



**Платформа для автоматизации технологических процессов и  
управления производством WISECON**

**РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРОГРАММЫ  
WiseCPM**

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	3
1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	5
2 ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	6
3 ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.....	7
3.1 Основное окно .....	7
3.2 Навигация .....	7
4 НАСТРОЙКА И КОНФИГУРАЦИЯ.....	8
4.1 Подключение к АСУТП.....	8
4.2 Настройка объектов и контуров .....	8
4.3 Мониторинг в реальном времени .....	8
4.4 Ключевые показатели качества регулирования .....	9
4.5 Вспомогательные показатели качества регулирования.....	11
4.6 Оценка работы регуляторов .....	14
5 ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЁТОВ .....	16
5.1 Общая информация отчёта .....	16
5.2 Сводный отчёт .....	16
5.3 Отчёт по расписанию .....	19
5.4 Поиск и фильтрация .....	19
5.5 Экспорт данных .....	19
6 РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ПРОБЛЕМ.....	20

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Err. StDev (Error Standart Deviation)	– Стандартное отклонение ошибки
OP (Output)	– Выходной сигнал регулятора
OSI (Oscillation Index)	– Коэффициент колебаний
PV (Process Variable)	– Текущее значение технологического параметра
PVEUHI	– Верхнее предельное значение PV
PVEULO	– Нижнее предельное значение PV
PVMean	– Среднее значение полевого сигнала
RPI (Relative Performance Indicator)	– Относительный показатель эффективности
SP (Set Point)	– Задание уставки регулятора
АСУТП	– Автоматизированная система управления технологическими процессами
PCY	– Распределенная система управления

В настоящем документе приводится описание порядка использования программно-аналитического модуля контуров регулирования WiseCPM (далее по тексту – модуль WiseCPM). Использование модуля WiseCPM включает настройку интеграции с распределённой системой управления WiseDCS (далее по тексту – РСУ).

Модуль WiseCPM интегрирован в комплексную программную платформу WISECON, предназначенную для автоматизации и интеллектуального управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности (далее – платформа WISECON). Платформа WISECON объединяет в себе функционал сбора, обработки, анализа и визуализации данных, а также предоставляет инструменты для создания систем управления и обеспечения безопасности.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Модуль WiseCPM предназначен для оперативного мониторинга и оценки качества работы контуров регулирования в режиме реального времени.

Модуль автоматически рассчитывает ключевые показатели эффективности качества регулирования, формирует комплексные оценки и визуализирует данные для повышения стабильности технологического процесса.

Основные функции WiseCPM:

- Мониторинг состояния контуров регулирования АСУТП;
- Автоматический расчёт и хранение ключевых и вспомогательных показателей качества регулирования;
- Визуализация состояния контуров в виде тепловых карт, графиков, таблиц и отчётов;
- Генерация отчётов по работе контуров регулирования;
- Интеграция с АСУТП для сбора данных по протоколам OPC DA/UA, Modbus и др.

Оценка работы регуляторов производится на основе трёх ключевых параметров: RPI, OSI, Err.StDev с присвоением регулятору одной из четырёх категорий: Excellent (Отлично), Good (Хорошо), Fair (Удовлетворительно), Poor (Плохо).

На основе расчётов формируется комплексная оценка работы регуляторов, что позволяет повысить стабильность технологического процесса, качество выпускаемой продукции и оптимизировать работу оборудования, увеличить его надёжность.

## 2 ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для работы модуля используются данные, поступающие из РСУ (АСУТП) в реальном времени.

Перечень входных параметров для каждого контура регулирования указан в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Перечень входных параметров контуров

№	Параметр АСУТП	Пример (Experion EPKS)
1	Текущее значение технологического параметра (PV)	DACA.PV
2	Задание уставки регулятора (SP)	PIDA.SP
3	Задание на выход регулятора (OP)	PIDA.OP
4	Режим работы регулятора	PIDA.MODE
5	Верхнее предельное значение PV	DACA.PVEUHI
6	Нижнее предельное значение PV	DACA.PVEULO

2.1.1 Частота обновления параметров указана в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Частота обновления параметров РСУ

Тип параметра	Частота данных, сек
Расход	5
Уровень	60
Давление	30
Температура	60
Другие параметры	60

## **3 ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

### **3.1 Основное окно**

Основное окно WiseCRM включает:

- Главное меню (боковая панель) – доступ к дереву объектов, навигации, закладкам;
- Дерево объектов – иерархическое представление технологических установок и контуров регулирования;
- Рабочая область – отображение дашбордов с виджетами;
- Панель инструментов – кнопки для добавления дашбордов, виджетов, настройки интерфейса.

### **3.2 Навигация**

Используйте дерево объектов для выбора установки, агрегата или конкретного контура регулирования. Двойной клик по объекту открывает детальную информацию.

## **4 НАСТРОЙКА И КОНФИГУРАЦИЯ**

### **4.1 Подключение к АСУТП**

В меню «Конфигурация» выберите «Источники данных».

Нажмите «Добавить» источник, выберите тип (OPC DA, OPC UA, Modbus TCP/RTU).

Укажите параметры подключения (IP-адрес, порт, имя сервера).

Импортируйте или вручную добавьте теги контуров регулирования (PV, SP, OP, MODE, PVEUHI и PVEULO).

Сохраните конфигурацию.

### **4.2 Настройка объектов и контуров**

В меню «Конфигурация/Configurator» выберите «Объекты».

Создайте структуру объектов (установки, агрегаты) через «Создать корневую локацию» или «Создать корневой объект».

Добавьте контуры регулирования через контекстное меню объектов.

Настройте атрибуты контуров: имя, описание, пределы шкалы, единицы измерения.

### **4.3 Мониторинг в реальном времени**

Выберите объект или контур в дереве.

В рабочей области отобразятся:

- «Тепловая карта» – визуализация состояния контуров по цветовой шкале;
- «Графики трендов» – изменения PV, SP, OP во времени;
- «Таблица показателей» – текущие значения ключевых показателей.

Тепловая карта конфигурируется пользователем, в части структурирования по иерархии и фильтрации по основным ключевым показателям.

При наведении на элемент тепловой карты отображается детальная информация о ключевых показателях эффективности выбранной позиции (показано на рисунке 1).

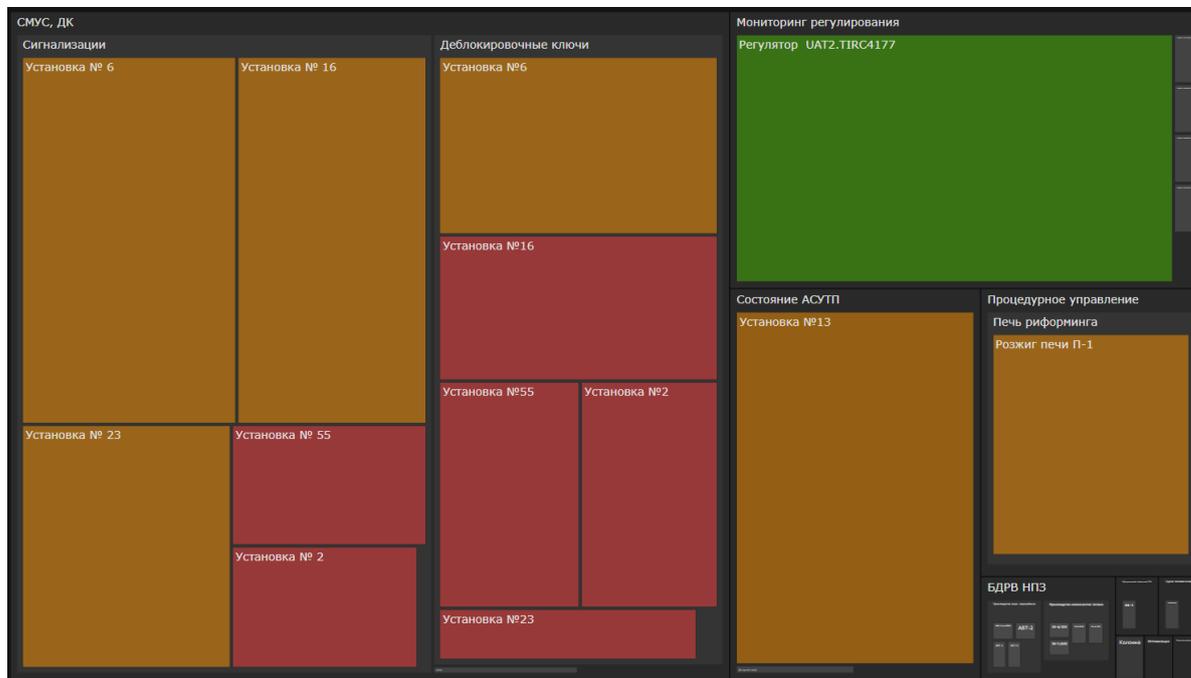


Рисунок 1 – «Тепловая карта»

Для обновления данных нажмите кнопку «Обновить» на панели инструментов.

#### 4.4 Ключевые показатели качества регулирования

Модуль автоматически рассчитывает следующие ключевые показатели (расчётные периоды: смена, сутки, неделя), указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Ключевые показатели качества регулирования

Показатель	Описание
RPI (Relative Performance Indicator) (Относительный показатель эффективности)	Относительный показатель эффективности: соотношение между эталонной и фактической скоростью отклика, вычисляется по кривым импульсной характеристики фактической и эталонной работы регулятора. По умолчанию заданы следующие значения эталона Settling time: F (расход) 50 сек

Показатель	Описание
	L (уровень) 600 сек P (давление) 300 сек T (температура) 600 сек D (прочие) 600 сек
Average PV (Среднее значение полевого сигнала)	Вычисляется как среднее значение полевого сигнала за период продолжительностью 24 часа
Std Dev (Стандартное отклонение)	Значение, характеризующее среднее отклонение полевого сигнала (PV) от уставки (SP)
Percent Std Dev (Процент по СКО)	Стандартное отклонение, выраженное в процентах среднего значения
Average OP (Среднее значение выхода регулятора)	Вычисляется как среднее значение выхода регулятора за период продолжительностью 24 часа
Std Dev OP (Стандартное отклонение выхода регулятора)	Это значение означает размер колебания выхода регулятора. Значение стандартного отклонения выхода регулятора берется за период продолжительностью 24 часа. Очень высокое значение означает высокую активность регулятора
Valve Travel Index (Изменение значения OP)	Показатель того, насколько клапан активен, и насколько перемещается шток клапана за отчетный период. Сумма абсолютного значения разности выходного сигнала (текущий выход минус предыдущее значение).
Percent Saturation (Процент насыщения)	Процент времени, в течение которого выход регулятора достигал своего верхнего или нижнего предела
Oscillation Index (Коэффициент колебаний)	Размер колебаний полевого сигнала. Значение представляет собой максимальное абсолютное значение графика автокорреляции полевого сигнала. Типичное пороговое значение равно 0,4. Значения выше порогового обозначают наличие проблемы, связанной с колебанием в контуре регулирования.

Показатель	Описание
	Реализуется на алгоритмах машинного обучения.
Oscillation Period (Период колебаний)	Период установившихся колебаний в регуляторе. В регуляторах с индексом колебания больше 0,2 период колебания вычисляется как два расстояния между первым и вторым переходом через ноль на графике автокорреляции ошибки регулирования
Stiction (Вероятность залипания)	Сила, необходимая для того, чтобы привести объект в действие, когда он контактирует с другим объектом. Залипание может вызвать колебания в системе. Реализуется на алгоритмах машинного обучения.
NLI (Вероятность нелинейности)	Степень нелинейности системы; значение 0,1 или выше свидетельствует о высокой степени нелинейности в контуре регулирования.
SP Activity (Активность по SP)	Показатель активности задания регулятора. Чем больше показатель, тем чаще сменялось задание регулятора.
Actual Settling Time (min) (Фактическое время установления процесса)	Фактическое время, необходимое контуру регулирования для подавления возмущения или установления после изменения задания (уставки)
Performance Rating (Итоговая оценка)	Итоговая оценка регулятора выражается одной из четырех категорий: отлично (Excellent), хорошо (Good), удовлетворительно (Fair) и плохо (Poor). Это значение базируется на трёх измерениях ключевых характеристик: относительный показатель эффективности (RPI), коэффициент автоколебаний и стандартное отклонение погрешности регулятора

#### 4.5 Вспомогательные показатели качества регулирования

Модуль автоматически рассчитывает следующие вспомогательные показатели (расчётные периоды: смена, сутки, неделя), указанные в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Вспомогательные показатели качества регулирования

Показатель	Описание
% Time Loop in Normal Mode (% времени, в течение которого регулятор был настроен оптимально)	Процент времени, в течение которого ошибка регулирования (SP-PV) не превышала 3% от диапазона по PV (PV High – PV Low). Рассчитывается для отдельного регулятора или для группы регуляторов.
% Control Loops at Output Limit (% насыщенных контуров)	Процент контуров регулирования в группе, которые насыщены или находятся вблизи положения насыщения.
Asset Count (Количество регуляторов)	Общее количество регуляторов, содержащихся в группе
Asset Group (Группа регуляторов)	Группа, в которую входит регулятор
Asset Name (Имя регулятора)	Имя регулятора, заведённого в CPM
Asset Type (Тип регулятора)	Тип регулятора. В CPM все регуляторы имеют тип «Regulatory»
Compression Factor (Коэффициент сжатия)	Степень сжатия исторических данных. Если коэффициент сжатия больше 3, это значит, что данные могут быть непригодными для анализа
Description (Описание)	Краткое описание регулятора
Diagnosis Comment (Комментарий к анализу)	Пользовательский комментарий к анализу регулятора
Disposition (Состояние)	Текущее состояние регулятора. Значение может быть, например, «Требуется внимания» или «Настроен». Устанавливается автоматически после проведения анализа или вручную.
Disposition Comment (Комментарий о состоянии регулятора)	Пользовательский комментарий о состоянии регулятора

Показатель	Описание
Disposition Entry Date (Дата настройки состояния)	Дата и время внесения последнего изменения состояния регулятора
Disposition Flagged Date (Дата состояния с пометкой)	Дата, когда регулятору было присвоено состояние «Требуется внимания».
Disposition Follow-up Date (Контрольная дата состояния)	Контрольная дата для текущего состояния. Устанавливается вручную.
Disposition Report End Time (Время окончания отчета о состояниях регулятора)	Окончание периода времени, за который делается отчет о состояниях регулятора
Disposition Report Start Time (Время начала отчета о состоянии)	Начало периода времени, за который делается отчет о состояниях регулятора
Error Due to Stiction (Ошибка вследствие залипания)	Ошибка регулирования, вызванная залипанием в клапане.
IAE (Интегрированная абсолютная ошибка)	Интегрированная (накопленная) абсолютная ошибка регулятора за период
Monetary Benefit (Потенциальный эффект от настройки регулятора)	Коэффициент, показывающий, насколько возможно улучшить работу регулятора, выполнив его настройки.
Percent Error Due to Stiction (Процент ошибки вследствие залипания)	Ошибка регулирования, вызванная залипанием в клапане, выраженная в процентах
Percent High Low Errors (Процент ошибок, связанных с достижением верхнего и нижнего предела)	Процент времени, в течение которого полевое значение достигало своего верхнего или нижнего предела шкалы
Percent Std Dev (Процент по СКО)	Стандартное отклонение, выраженное в процентах среднего значения
Rise Time (Время нарастания сигнала)	Время, необходимое для того, чтобы полевой сигнал достиг уставки в первый раз (после смены задания)
Service Factor (Эксплуатационный коэффициент)	Часть времени отчетного периода в процентном выражении, в течение которого регулятор находился в активном состоянии (AUTO или CAS).

Показатель	Описание
Service Factor (% good) (Эксплуатационный коэффициент)	Часть времени отчетного периода в процентном выражении, в течение которого регулятор находился в активном состоянии (AUTO или CAS).
Service Factor (% low) (Эксплуатационный коэффициент)	Часть времени отчетного периода в процентном выражении, в течение которого регулятор находился в активном состоянии (AUTO или CAS).
Weeks in Current Disposition (Количество недель в текущем состоянии)	Количество недель (округленное в меньшую сторону) с момента последнего изменения состояния
Weight (Вес)	Вес означает относительную важность регулятора. Выставляется пользователем. Например, вес 0,2 показывает менее важные регуляторы, 0,5 – обычные, а 1 – наиболее важные регуляторы

#### 4.6 Оценка работы регуляторов

После проведения анализа регулятору может быть присвоена одна из следующих оценок:

- Excellent (отлично);
- Good (хорошо);
- Fair (удовлетворительно);
- Poor (плохо).

Оценка выводится на основе трёх ключевых параметрах производительности: RPI, OSI и Err.StDev. В Таблице 4 показаны критерии, на основании которых регулятору присваивается та или иная оценка.

Т а б л и ц а 5 – Критерии оценки контура регулирования

Категория регулятора	$0,4 \leq RPI \leq 2,5$	$OSI < 0,4$	$Err.StDev < 0,02 * PVMean$
Excellent	TRUE	TRUE	TRUE
Good	FALSE	TRUE	TRUE
Good	TRUE	TRUE	FALSE
Fair	TRUE	FALSE	TRUE
Fair	FALSE	FALSE	TRUE

Категория регулятора	$0,4 \leq RPI \leq 2,5$	$OSI < 0,4$	$Err.StDev < 0,02 * PVMean$
Fair	TRUE	FALSE	FALSE
Poor	FALSE	TRUE	FALSE
Poor	FALSE	FALSE	FALSE

## 5 ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЁТОВ

В системе мониторинга и диагностики контуров регулирования существуют 2 вида отчета: сводный отчет, отчет по расписанию.

### 5.1 Общая информация отчёта

Подробные отчёты для различных типов регуляторов несколько отличаются в зависимости от типа каждого регулятора. Эти отчеты обычно состоят из следующих основных частей:

- Импульсная характеристика замкнутого контура;
- Надёжность анализа;
- Частотная характеристика;
- Свойства системы;
- Область трендов регулятора;
- Сводная информация по тренду регулятора;
- Изменение RPI с течением времени;
- История изменения оценки;
- Активность задания (SPA).

### 5.2 Сводный отчёт

Сводный отчёт – сводная информация нескольких показателей по всем контурам выбранного объекта (рисунок 2).

Имя регулятора	StdDev	StdDevOP	Oscillation Index	PerformanceRating	RPI	PercentStdDev	ValveTravelIndex	AveragePV	AverageOP	R
Регулятор UAT1.TIRC										
Регулятор UAT3.TIRC										
Регулятор UAT2.TIRC										
Регулятор UAT4.TIRC										
Регулятор UAT5.TIRC										

Рисунок 2 – Общий вид сводного отчёта

Сводный отчёт отображается в Web форме.

Информация визуализируется согласно выбранного пользователем уровня иерархии в дереве объектов. Показатели (столбцы сводного

отчёта), отображаемые в сводном отчёте, настраиваются пользователем индивидуально.

Цветом подсвечиваются основные ключевые показатели эффективности (RPI, OSI, Err.StDev), вышедшие за установленные в системе пределы.

В детальном отчёте отображается основная информация о контуре регулирования, используемая для расчёта ключевых показателей эффективности.

Детальный отчёт отображается при нажатии пользователем на конкретный контур регулирования с экранных форм: тепловая карта, сводный отчёт.

В детальном отчёте отображается основная информация о контуре регулирования, используемая для расчёта ключевых показателей эффективности (рисунок 3).



Рисунок 3 – Детальная информация о контуре регулирования

Соответствие отображаемых данных заголовку в разделе «Надёжность анализа» представлено в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Данные заголовков в разделе «Надёжность анализа»

Заголовок	Отображаемые данные
Запрошено точек	Количество запрашиваемых точек выборки
Проанализировано точек	Количество фактически анализируемых точек выборки
Интервал между точками	Интервал времени (в секундах) между точками
Насыщение (%)	Часть времени, в течение которого выход регулятора находится на предельном уровне
Эксплуатационный коэффициент (%)	Часть времени, в течение которого регулятор находится в нужном режиме

Заголовок	Отображаемые данные
Коэффициент сжатия	Измерение степени сжатия в полевом сигнале (PV). Если уровень сжатия в данном наборе данных является очень высоким, то данным нельзя доверять, и они могут быть непригодны для анализа
% времени в режиме	Часть времени, в течение которого регулятор находится в конкретном режиме. Например, Auto (автоматический), Manual (Ручной) или Cascade (Каскадный)

### 5.3 Отчёт по расписанию

Отчёт по расписанию настраивается администратором системы (в части содержания, списка рассылки, периодичности рассылки).

Отчёт по расписанию формируется автоматически в определенное время (ежедневно) и содержит основную информацию по ключевым показателям эффективности контуров регулирования. Отчёт направляется на электронную почту пользователей системы.

### 5.4 Поиск и фильтрация

Используйте панель фильтров для отбора контуров по:

- Имени контура;
- Оценке (Excellent, Good, Fair, Poor);
- Значению ключевых показателей (например, OSI > 0.4);

### 5.5 Экспорт данных

Для экспорта данных необходимо выполнить следующее:

- 1) Выберите данные в таблице или на графике.
- 2) В меню «Файл» выберите «Экспорт».
- 3) Укажите формат (Excel, CSV) и путь сохранения.

## 6 РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАТРУДНЕНИЙ

Возможные проблемы и их решение указаны в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 – Возможные затруднения и их решение

Возможное затруднение	Решение
Нет данных с РСУ	Проверьте подключение к источнику данных, корректность тегов.
Не обновляются показатели	Убедитесь, что период расчёта задан корректно.
Ошибка при формировании отчёта	Проверьте права доступа к каталогу сохранения.
Не отображаются тепловые карты	Обновите веб-интерфейс или перезапустите модуль.