



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра ИТАС



# **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на соискание академической степени бакалавра  
на тему

**«Автоматизированная система управления  
движением колёсного робота.»**

Выполнил: ЭВТ-11бз Брюханов В.П.

Руководитель ВКР:

к.т.н., доцента, Курушин Д.С.

Консультант по предметной области:

к.т.н., доцента, Курушин Д.С.

Пермь - 2016



# Цель и задачи



**Цель работы:** разработать автоматизированную систему управления движением колесного робота, основанную на наборе регуляторов, обеспечивающих перемещение МРК в заданном режиме.

**Задачи работы:**

1. Идентифицировать задачи, которые должны решать регуляторы
2. Идентифицировать режимы, которые будут решать задачу передвижения МРК (мобильного роботизированного комплекса) при помощи тягового двигателя и тормозных усилий колес
3. Выбрать типы регуляторов, которые обеспечат работу режимов
4. Выбрать метод поиска оптимальных коэффициентов регуляторов
5. Описать режимы регулирования, объекты управления, протекание отдельного цикла регулирования
6. Экспериментально установить величины, необходимые для разработки регулятора и рассчитать первичные коэффициенты регуляторов
7. Оптимизировать коэффициенты регуляторов
8. Реализовать режимы регулирования движения МРК (мобильного роботизированного комплекса)

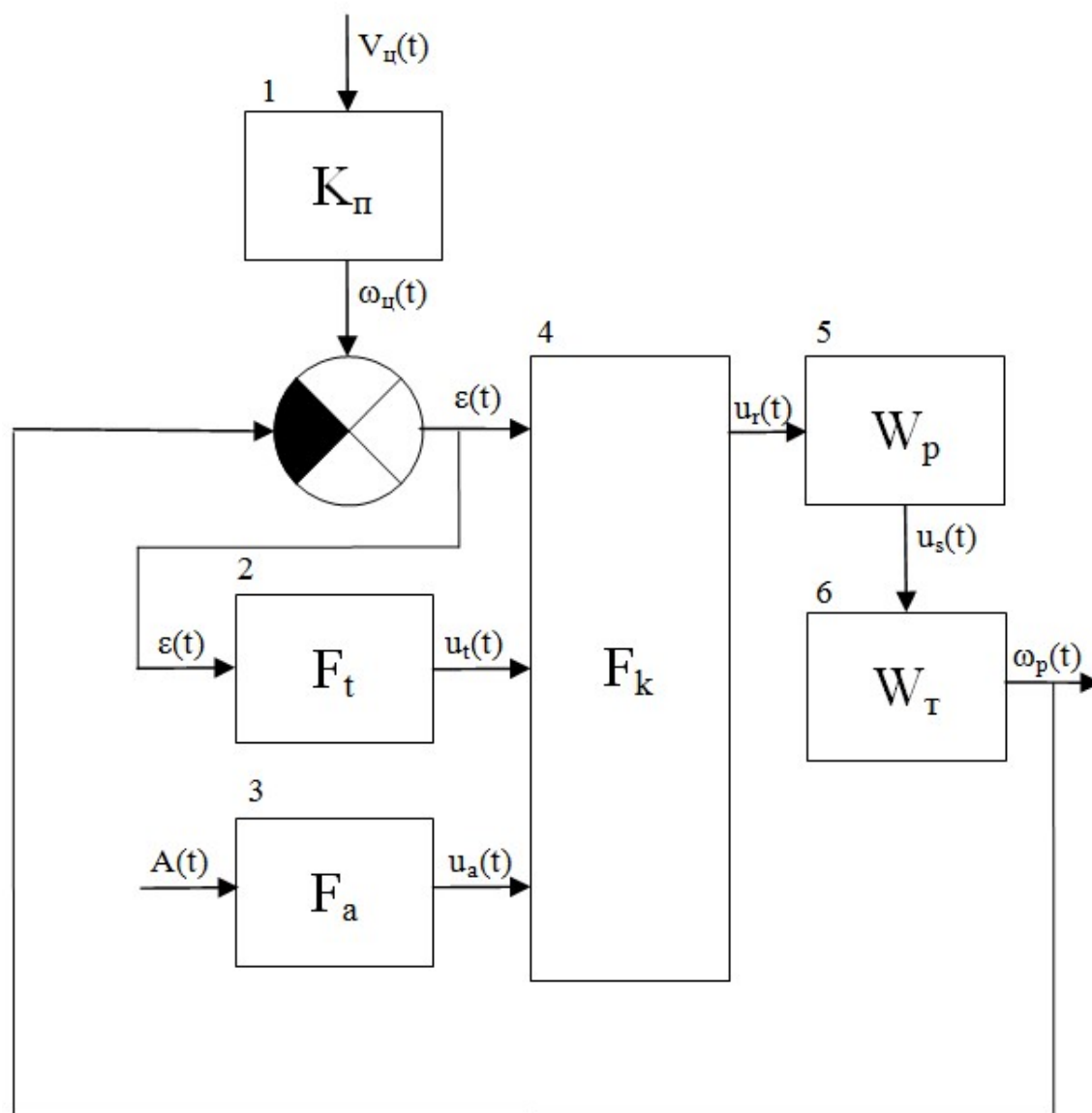
# Структурная схема ПО МРК (фрагмент)



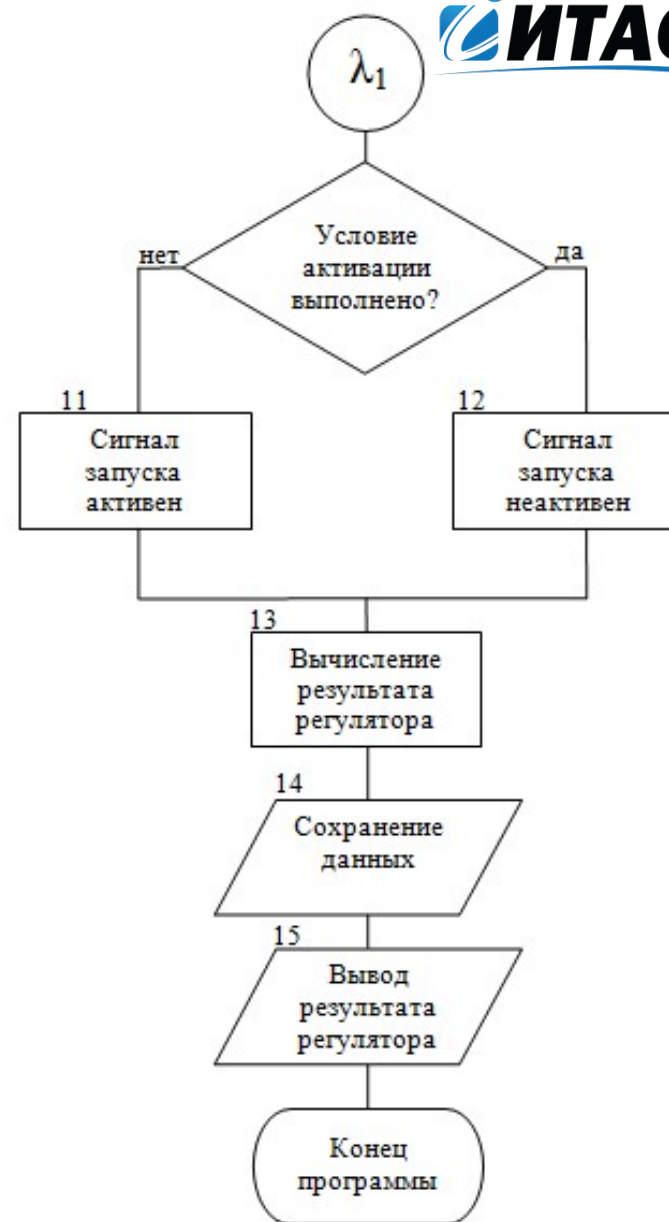
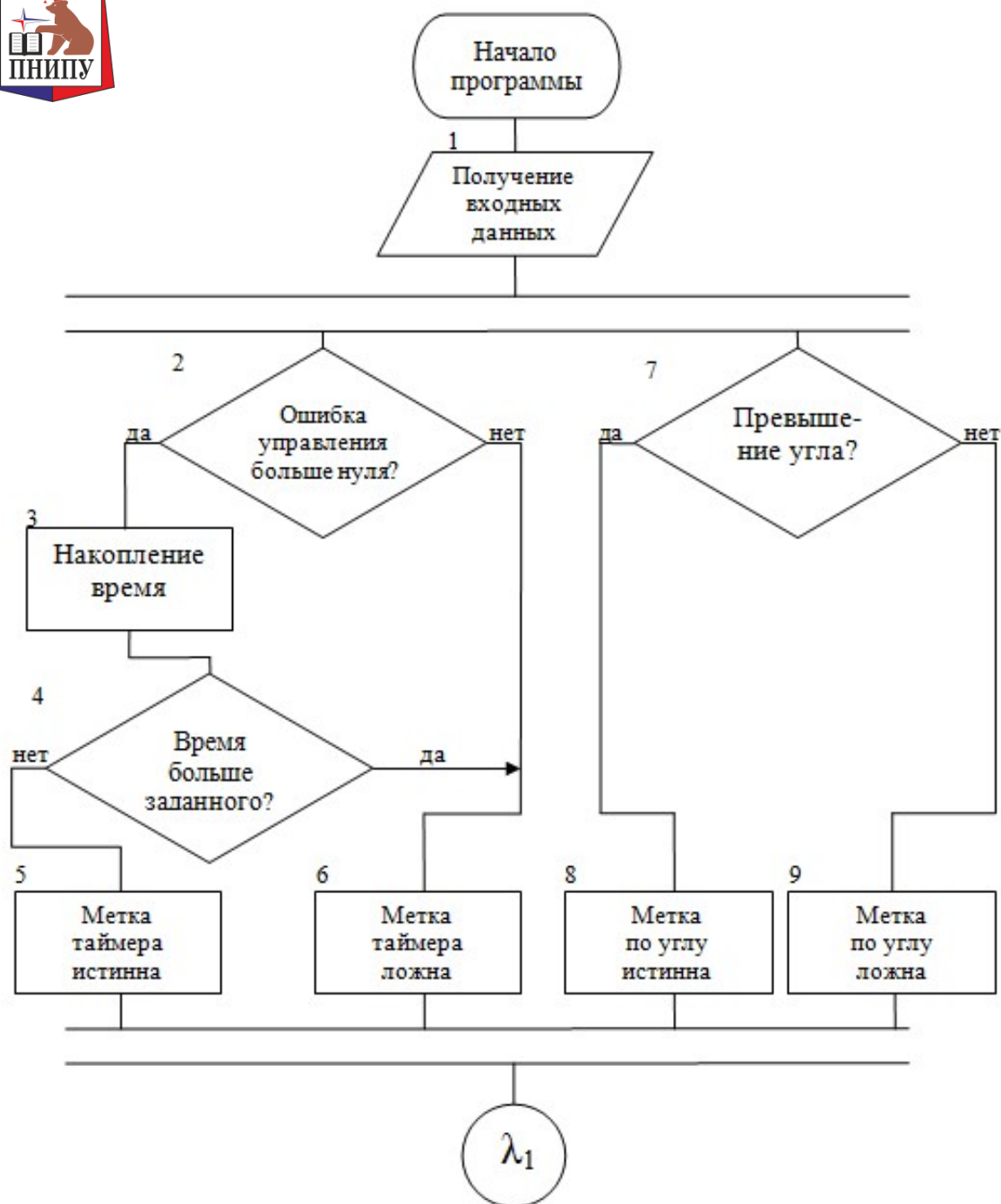
# Функциональная схема ПО МРК (фрагмент)



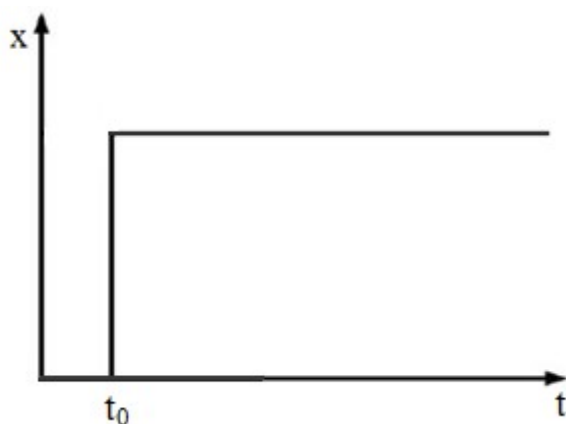
# Схема АСУ «остановка»



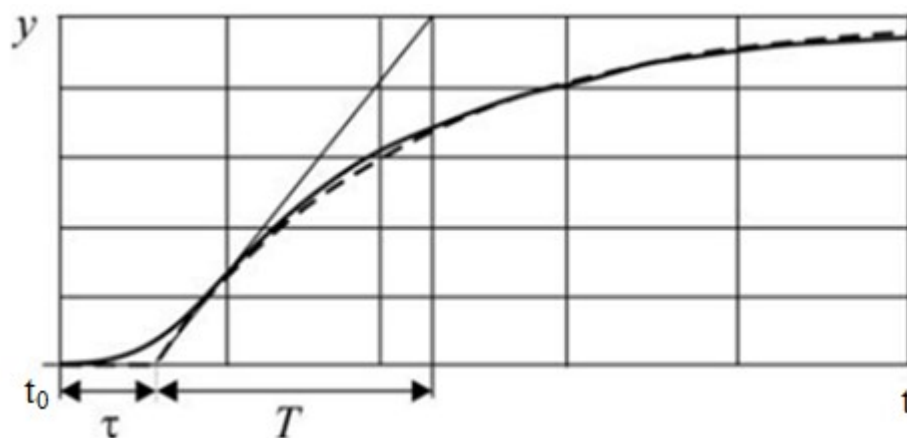
$K_{\Pi}$  – преобразование линейной скорости в угловую  
 $F_t$  – таймер  
 $F_a$  – контроль угла наклона  
 $F_k$  – проверка условий активации тормоза  
 $W_p$  – регулятор  
 $W_T$  – тормозная система и колеса  
 $\omega_{\Pi}(t)$  и  $\omega_p(t)$  – целевая и реальная угловая скорость колес  
 $\varepsilon(t)$  – ошибка  
 $A(t)$  – угол наклона  
 $u_t(t)$  – сигнал таймера  
 $u_a(t)$  – сигнал угла  
 $u_r(t)$  – сигнал активации тормоза  
 $u_s(t)$  – управляющий сигнал регулятора



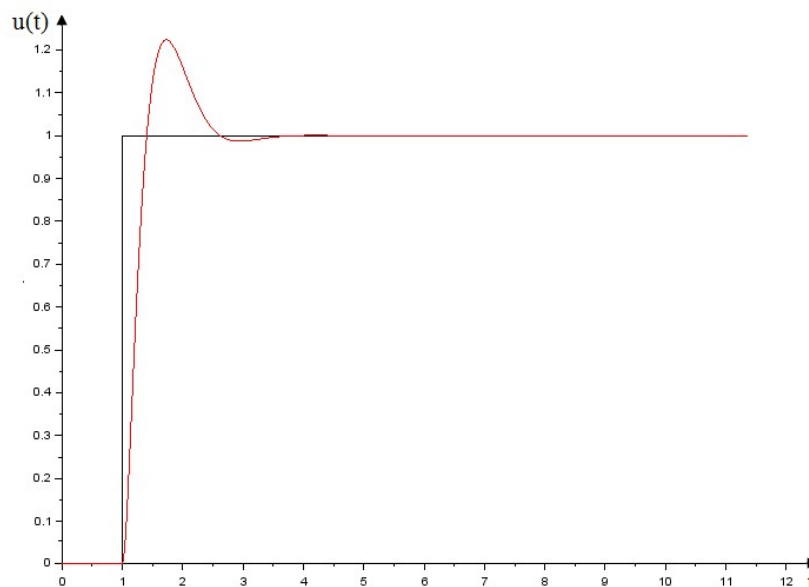
## Метод Цинглера-Никольса (с реакцией объекта на ступенчатое воздействие)



	$k_{\pi}$	$k_{\text{и}}$	$k_{\text{д}}$
П-регулятор	$\frac{T}{k\tau}$		
ПИ-регулятор	$0,9 \frac{k}{\tau}$	$0,3 \frac{T}{k\tau^2}$	
ПИД-регулятор	$1,2 \frac{T}{k\tau}$	$0,6 \frac{T}{k\tau^2}$	$0,6 \frac{T}{k}$



$$W(s) = \frac{k}{Ts+1} e^{-\tau s}$$

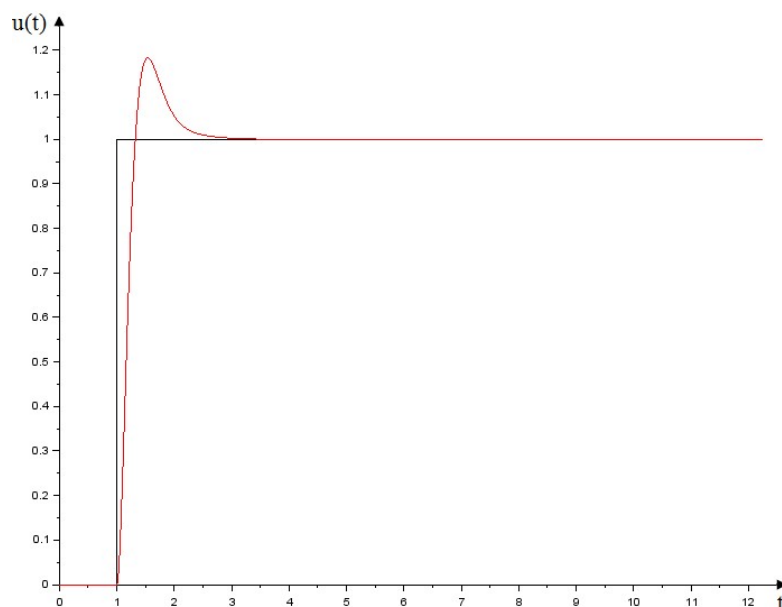


Выходной сигнал при  
начальных значениях

$$K_p = 97$$

$$K_i = 242$$

$$K_d = 9,7$$



Выходной сигнал при  
новых значениях

$$K_p = 120$$

$$K_i = 242$$

$$K_d = 5$$





# Внутренний протокол МРК



```
# список команд применимых к шасси
# получаем текущую скорость
cmd_get_speed = 'http://iisu/orientation/speed'
# получаем текущее положение
cmd_get_orientation = 'http://iisu/orientation/get'
# остановка робота с включением тормозов
cmd_engine_stop = 'http://iisu/engine/stop'
#установить направление и скорость
cmd_move_set_acc_steer = 'http://iisu/move/set_acc_steer'
#параметры, передаваемые в команде
prm_move_set_acc_steer = "req_acc_pos=%i&rgt_brk=%i&lgt_brk=%i&req_str_pos=%i"
#возвращает состояние
cmd_get_state = 'http://iisu/state'
#текущее значение желаемой скорости
cmd_get_accpos = 'http://iisu/engine/get_pos'
# Пример запроса, с использованием протокола
def get_acc_pos(self):
    while not self.end:
        try:
            _ = get_json_url_to_dict(cmd_get_accpos)
            if _['ok']:
                self.Acceleration.pos1 = _['currentAccelPos']
            else:
                self.Acceleration.pos1 = None
        except KeyError:
            self.Acceleration.pos1 = None
        sleep(0.3)
```





# Заключение



Разработана автоматизированная система управления движением колесного робота, основанная на наборе регуляторов, обеспечивающих перемещение МРК в заданном режиме.

Были выполнены задачи:

1. Идентифицированы задачи, которые должны решать регуляторы
2. Идентифицированы режимы, которые будут решать задачу передвижения МРК при помощи тягового двигателя и тормозных усилий колес
3. Выбраны типы регуляторов, которые обеспечат работу режимов
4. Выбран метод поиска оптимальных коэффициентов регуляторов
5. Описаны режимы регулирования, объекты управления, протекание отдельного цикла регулирования
6. Экспериментально установлены величины, необходимые для разработки регулятора и рассчитаны первичные коэффициенты регуляторов
7. Оптимизированы коэффициенты регуляторов
8. Реализованы режимы регулирования движения МРК

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Брюханов Валентин Павлович  
тел.: +79026389706  
e-mail: [medvezjut83@gmail.com](mailto:medvezjut83@gmail.com)