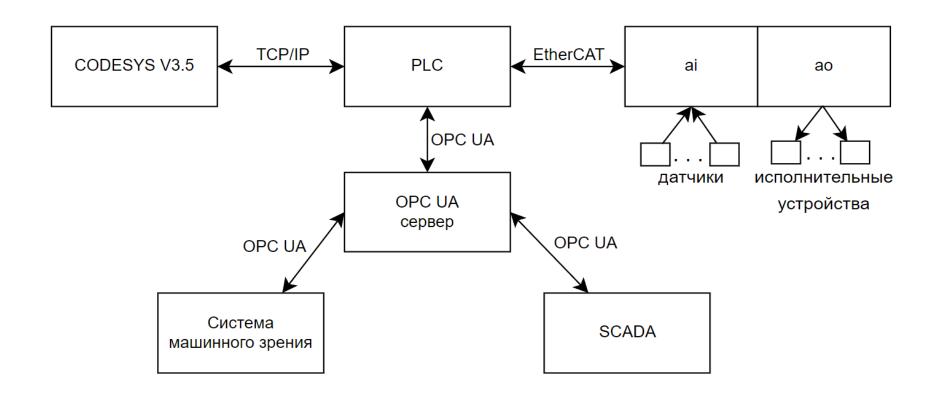
Камера MV-CS050-10GC



Светильник Unis-150

### Система управления и контроля

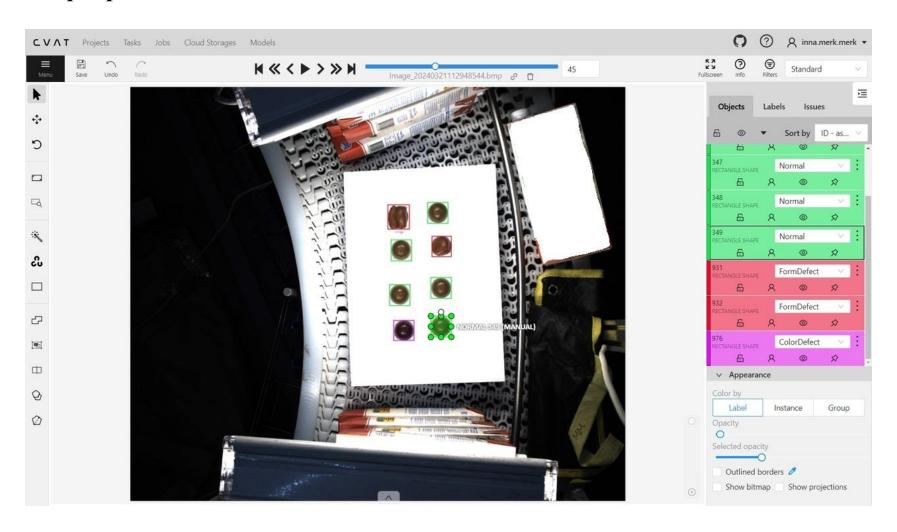




# Разработка системы детекции бракованных изделий с использованием технологий машинного зрения



#### Сбор и разметка данных



## Разработка системы детекции бракованных изделий с использованием технологий машинного зрения



#### Выбор и обучение нейронной сети

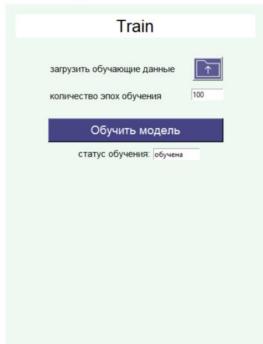
```
from ultralytics import YOLO
   # Load a model
   model = YOLO('yolov8m.pt') # load a pretrained model (recommended for training)
   # Train the model
   results = model.train(data='data/data.yaml', epochs=100, imgsz=640, model='yolov8m.pt')
                                                                                                                                                                                                              Python
New https://pypi.org/project/ultralytics/8.1.35 available 😃 Update with 'pip install -U ultralytics'
Ultralytics YOLOv8.1.15 € Python-3.11.1 torch-2.2.0+cpu CPU (AMD Ryzen 5 4600H with Radeon Graphics)
engine\trainer: task=detect, mode=train, model=yolov8m.pt, data=data/data.yaml, epochs=100, time=None, patience=50, batch=16, imgsz=640, save=True, save_period=-1, cache=False, device=None, workers=8, project=Non
WARNING:tensorflow:From C:\Users\innam\AppData\Roaming\Python\Python311\site-packages\keras\src\losses.py:2976: The name tf.losses.sparse_softmax_cross_entropy is deprecated. Please use tf.compat.v1.losses.sparse
Overriding model.yaml nc=80 with nc=3
                             params module
                                                                                   arguments
                               1392 ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                   [3, 48, 3, 2]
                              41664 ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                  [48, 96, 3, 2]
                    -1 2 111360 ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                  [96, 96, 2, True]
                                     ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                  [96, 192, 3, 2]
                             813312 ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                  [192, 192, 4, True]
                             664320 ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                  [192, 384, 3, 2]
                                     ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                  [384, 384, 4, True]
                            1991808 ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                   [384, 576, 3, 2]
                            3985920 ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                   [576, 576, 2, True]
                    -1 1 831168 ultralytics.nn.modules.block.SPPF
                                                                                  [576, 576, 5]
                                  0 torch.nn.modules.upsampling.Upsample
                                                                                   [None, 2, 'nearest']
                [-1, 6] 1
                                  0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat
                     -1 2 1993728 ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                  [960, 384, 2]
                     -1 1
                                  0 torch.nn.modules.upsampling.Upsample
                                                                                   [None, 2, 'nearest']
                [-1, 4] 1
                                   0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat
                     -1 2
                             517632 ultralytics.nn.modules.block.C2f
                                                                                  [576, 192, 2]
 16
                    -1 1 332160 ultralytics.nn.modules.conv.Conv
                                                                                  [192, 192, 3, 2]
Transferred 469/475 items from pretrained weights
TensorBoard: Start with 'tensorboard --logdir runs\detect\train2', view at http://localhost:6006/
Freezing layer 'model.22.dfl.conv.weight'
Output is truncated. View as a scrollable element or open in a text editor, Adjust cell output settings...
train: Scanning <u>D:\practice\gui_tk\data\labels\train.cache...</u> 125 images, 0 backgrounds, 0 corrupt: 100%
                                                                                                                  | 125/125 [00:00<?, ?it/s]
val: Scanning D:\practice\gui tk\data\labels\train.cache... 125 images, 0 backgrounds, 0 corrupt: 100%
                                                                                                                | 125/125 [00:00<?, ?it/s]
Plotting labels to runs\detect\train2\labels.jpg...
optimizer: 'optimizer-auto' found, ignoring 'lr0-0.01' and 'momentum-0.937' and determining best 'optimizer', 'lr0' and 'momentum' automatically...
optimizer: AdamW(1r=0.001429, momentum=0.9) with parameter groups 77 weight(decay=0.0), 84 weight(decay=0.0005), 83 bias(decay=0.0)
```

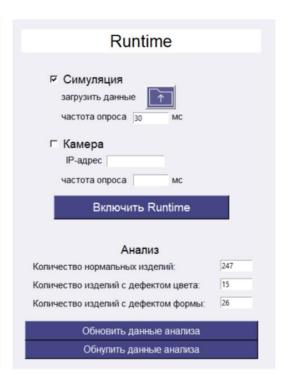
## Разработка системы детекции бракованных изделий с использованием технологий машинного зрения

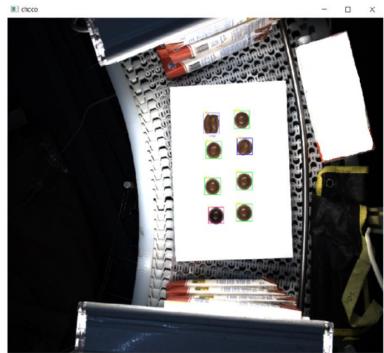


### Разработка интерфейса









# Создание модели технологического процесса отбраковки с возможностью симуляции в реальном времени



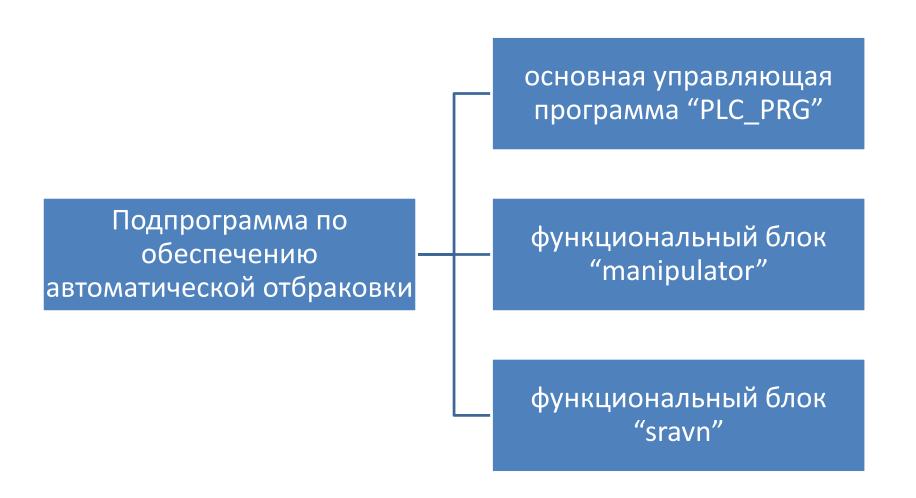




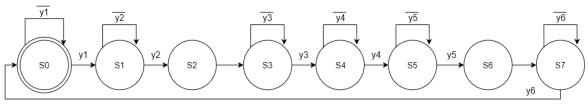
# Регулирование параметров технологического процесса происходит посредством ПИД - регуляторов

```
PROGRAM PID PRG
     VAR
         PID level: PID;
         set point level: REAL :=80;
        Kp_level: REAL:=-5;
        TN_level: REAL := -1;
        TV level: REAL := -1;
        Y_manual_level: REAL := 80;
        Y_offset_level: REAL := 0;
        Y max level: REAL := 90;
        Y min level: REAL:= 90;
12
        manual_level: BOOL := FALSE;
13
         reset_level: BOOL := false;
         overflow level: BOOL;
15
         nasos level: REAL;
         lim_level: BOOL;
                                                                    PID_level
                                                                       PID
            GVL_choco.f_Level_reg_otlivachnaia_mashina — ACTUAL
                                                                                    Y - nasos level
                                        set_point_level -- SET_POINT LIMITS_ACTIVE -- lim_level
                                               Kp_level — KP
                                                                             OVERFLOW - overflow_level
                                               TN_level — TN
                                               TV_level — TV
                                         Y_manual_level — Y MANUAL
                                         Y_offset_level - Y_OFFSET
                                            Y_min_level - Y MIN
                                            Y_max_level — Y MAX
                                           manual_level - MANUAL
                                           reset_level - RESET
```





### Функциональный блок "manipulator"

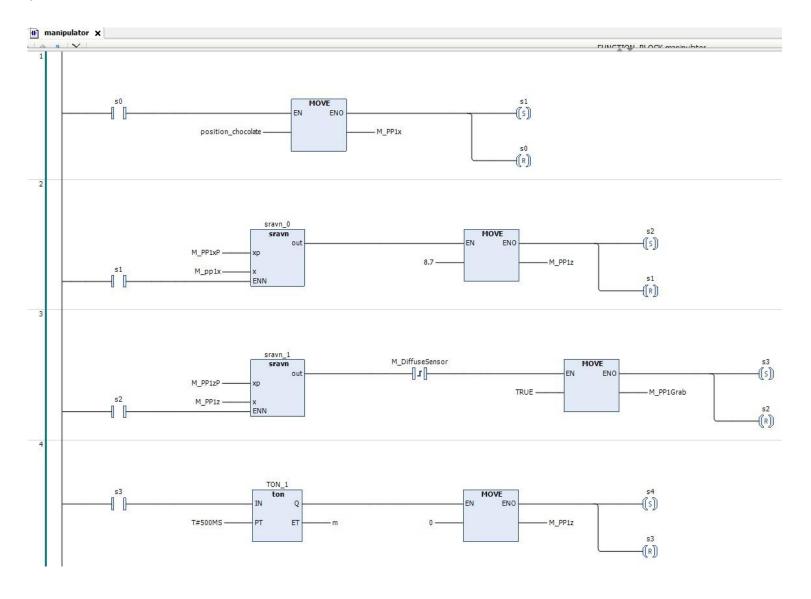


Сигнал	Состояние	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
M	PP1x	Pos_cho	Pos_cho	Pos_cho	Pos_cho	9.2	9.2	9.2	Pos_cho
M_PP1z		8.5	8.7	8.7	0	0	8.7	8.7	8.5
M_F	P1Grab	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE

F\s	s0	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7
y1	s1	_	_	_	_	_	_	_
!y1	s0	_	_	_	_	_	_	_
y2	_	s2	_	_	_	_	_	_
!y2	_	sl	_	_	_	_	_	_
1	_	_	s3	_	_	_	_	_
у3	_	_	_	s4	_	_	_	_
!y3	_	_	_	s3	_	_	_	_
у4	_	_	_	_	s5	_	_	_
!y4	_	_	_	_	s4	_	_	_
у5	_	_	_	_	_	s6	_	_
!y5	_	_	_	_	_	s5	_	_
1	_	_	_	_	_	_	s7	_
y6	_	_	_	_	_	_	_	s0
!y6	_	_	_	_	_	_	_	s7

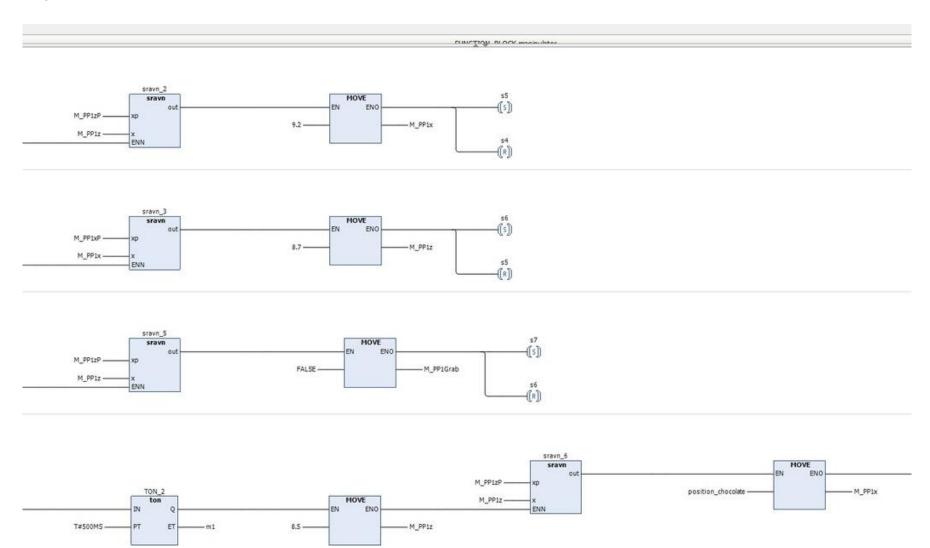


### Функциональный блок "manipulator"



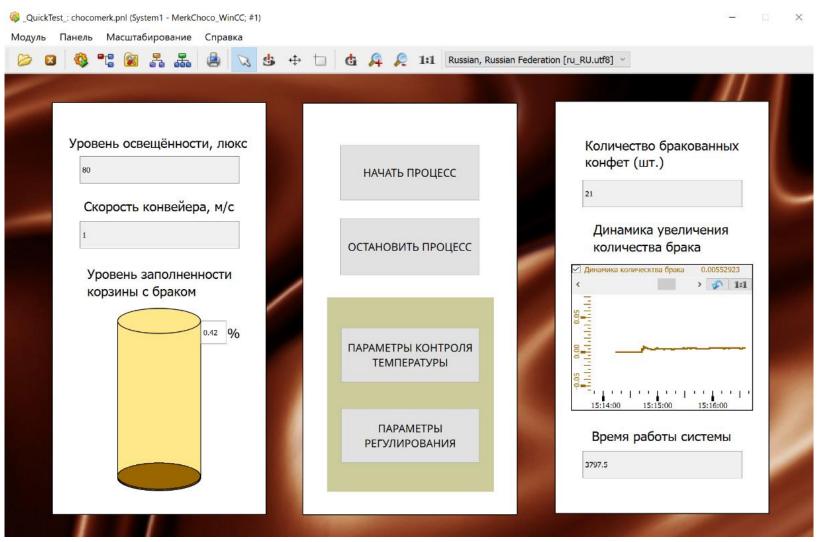


### Функциональный блок "manipulator"



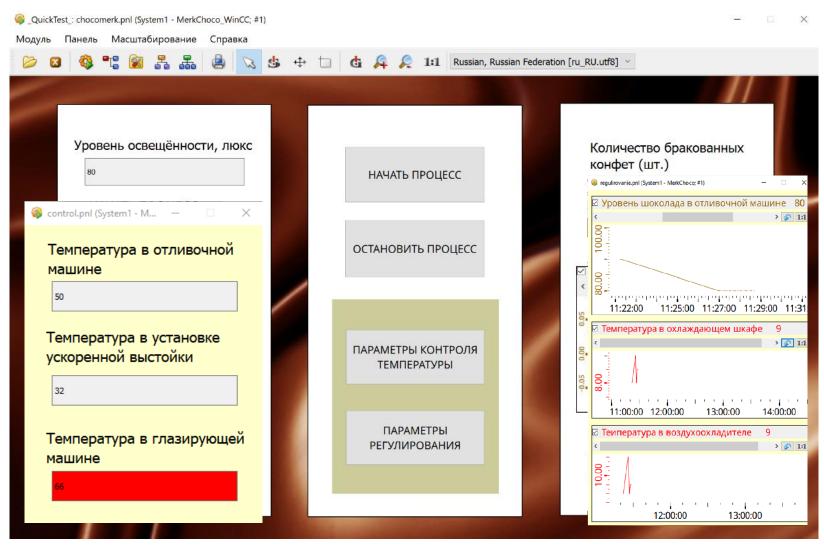
### Разработка SCADA-системы для мониторинга и управления параметрами производственного процесса





### Разработка SCADA-системы для мониторинга и управления параметрами производственного процесса

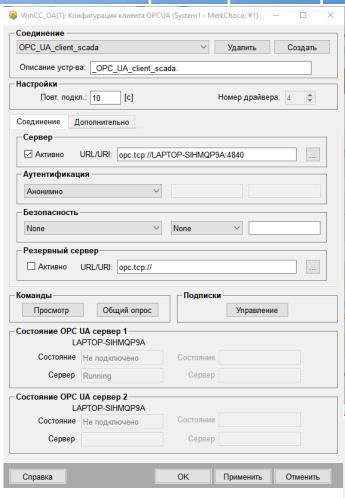


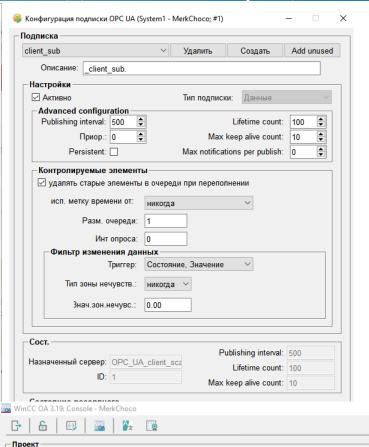


### Разработка SCADA-системы для мониторинга и управления

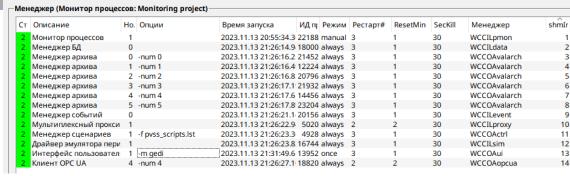
параметрами производственного процесса

MerkChoco

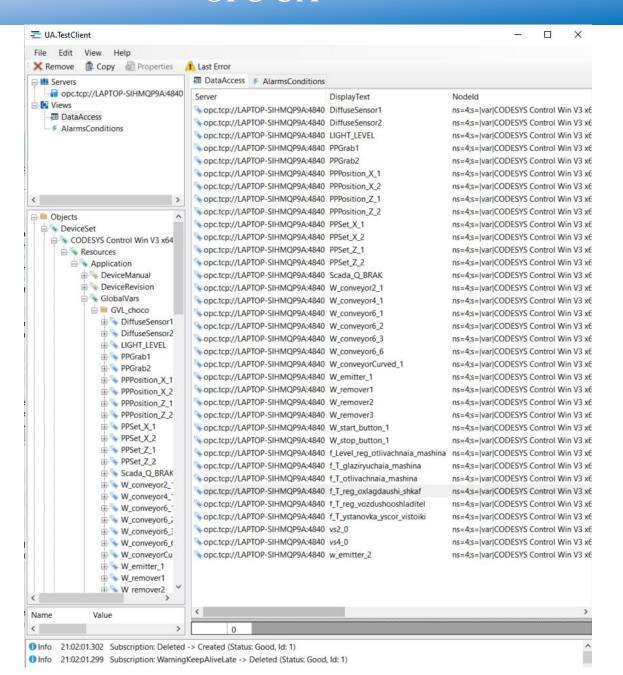




Связь с OPC UA



#### **OPC UA**





### МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Спасибо за внимание!