

Тема ВКР

Методология проектирования
специального программного обеспечения АСУ ТП
типовых дожимных насосных станций
транспортировки сырой нефти с применением
интегрированных сред моделирования

Работу выполнил магистрант группы АТП-17-1м

Д.В. Боталов

Объект исследования – процесс проектирования программного обеспечения АСУ ТП

Предмет исследования – методы, модели и алгоритмы разработки программного обеспечения АСУ ТП

Цель исследования

разработка метода, моделей и алгоритмов проектирования программного обеспечения АСУ ТП в нефтегазовой отрасли на основе применения библиотек создаваемых программных модулей объектов проектирования, приводящих к сокращению сроков проектирования.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи

1. Оценка степени проработанности темы исследования на основе анализа литературных источников и процесса проектирования;
- 2 . Анализ этапов жизненного цикла специального программного обеспечения АСУ ТП с выявлением наиболее вероятных мест и источников возникновения ошибок;

3. Разработка методики проведения исследования по созданию программных модулей с применением пакета SimInTech;
4. Разработка программных блоков с заполнением библиотеки среды динамического проектирования SimInTech;
5. Исследование и оценка результатов НИР (на примере разработки модели автоматизированной системы управления типовой дожимной насосной станцией с оптимизацией параметров программных решений);

Научная новизна предлагаемого решения

Разработан метод индустриального проектирования специального ПО АСУ ТП, отличающийся тем, что исключены промежуточные стадии проектирования в сравнении с каноническим (ручным) методом проектирования, за счет этого достигается эффект в виде снижения вероятности ошибки:

$$P_{АС} = 0,92 \cdot P_{НИР} \cdot 0,70 \cdot P_{ИП} \cdot 0,71 \cdot P_{ПП}$$

Нормативная документация

ГОСТ 34.601-90 – Автоматизированные системы.

Стадии создания;

ГОСТ 19.102-77 – Единая система программной документации. Стадии разработки

Основные стадии проектирования при каноническом методе разработки ПО

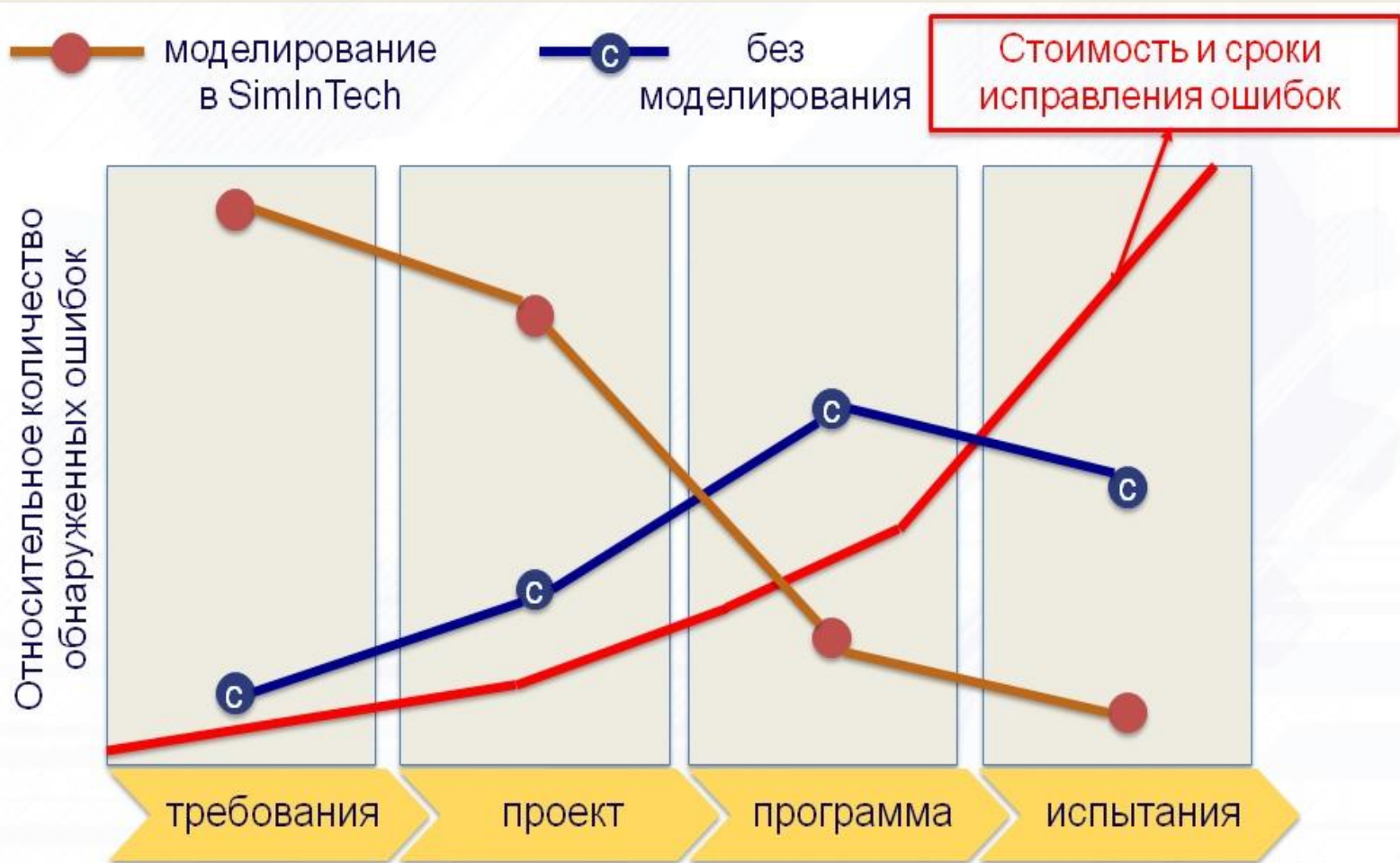
№	Стадии проектирования
1	Научная исследовательская работа
2	Разработка эскизного проекта
3	Разработка технического проекта
4	Разработка программы
5	Испытания программы
6	Подготовка и передача программы

Основные виды ошибок при проектировании ПО

№	Виды ошибок
1	Научной исследовательской работы
2	Моделирования ПО
3	Вычислений
4	Управления потоком
5	Передачи и интерпретации данных
6	Перегрузки
7	Тестирования

Зависимость стоимости и сроков от стадии проектирования ПО

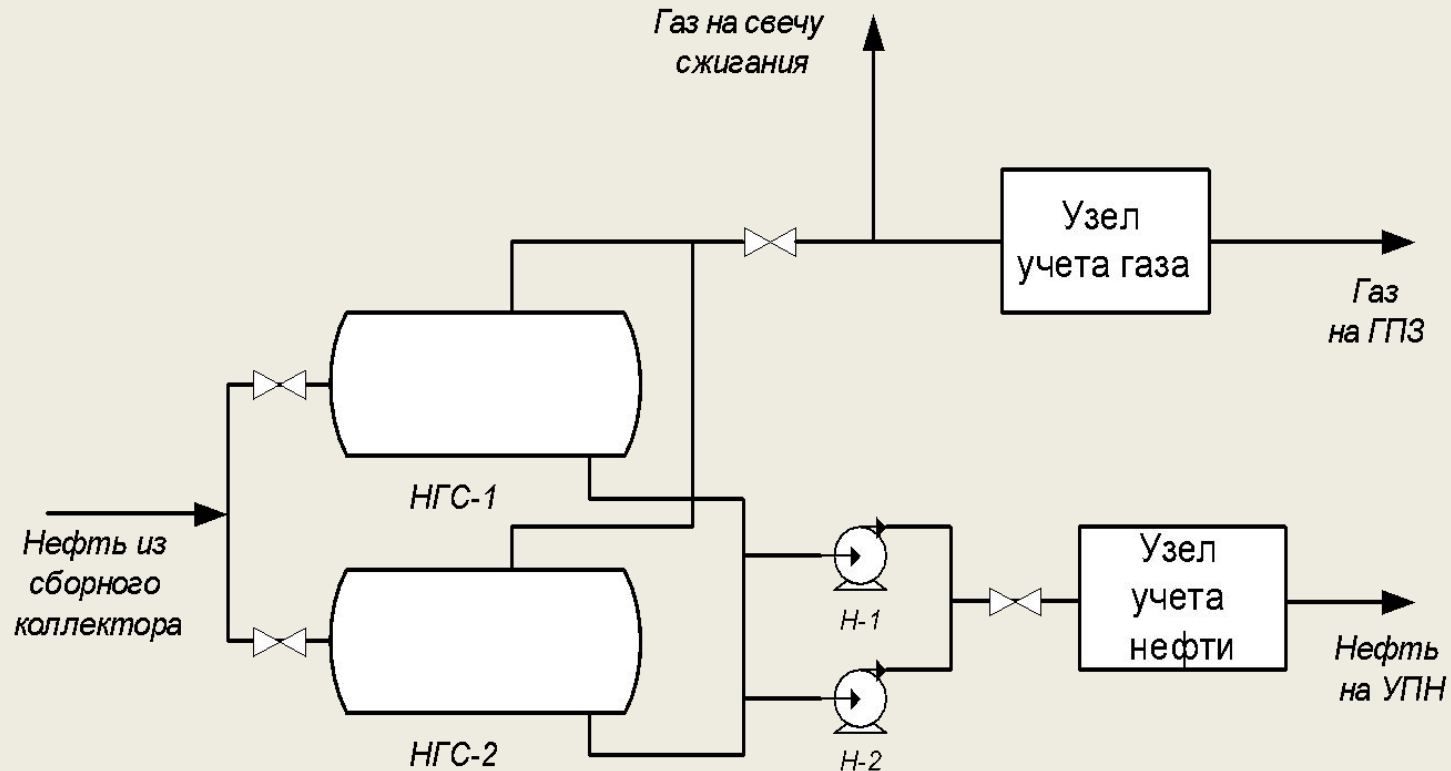
(по данным ООО «3В Сервис»)



Примеры программных средств математического моделирования

1. **MATLAB** – программная среда математических расчетов, моделирования, визуализации результатов (США);
2. **CoDeSys** – программная среда моделирования специального ПО (Германия);
3. **VisSim** – программная среда моделирования специального ПО (США);
4. **LabVIEW** – программная среда моделирования специального ПО (США);
5. **SimInTech** – программная среда математического моделирования, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для программируемых контроллеров и графических дисплеев (Россия).

Типовая схема ДНС



НГС-1, НГС-2 – нефтегазовые сепараторы;
Н-1, Н-2 – центробежные секционные насосы;
ГПЗ – газоперерабатывающий завод;
УПН – установка подготовки нефти

Математическое обеспечение блока узла учета газа

Расчет рассогласования

$$\bar{y}(t) = \bar{u}_1(t) - \bar{u}_2(t)$$

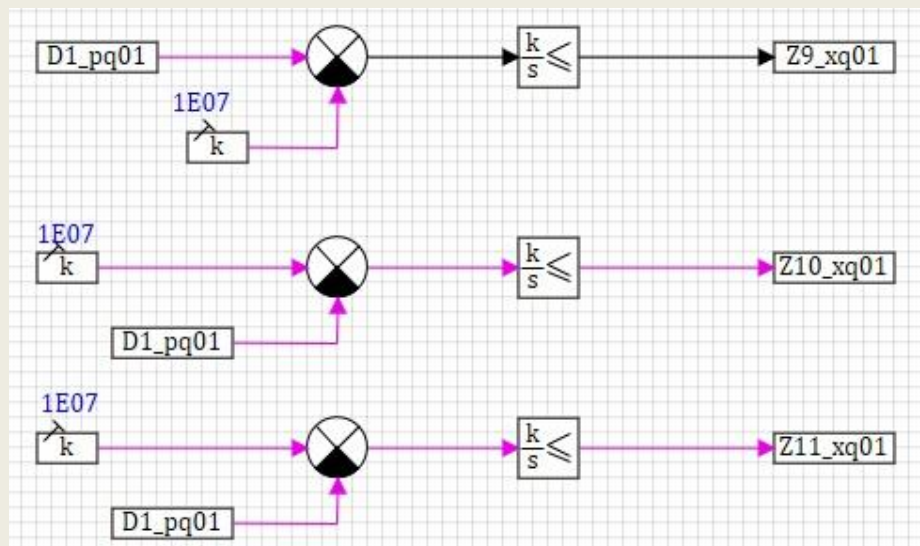
Расчет управляющего сигнала

$$y'_i(t) = k_i x_i(t)$$

Ограничения для значений выходного сигнала

$$y_{\min} \leq y_i(t) \leq y_{\max}$$

Фрагмент программы в среде SimInTech

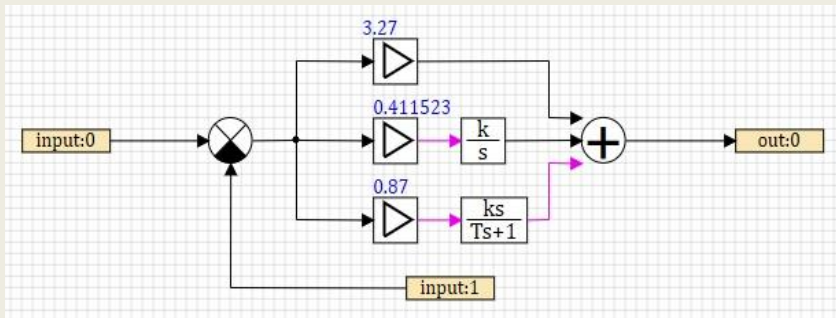


Математическое обеспечение блока ЦНС

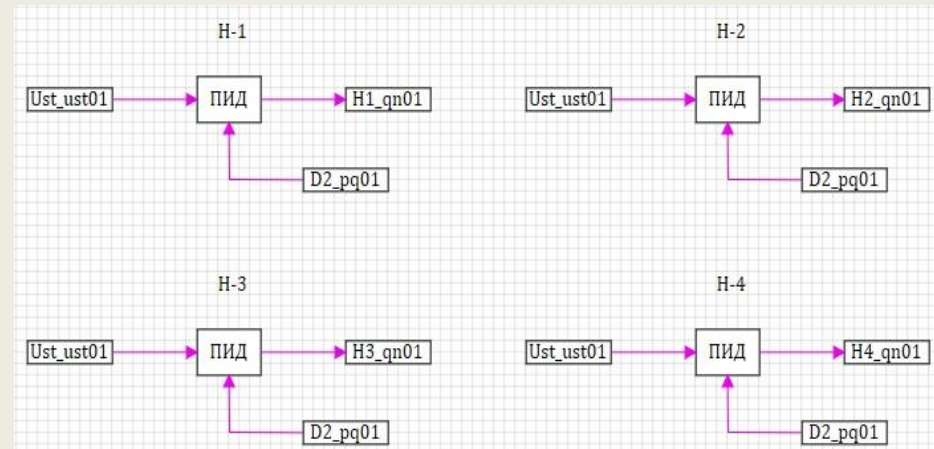
Уравнение ПИД-регулятора

$$u = K_{\text{П}} \cdot e(t) + K_{\text{И}} \int e(t) dt + K_{\text{Д}} \frac{de(t)}{dt}$$

Фрагмент программы блока ПИД
в среде SimInTech



Фрагмент программы блока ЦНС
в среде SimInTech



Проверка работоспособности ПИД-модели по настройкам В.Я. Ротача

Схема ОУ Simulink

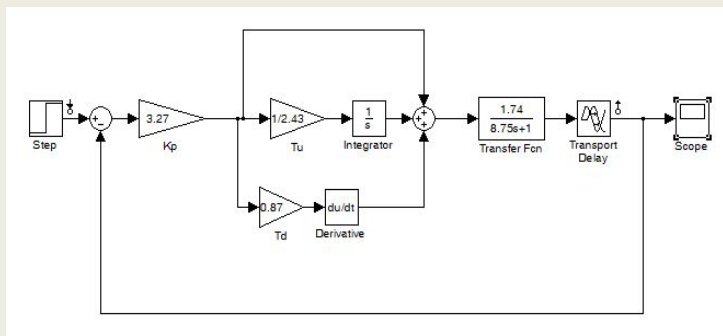


Схема ОУ SimInTech

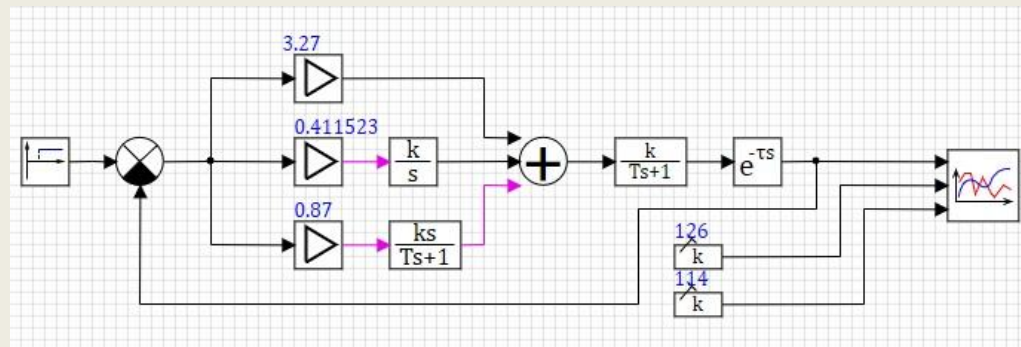


График выхода на режим

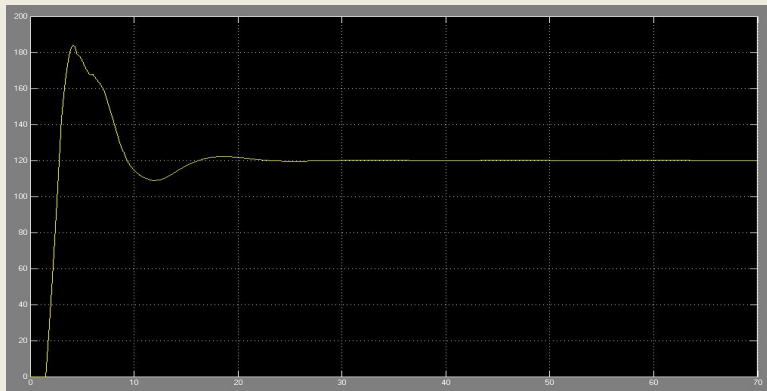
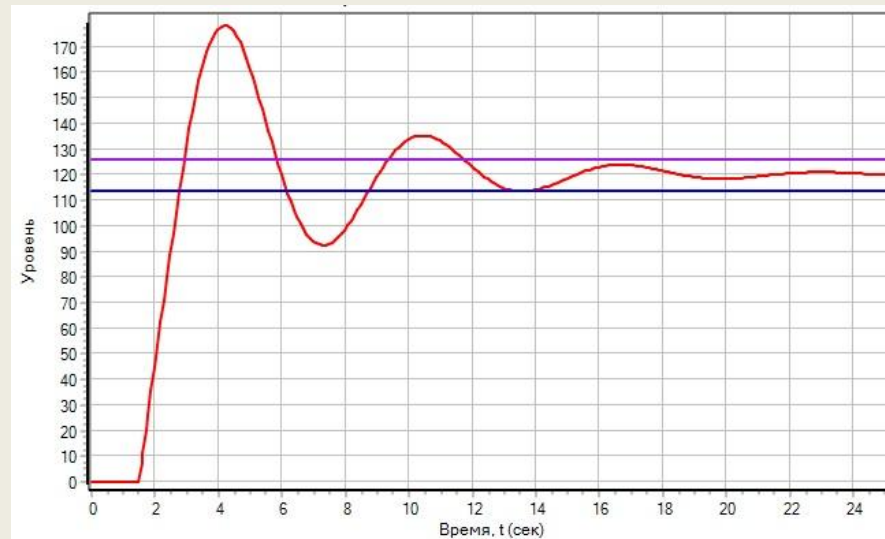


График выхода на режим



Анализ прямых показателей качества математических моделей

Прямые показатели качества блоков ПИД			Разность параметров, %
Вид показателя	Модель MatLab Simulink	Модель SimInTech	
Степень затухания, ψ	0,99	0,99	0
Пререгулирование, σ	0,53	0,53	0
Время регулирования, T_p	14	14	0
Установившееся значение, $Y_{уст}$	120	120	0

Оптимизация параметров на примере блока ЦНС

Схема ПИД-регулятора с оптимизатором

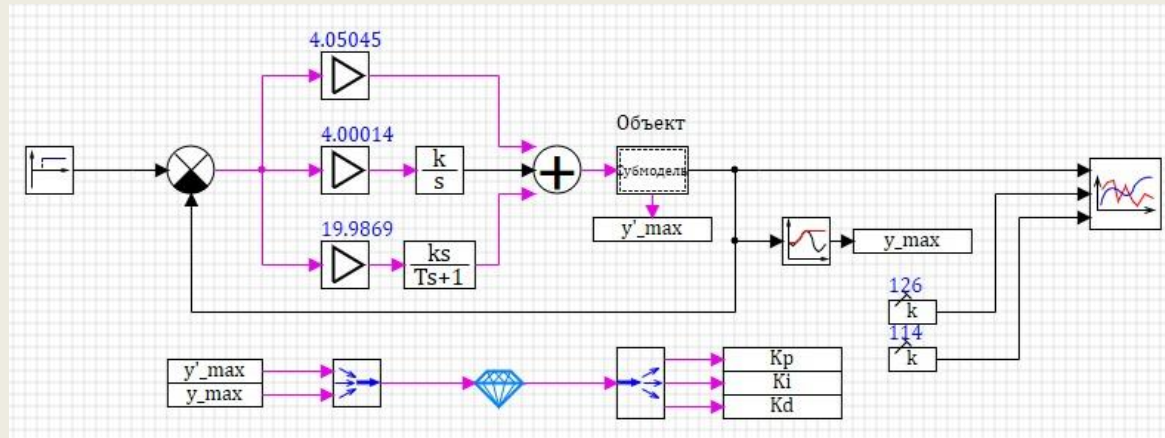
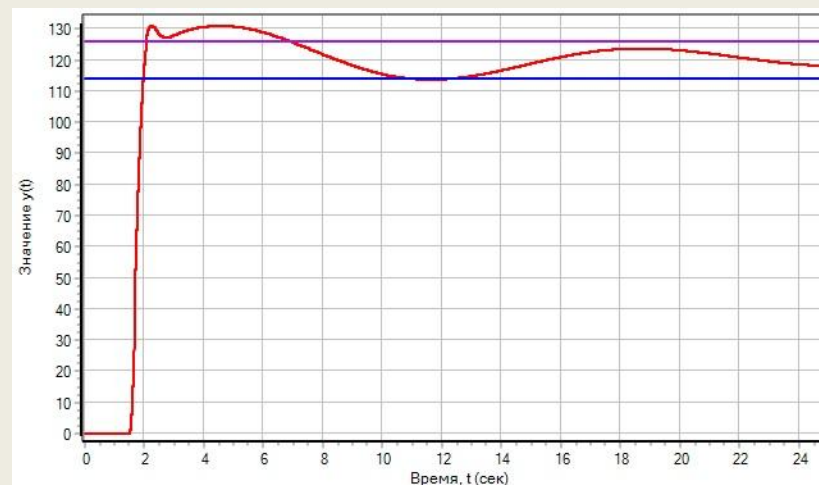


График выхода на режим

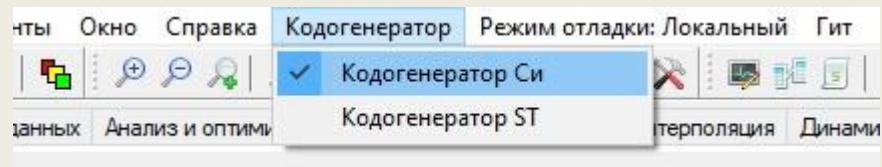


Эффективность оптимизации параметров

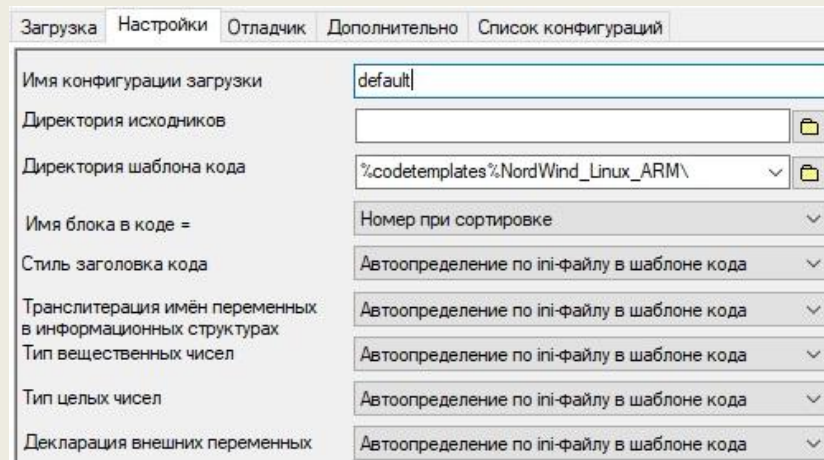
Прямые показатели качества блоков ПИД			Эффективность, %
Вид показателя	Расчет методом В.Я. Ротача	Расчет с применением оптимизатора	
Степень затухания, ψ	0,99	0,89	-
Пререгулирование, σ	0,53	0,09	83
Время регулирования, T_p	14	12,4	11
Установившееся значение, $Y_{уст}$	120	120	-

Генерация кода, исполняемого микропроцессорными контроллерами

Выбор функции генерации кода



Настройки генерации кода



Вероятность безошибочного проектирования при каноническом подходе

Вероятность по стадиям

Введение весовых коэффициентов

$$P_{AC} = P_{НИР} \cdot P_{ЭП} \cdot P_{ТП} \cdot P_{РП} \cdot P_{ИП} \cdot P_{ПП}$$

$$P_{AC} = kP_{НИР} \cdot kP_{ЭП} \cdot kP_{ТП} \cdot kP_{РП} \cdot kP_{ИП} \cdot kP_{ПП}$$

Опрошенные эксперты	Весовые коэффициенты стадий					
	$k_{НИР}$	$k_{ЭП}$	$k_{ТП}$	$k_{РП}$	$k_{ИП}$	$k_{ПП}$
Эксперт 1	0,90	0,75	0,85	0,65	0,75	0,70
Эксперт 2	0,95	0,87	0,80	0,60	0,68	0,65
Эксперт 3	0,91	0,85	0,70	0,55	0,67	0,77
Среднее значение	0,92	0,82	0,78	0,60	0,70	0,71

Вероятность безошибочного проектирования

$$P_{AC} = 0,92 \cdot P_{НИР} \cdot 0,82 \cdot P_{ЭП} \cdot 0,78 \cdot P_{ТП} \cdot 0,60 \cdot P_{РП} \cdot 0,70 \cdot P_{ИП} \cdot 0,71 \cdot P_{ПП}$$

Вероятность безошибочного проектирования при типовом подходе

Вероятность по стадиям

$$P_{AC} = 0,92 \cdot P_{НИР} \cdot 0,70 \cdot P_{ИП} \cdot 0,71 \cdot P_{ПП}$$

Эффективность применения методологии типового проектирования АС

№	Стадия проектирования	
	Каноническое	Типовое
1	Научная исследовательская работа	Научная исследовательская работа
2	Разработка эскизного проекта	-
3	Разработка технического проекта	-
4	Разработка программы	-
5	Испытания программы	Испытания программы
6	Подготовка и передача программы	Подготовка и передача программы

Решены следующие задачи:

- проработана тема исследования на основе литературного обзора;
- проанализированы этапы жизненного цикла специального ПО;
- разработана методика проведения исследования по созданию программных модулей в среде SimInTech;
- разработаны программные блоки с заполнением библиотеки SimInTech;
- исследование и оценка результатов НИР на примере модели АСУ ТП типовой ДНС с оптимизацией параметров программных решений

Полученный эффект

Снижены вероятность программных ошибок и сроки проектирования за счет исключения промежуточных стадий проектирования с применением интегрированных сред моделирования.

Методология проектирования специального ПО является применимой в нефтегазовой отрасли