

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лапин Вячеслав Александрович
Должность: Директор
Дата подписания: 18.11.2025 07:50:48
Уникальный программный ключ:
df48b51be157e2f6cf8adf83bc04ff59a6aeacac

ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
УГМК



Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»
(НЧОУ ВО «ТУ УГМК»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор НЧОУ ВО «ТУ УГМК»



В.А. Лапин
(инициалы, фамилия)

2024 г.

ПРОГРАММА
повышения квалификации
«Программирование и обслуживание роботов KUKA»
(наименование программы)

Лист согласования
Программы повышения квалификации
«Программирование и обслуживание роботов KUKA»

Ф.И.О. эксперта	Должность	Дата согласования	Подпись
Медведев К.М.	Начальник отдела промышленной автоматизации ОАО «УГМК»	<u>08</u> . <u>12</u> . 2024	
Худяков П.Ю.	Заведующий кафедрой механики и автоматизации технологических процессов и производств НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»	<u>08</u> . <u>12</u> . 2024	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности:

- способность производить базовые настройки роботов KUKA в части ввода в эксплуатацию;
- способность выбирать структуру и основные компоненты роботизированных комплексов на базе оборудования KUKA;
- способность разрабатывать программы управления движением мехатронных систем на базе роботов KUKA.

1.2. Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- средства и системы промышленной автоматизации;
- средства и системы роботизированных и мехатронных систем;
- принципы разработки алгоритмов управления роботизированными комплексами.

Слушатель должен уметь:

- разрабатывать алгоритмы и программы управления роботизированными комплексами;
- отлаживать алгоритмы и производить их корректировку;

1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение

Высшее или среднее профессиональное образование в области автоматизации, электропривода или мехатроники.

1.4. Условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), инвалидами.

Реализация программы для лиц с ОВЗ проводится на основании статьи 79 Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также других действующих нормативных актов.

1.5. Программа разработана с учетом профессионального стандарта:

«Мехатроник в области промышленной автоматизации» (рег. номер 942 утвержденного Минтруда Российской Федерации от 25 мая 2021г. N 338н).

1.6. Документы о квалификации

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию по программе повышения квалификации, выдаётся удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Учебный план приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Учебный план

Наименование раздела		Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.			СРС, час	Текущий контроль (шт.)			Итоговая аттестация	
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары		РК, РГР, рефераты	КР	КП	Зачет	Экзамен
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Структура и функции роботизированной системы KUKA	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
2	Перемещения робота	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	Начальная настройка робота	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
4	Выполнение программ робота	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	Работа с файлами программ робота	6	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0
6	Создание и изменение запрограммированных движений	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
7	Распознавания столкновений	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	Использование логических функций в программах робота	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9	Применение технологических пакетов	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	Работа с переменными	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Наименование раздела		Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.			СРС, час	Текущий контроль (шт.)			Итоговая аттестация	
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары		РК, РГР, рефераты	КР	КП	Зачет	Экзамен
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Переменные объявления и	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	Эффективное программирование в KRL	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0
13	Использование функций управления выполнением программы	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0
14	Работа с контроллером более высокого уровня	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0
15	Итоговая аттестация	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Итого		32	30	0	14	16	0	0	0	0	2	0

2.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабора- торные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
1	Структура и функции роботизированной системы KUKA	2	2	0	0	2
1.1	Обзор механики робота KUKA	0,5	0	0	0	0,5
1.2	Обзор контроллера робота KR C4	0,5	0	0	0	0,5
1.3	Обзор пульта управления KUKA SmartPAD	0,5	0	0	0	0,5
1.4	Безопасность роботов	0,5	0	0	0	0,5
2	Перемещение робота	1	1	0	0	1
2.1	Чтение и интерпретация сообщений контроллера робота	0,1	0	0	0	0,1
2.2	Выбор и настройка режима работы	0,15	0	0	0	0,15
2.3	Перемещение отдельных осей робота	0,15	0	0	0	0,15
2.4	Системы координат робота	0,15				0,15
2.5	Перемещение робота в мировой (декартовой) системе координат	0,15	0	0	0	0,15
2.6	Перемещение робота в системе координат инструмента	0,15	0	0	0	0,15
2.7	Перемещение робота в системе координат базы (заготовки)	0,15	0	0	0	0,15
3	Начальная настройка робота	2	2	0	1	1
3.1	Юстировка	0,2	0	0	0	0,2
3.2	Методы юстировки робота	0,2	0	0	0	0,2
3.3	Нагрузка	0,2	0	0	0	0,2
3.4	Нагрузки на робота	0,2	0	0	0	0,2
3.5	Данные нагрузки инструмента	0,1	0	0	0	0,1
3.6	Дополнительная нагрузка на робота	0,1	0	0	0	0,1
3.7	Калибровка инструмента	0,4	0	0	0,4	0
3.8	Калибровка базы (система координат заготовки)	0,3	0	0	0,3	0
3.9	Режим ввода в эксплуатацию	0,1	0	0	0,1	0
4	Выполнение программ робота	1	1	0	0	1
4.1	Выполнение запуска инициализации	0,5	0,5	0	0	0,5
4.2	Выбор и запуск программ робота	0,5	0,5	0	0	0,5
5	Работа с файлами программ робота	6	6	0	4	2
5.1	Создание программных модулей	2,5	2,5	0	2	0,5
5.2	Редактирование программных модулей	2,5	2,5	0	2	0,5
5.3	Архивация и восстановление программ робота	0,5	0,5	0	0	0,5

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабора- торные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
5.4	Отслеживание модификаций программы и изменений состояния с помощью файла журнала	0,5	0,5	0	0	0,5
6	Создание и изменение запрограммированных движений	2	2	0	1	1
6.1	Создание новых команд движения	0,7	0,7	0	0,5	0,2
6.2	Создание движения, оптимизированного по времени цикла (движение по оси)	0,8	0,8	0	0,5	0,3
6.3	Изменение команд движения	0,5	0,5	0	0	0,5
7	Распознавания столкновений	2	2	0	1	1
7.1	Программирование движений с распознаванием столкновений	2	2	0	1	1
8	Использование логических функций в программах робота	2	2	0	1	1
8.1	Введение в логическое программирование	0,2	0,2	0	0	0,2
8.2	Программирование функций ожидания	0,5	0,5	0	0,3	0,2
8.3	Программирование простых управляющих функций	0,6	0,6	0	0,3	0,3
8.4	Программирование функций времени-расстояния	0,7	0,7	0	0,4	0,3
9	Применение технологических пакетов	1	1	0	0	1
9.1	Работа захвата с KUKA.GripperTech	0,3	0,3	0	0	0,3
9.2	Программирование захвата с KUKA.GripperTech	0,3	0,3	0	0	0,3
9.3	Настройка KUKA.GripperTech	0,2	0,2	0	0	0,2
10	Работа с переменными	1	1	0	0	1
10.1	Отображение и модификация значений переменных	0,5	0,5	0	0	0,5
10.2	Отображение состояния робота	0,5	0,5	0	0	0,5
11	Переменные и объявления	1	1	0	0	1
11.1	Управление данными в KRL	0,5	0,5	0	0	0,5
11.2	Работа с простыми типами данных	0,5	0,5	0	0	0,5
12	Эффективное программирование в KRL	3	3	0	2	1
12.1	Структура и организация программ роботов	0,3	0,3	0	0,5	0,3
12.2	Структурирование программ робота	0,3	0,3	0	0,5	0,3
12.3	Создание и вызов подпрограмм	1,4	1,4	0	1	0,4

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабора- торные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
13	Использование функций управления выполнением программы	3	3	0	2	1
13.1	Программирование условных операторов и ветвей	0,1	0,1	0	0	0,1
13.2	Программирование инструкции switch	0,1	0,1	0	0	0,1
13.3	Программирование циклов	1,1	1,1	0	1	0,1
13.4	Программирование функций ожидания	0,6	0,6	0	0,5	0,1
13.5	Функции ожидания, зависящие от времени	0,1	0,1	0	0	0,1
13.6	Функции ожидания, зависящие от сигнала	1,0	1,0	0	0,5	0,5
14	Работа с контроллером более высокого уровня	3	3	0	2	1
14.1	Подготовка к запуску программы с ПЛК	1,5	1,5	0	1	0,5
14.2	Адаптация интерфейса ПЛК (Cell.src)	1,5	1,5	0	1	0,5
15	Итоговая аттестация	2	0	0	0	0
Всего		32	30	0	14	16

2.3. Примерный календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) ¹⁾	Наименование раздела
Первый день	Структура и функции роботизированной системы KUKA. Перемещения робота. Начальная настройка робота. Выполнение программ робота.
Второй день	Выполнение программ робота. Работа с файлами программ робота. Создание и изменение запрограммированных движений. Распознавания столкновений.
Третий день	Распознавания столкновений. Использование логических функций в программах робота. Применение технологических пакетов. Работа с переменными. Переменные и объявления. Эффективное программирование в KRL.
Четвертый день	Использование функций управления выполнением программы. Работа с контроллером более высокого уровня. Итоговая аттестация
¹⁾ Даты обучения будут определены при наборе группы на обучение	

2.4. Рабочие программы разделов

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
1.1	—	—	Обзор механики робота KUKA (0,5)	—
1.2	—	—	Обзор контроллера робота KR C4 (0,5)	—
1.3	—	—	Обзор пульта управления KUKA SmartPAD (0,5)	—
1.4	—	—	Безопасность роботов (0,5)	—
2.1	—	—	Чтение и интерпретация сообщений контроллера робота (0,1)	—
2.2	—	—	Выбор и настройка режима работы (0,15)	—
2.3	—	—	Перемещение отдельных осей робота (0,15)	—
2.4	—	—	Системы координат робота (0,15)	—
2.5	—	—	Перемещение робота в мировой (декартовой) системе координат (0,15)	—
2.6	—	—	Перемещение робота в системе координат инструмента (0,15)	—
2.7	—	—	Перемещение робота в системе координат базы (заготовки) (0,15)	—
3.1	—	—	Юстировка (0,2)	—
3.2	—	—	Методы юстировки робота (0,2)	—
3.3	—	—	Нагрузка (0,2)	—
3.4	—	—	Нагрузки на робота (0,2)	—
3.5	—	—	Данные нагрузки инструмента (0,1)	—
3.6	—	—	Дополнительная нагрузка на робота (0,1)	—
3.7	—	Калибровка инструмента (0,4)	—	—
3.8	—	Калибровка базы (система координат заготовки) (0,3)	—	—
3.9	—	Режим ввода в эксплуатацию (0,1)	—	—
4.1	—	—	Выполнение запуска инициализации (0,5)	—
4.2	—	—	Выбор и запуск программ робота (0,5)	—
5.1	—	Создание программных модулей (2)	Создание программных модулей (0,5)	—

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
5.2	—	Редактирование программных модулей (2)	Редактирование программных модулей (0,5)	—
5.3	—	—	Архивация и восстановление программ робота (0,5)	—
5.4	—	—	Отслеживание модификаций программы и изменений состояния с помощью файла журнала (0,5)	—
6.1	—	Создание новых команд движения (0,5)	Создание новых команд движения (0,2)	—
6.2	—	Создание движения, оптимизированного по времени цикла (движение по оси) (0,5)	Создание движения, оптимизированного по времени цикла (движение по оси) (0,3)	—
6.3	—	—	Изменение команд движения (0,5)	—
7.1	—	Программирование движений с распознаванием столкновений (1)	Программирование движений с распознаванием столкновений (1)	—
8.1	—	—	Введение в логическое программирование (0,2)	—
8.2	—	Программирование функций ожидания (0,3)	Программирование функций ожидания (0,2)	—
8.3	—	Программирование простых управляющих функций (0,3)	Программирование простых управляющих функций (0,3)	—
8.4	—	Программирование функций времени-расстояния (0,4)	Программирование функций времени-расстояния (0,3)	—
9.1	—	—	Работа захвата с KUKA.GripperTech (0,3)	—
9.2	—	—	Программирование захвата с KUKA.GripperTech (0,3)	—
9.3	—	—	Настройка KUKA.GripperTech (0,2)	—
10.1	—	—	Отображение и модификация значений переменных (0,5)	—
10.2	—	—	Отображение состояния робота (0,5)	—
11.1	—	—	Управление данными в KRL (0,5)	—

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
11.2	–	–	Работа с простыми типами данных (0,5)	–
12.1	–	Структура и организация программ роботов (0,5)	Структура и организация программ роботов (0,3)	–
12.2	–	Структурирование программ робота (0,5)	Структурирование программ робота (0,3)	–
12.3	–	Создание и вызов подпрограмм (1)	Создание и вызов подпрограмм (0,4)	–
13.1	–	–	Программирование условных операторов и ветвей (0,1)	–
13.2	–	–	Программирование инструкции switch (0,1)	–
13.3	–	Программирование циклов (1)	Программирование циклов (0,1)	–
13.4	–	Программирование функций ожидания (0,5)	Программирование функций ожидания (0,1)	–
13.5	–	–	Функции ожидания, зависящие от времени (0,1)	–
13.6	–	Функции ожидания, зависящие от сигнала (0,5)	Функции ожидания, зависящие от сигнала (0,5)	–
14.1	–	Подготовка к запуску программы с ПЛК (1)	Подготовка к запуску программы с ПЛК (0,5)	–
14.2	–	Адаптация интерфейса ПЛК (Cell.src) (1)	Адаптация интерфейса ПЛК (Cell.src) (0,5)	–

2.5. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

2.5.1. Форма итоговой аттестации

Итоговая аттестация проводится в форме выполнения комплексного практического задания (Приложение 1).

2.5.2. Оценочные материалы

Критерии оценки уровня освоения программы.

- Минимальный уровень – соответствует оценке «удовлетворительно» и обязательный для всех слушателей по завершении освоения программы обучения.

- Базовый уровень – соответствует оценке «хорошо» и характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции.

- Повышенный уровень – соответствует оценке «отлично» и характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции, важен как качественный ориентир для самосовершенствования.

Оценка «зачтено» соответствует одному из уровней сформированности компетенций: минимальный, базовый, повышенный.

Оценка «не зачтено» ставится слушателю, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

2.5.3. Методические материалы:

1. Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в Негосударственном частном образовательном учреждении высшего образования «Технический университет УГМК»

2. Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

3. Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лаборатория АСУ Технического университета УГМК	Практические занятия	Мультимедийное оборудование, компьютеры. Компьютер с установленным программным обеспечением ПО Siemens Simatic TIA Portal v 15 и KUKA.WorkVisual. Учебный стенд с контроллером S7-1200 и роботом KUKA.

3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Кисельников, А. Ю. Программирование ПТК Siemens и ПТК Vipa в программных пакетах Step7, WinCC и PCS7: учебно-методическое пособие / А. Ю. Кисельников, П. Ю. Худяков, А. Ю. Жеребчиков; [научный редактор Н. А. Акифьева]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. — 83, [1] с. — ISBN 978-5-7996-1816-2.

3.3. Кадровые условия

Кадровое обеспечение программы осуществляют практики, имеющие опыт в области автоматизации технологических процессов и производств.

4. РУКОВОДИТЕЛЬ И СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Руководитель программы: *Ситдикова Юлия Раифовна*, ведущий специалист управления дополнительного профессионального образования НЧОУ ВО «Технический университет УГМК».

Составитель программы: *Худяков Павел Юрьевич*, заведующий кафедрой механики и автоматизации технологических процессов и производств НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», кандидат физико-математических наук.

Комплексное практическое задание

1. В соответствии со структурой и описанием алгоритма разработать перечень сигналов в табличном виде с указанием типа сигнала и диапазона значений. Пример перечня приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример перечня сигналов

№	Наименование сигнала	Тип сигнала	Диапазон	Примечание
1	Уровень воды в баке	AI	4–20мА 5–5,5 м	
2	Концевой выключатель открытия привода задвижки	DI	=24В	

2. Разработать исходный код на ST (SCL для Siemens) следующих блоков алгоритма регулирования: блок динамической автобалансировки, блок интегрального задатчика.

3. Реализовать алгоритм на одном из языков программирования в любой из удобных сред программирования ПЛК.

Методические указания к выполнению задания

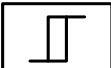
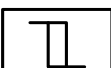
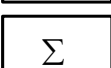
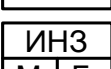
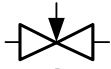
1. Описание регулятора

В данном задании работе рассматривается в качестве примера регулятор температуры масла на смазку (РТМС) MMAV40DT001 (символьное обозначение контура регулирования). Структурная схема регулятора представлена на рисунке 1. Перечень условных обозначение приведен в таблице 2.

РТМС предназначен для поддержания заданной температуры масла на смазку подшипников турбины за маслоохладителями путем воздействия на регулирующий клапан (РК) на отводе охлаждающей воды от маслоохладителей турбины (МРСВ70АА801).

На РТМС, реализованный на ПД-алгоритме, поступают усредненный сигнал по температуре масла на смазку подшипников (MMAV40FT301), продифференцированный сигнал отрицательной обратной связи по положению РК на отводе охлаждающей воды от маслоохладителей турбины (МРСВ70АА801) и сигнал от ручного задатчика.

Таблица 2 – Перечень условных обозначений контура регулирования

Обозначение	Наименование
	ПД - преобразователь с выходом в виде скважности импульсов
	Дифференциатор
	Сравнение с уставкой на повышение параметра
	Сравнение с уставкой на понижение параметра
	Сумматор
	Интегрирующий задатчик
	Блок ручного управления регулятора с импульсным выходом скважности: УП - указатель положения исполнительного механизма; А, Д - положение переключателя режима “Автомат”, “Дистанция”; М, Б - органы ручного управления исполнительным механизмом “меньше”, “больше”
	Переключатель аналогового сигнала. На всех схемах показано положение переключателя при наличии управляющего сигнала
	Динамическая автобалансировка
	Статическая автобалансировка
	Усилитель мощности для управления приводом регулирующего органа регулятора
	Датчик положения исполнительного механизма
	Параметр
	Логический элемент “И”
	Логический элемент “ИЛИ”
	Нелинейный элемент
	Аналоговый сигнал
	Дискретный сигнал
	Блок выделения максимума
	Регулирующий клапан
	Сигнализация на ПТК

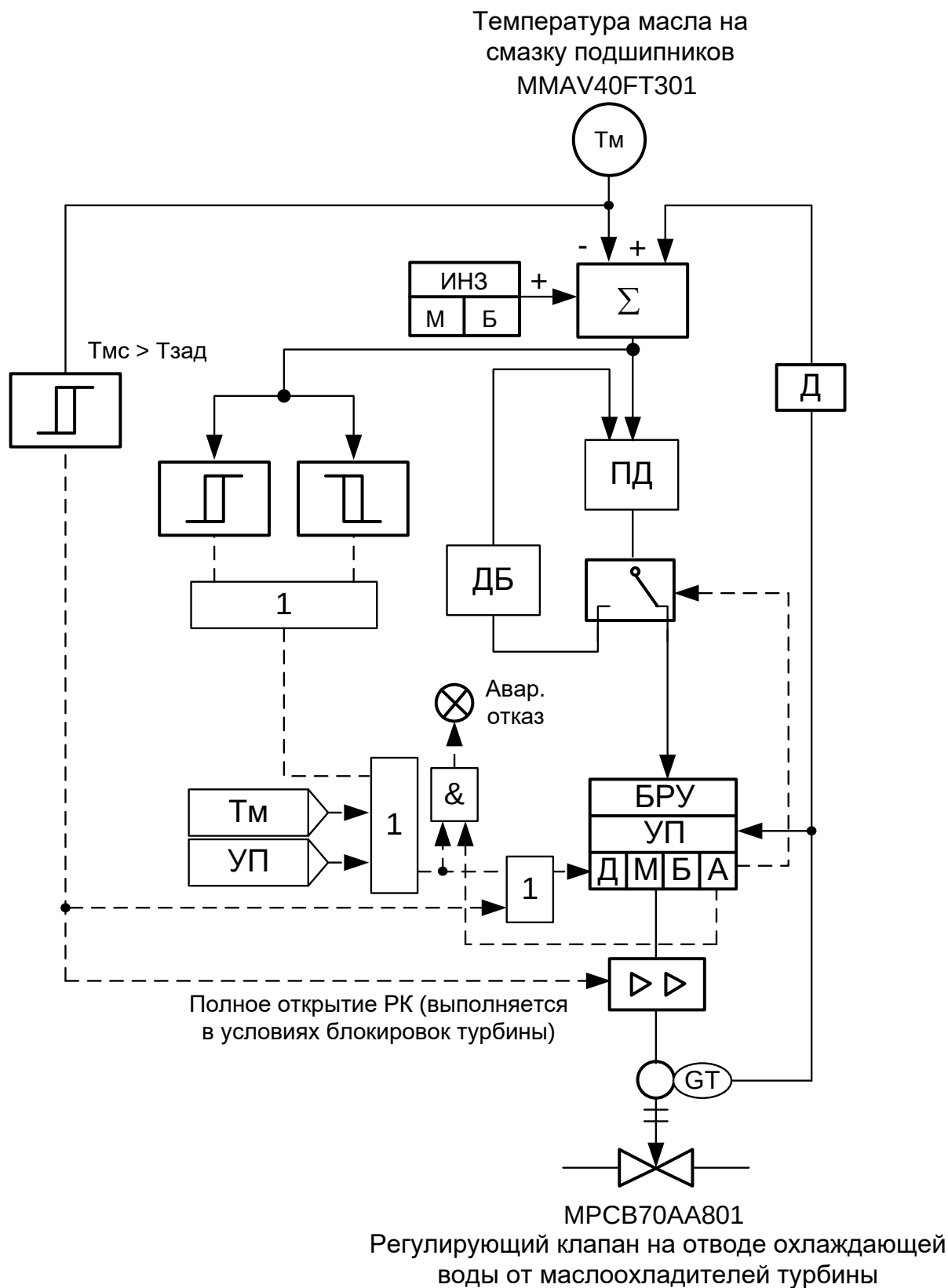


Рисунок 1 – Алгоритм автоматического регулирования. Регулятор температуры масла на смазку (РТМС)

Предусмотрен перевод РТМС в режим «Дистанция» при повышении температуры масла выше заданного значения с включением динамического автобаланса и полное открытие РК (открытие выполняется в алгоритмах блокировок турбины).

При недостоверности сигнала по температуре масла на смазку, срабатывании «сторожа» или неисправности РО РТМС переводится в режим «Дистанция» с выдачей технологического сигнала на АРМ оператора «РТМС аварийно отключен».

После формализации перечня сигналов, разработку алгоритма следует начать с блока ручного управления. Регулирующий клапан рассматриваем как МЭО с двумя дискретными сигналами управления «больше» и «меньше».

Фактически блок БРУ представляет из себя позиционер с возможностью перевода в ручное управление.

В качестве регулятора можно использовать типовой ПД регулятор с аналоговым выходом, но при этом сумматор выносится из регулятора для получения сигнала рассогласования.

Дискретная логика делается на любом из языков (LAD или FBD).

Работа оформляется в виде текстового документа, содержащего описание и экранное изображение алгоритмов.