

ООО НПП «Политех-Автоматика»

Программное обеспечение  
«Система-советчик мастеру доменной печи».  
Описание функциональных характеристик экземпляра  
программного обеспечения

Челябинск  
2024

Разработчик программного обеспечения «Система-советчик мастеру доменной печи» ООО НПП «Политех-Автоматика» имеет право вносить изменения в настоящий документ без предварительного уведомления конечного пользователя, а также вносить изменения в программное обеспечение «Система-советчик мастеру доменной печи», не отраженные в документе без предварительного уведомления конечного пользователя.

Microsoft, Windows, Excel, and Internet Explorer are trademarks of Microsoft Corporation and/or Microsoft group of companies.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Назначение программного обеспечения .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Функциональные характеристик программного обеспечения .....</b>	<b>4</b>
2.1 Общие функции .....	4
2.2 Мнемосхема с энергетическим и материальным балансами .....	4
2.3 Мнемосхема оперативного управления ДП .....	5
2.4 Мнемосхема «Оценка работы бригад» .....	6
2.5 Мнемосхема с технологическими параметрами .....	6
2.6 Мнемосхема «Диапазоны контролируемых параметров» .....	7
2.7 Мнемосхема «Расчет оптимального соотношения ЖРС» .....	7
2.8 Мнемосхемы «Показатели доменного процесса».....	8
2.9 Мнемосхема «Система еженедельного планирования работы ДП» .....	11
2.10 Мнемосхема «Ввод показателей еженедельного планирования работы ДП» .....	11
2.11 Мнемосхема «Оптимизация».....	12
<b>Приложение 1. Перечень принятых терминов и сокращений.....</b>	<b>14</b>

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Специализированное программное обеспечение «Система-советчик мастеру доменной печи» (далее ПО) предназначено для повышения энергетической эффективности ведения доменного процесса с использованием интеллектуального анализа данных, прескриптивного управления.

ПО предназначено для оперативного управления режимами работы доменных печей с учетом динамических характеристик доменного процесса в условиях вариаций параметров доменной шихты, параметров дутья, ритмичности выпусков чугуна, а также локальных целей оптимального планирования режимов работы доменного цеха в режиме советчика путем предоставления рекомендаций технологическому персоналу доменного цеха по оптимальному заданию расхода топливных материалов и структуры железо-рудного сырья (далее ЖРС) с целью обеспечения оптимального теплового состояния и шлакового режима с учетом технологических ограничений.

Интеграция ПО с реальными источниками данных выполняется на этапе выполнения пуско-наладочных работ экземпляра ПО, устанавливаемого на электронно-вычислительную машину конкретного заказчика, в рамках договорных работ с конкретным заказчиком. Настройка интерфейсов интеграции с источниками данных конкретного заказчика зависит от программно-аппаратных особенностей реализации интерфейсов интеграции автоматизированных систем и технических средств конкретного заказчика, выступающих как источники данных для ПО.

Экземпляр ПО, предоставляемый в пакете инсталляции, не содержит в себе фактических настроек программных привязок к реальным источникам данных и содержит в себе интерфейсные элементы, подлежащие настройке после выполнения интеграции с реальными источниками данных конкретного заказчика. Настройка интерфейсных элементов зависит от особенностей реализации интерфейсов интеграции автоматизированных систем и технических средств конкретного заказчика.

## 2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 2.1 Общие функции

ПО предназначено для реализации следующих функций:

- ведение БД, включающей первичные данные, промежуточные и конечные результаты проводимых расчетов и имитационного моделирования, с использованием СУБД, архивирование данных;
- мониторинг и контроль режимов работы доменной печи (далее – ДП) путем визуализации динамики изменения значений технологических параметров доменного процесса в табличном и графическом виде;
- оценка эффективности режимов работы ДП, в том числе с бригадной разбивкой результатов, на основе частных показателей;
- визуализация исходных и расчетных значений параметров работы ДП в виде мнемосхем, таблиц, графиков на АРМ пользователей.

### 2.2 Мнемосхема с энергетическим и материальным балансами

Мнемосхема с энергетическим и материальным балансами (рис. 2.1) отображает результаты расчета материального и энергетического баланса доменной плавки к указанному выпуску.

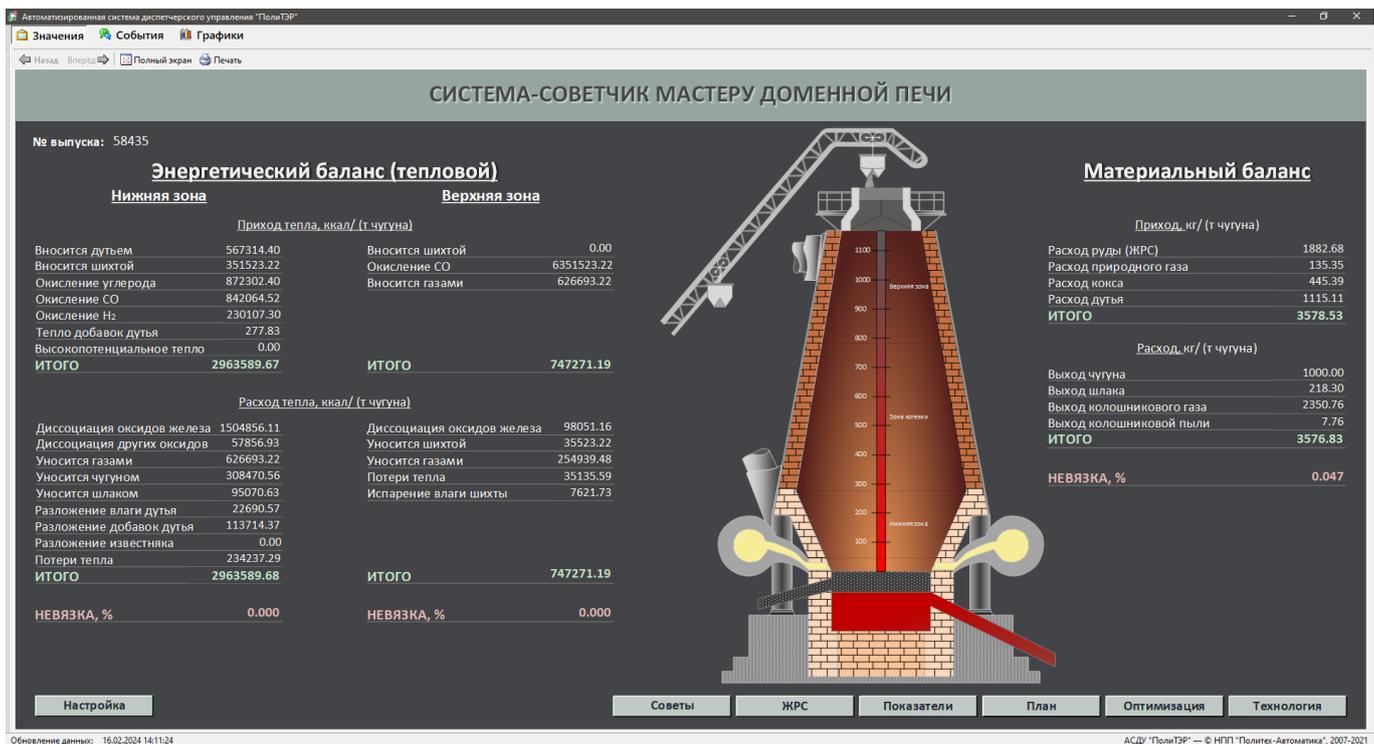


Рис. 2.1

## 2.3 Мнемосхема оперативного управления ДП

Мнемосхема оперативного управления ДП (рис. 2.2) позволяет осуществлять мониторинг и контроль показателей теплового и шлакового состояний ДП, отображает рекомендации по изменению параметров работы ДП и рейтинг эффективности работы бригад.

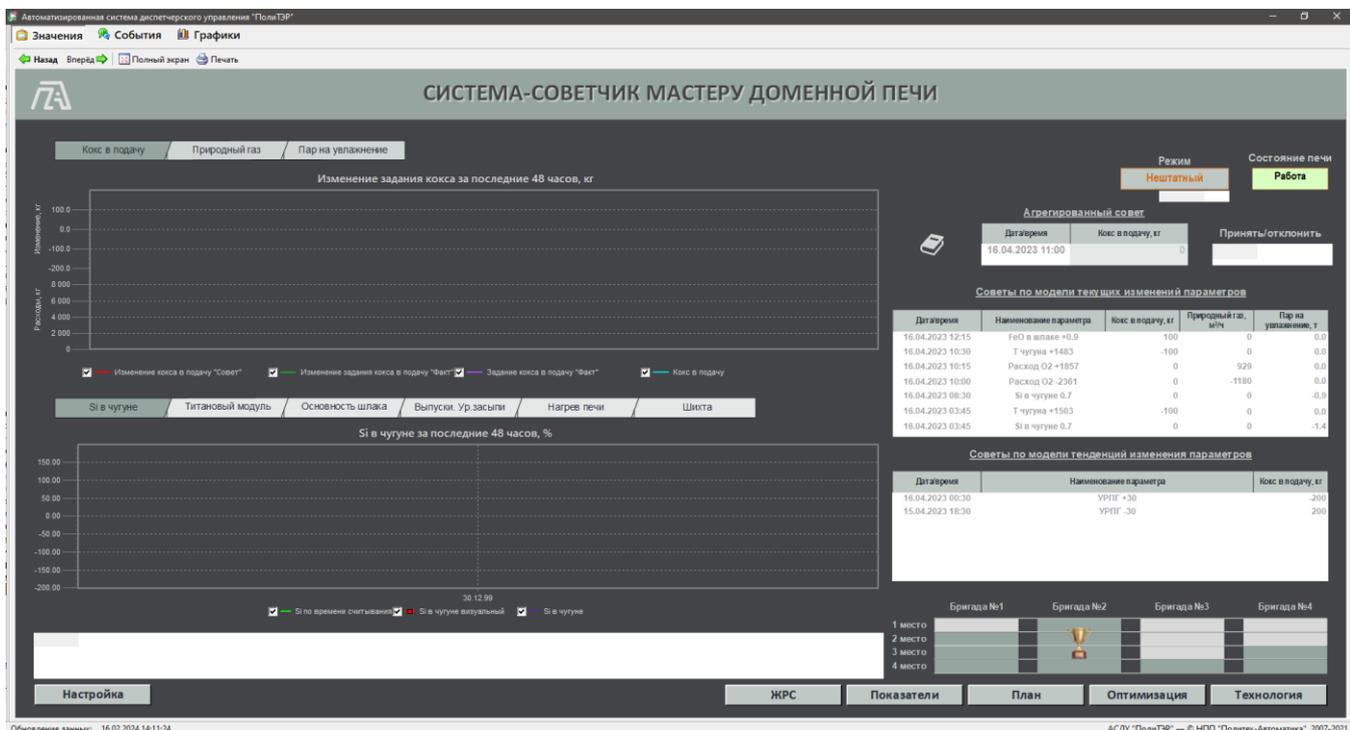


Рис. 2.2

## 2.4 Мнемосхема «Оценка работы бригад»

Мнемосхема «Оценка работы бригад» (рис. 2.3) отображает результаты расчета частных и обобщенного показателей эффективности режимов работы ДП с бригадной разбивкой результатов.

Наименование параметра	Бригада №1	Бригада №2	Бригада №3	Бригада №4
МЕСТО:	2	4	3	1
% выполнения плана				
Среднее количество подач в смену	74	69	71	72
Содержание Si в чугуна, %	0.66	0.67	0.65	0.61
Основность шлака простая, ед.	1.059	1.054	1.054	1.066
Основность шлака суммарная, ед.	1.18	1.18	1.18	1.19
Количество смен	7	7	8	8

Рис. 2.3

## 2.5 Мнемосхема с технологическими параметрами

Мнемосхеме с технологическими параметрами (рис. 2.4) отображает информацию по основным технологическим параметрам доменного процесса.

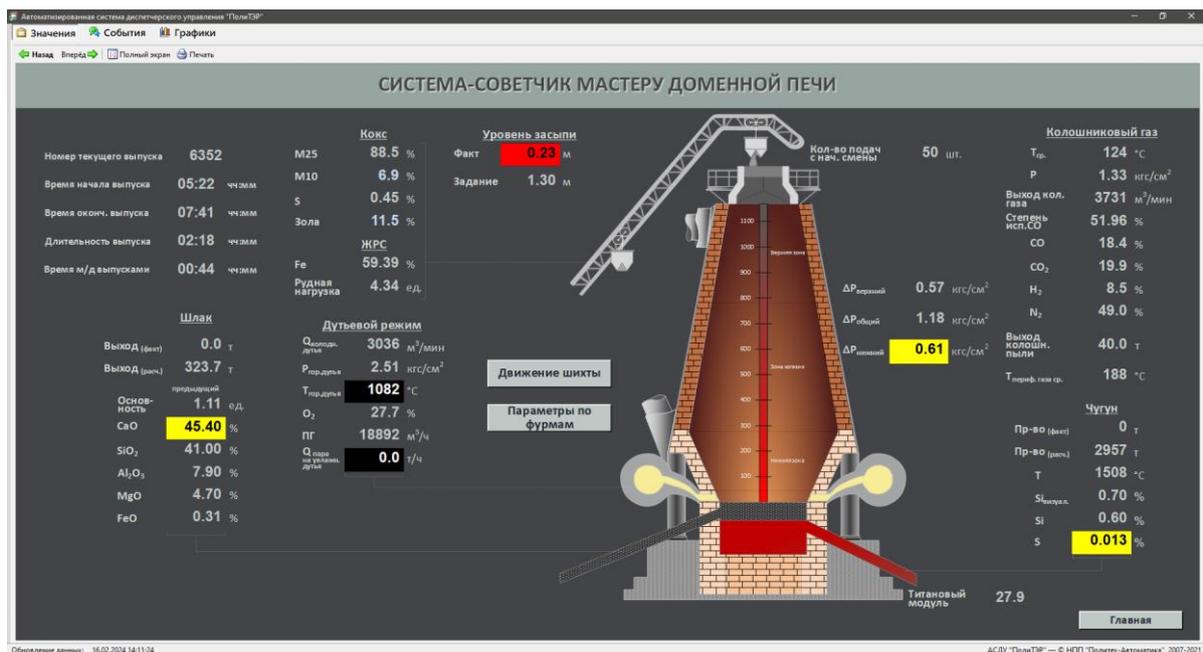


Рис. 2.4

## 2.6 Мнемосхема «Диапазоны контролируемых параметров»

Мнемосхема «Диапазоны контролируемых параметров» (рис. 2.5) предоставляет интерфейс для ввода данных о границах различных состояний контролируемых параметров.

СИСТЕМА-СОВЕТЧИК МАСТЕРУ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ							
Диапазоны контролируемых параметров							
Температура	Давление	Расход	Химия		Расчетные	Прочее	
Наименование	Ед. изм.	Рабочий диапазон		Аварийный диапазон		Пределы измерений	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Температура горячего дутья	°C	1120.0	1170.0	1100.0	1180.0	0.0	1300.0
Температура горячего дутья точка 1	°C	1120.0	1170.0	1100.0	1180.0	0.0	1600.0
Температура горячего дутья точка 2	°C	1120.0	1170.0	1100.0	1180.0	0.0	1600.0
Температура горячего дутья точка 3	°C	1120.0	1170.0	1100.0	1180.0	0.0	1600.0
Температура горячего дутья точка 4	°C	1120.0	1170.0	1100.0	1180.0	0.0	1600.0
Температура чугуна (пирометр)	°C						
Температура чугуна	°C	1475.0	1630.0	1450.0	1650.0	500.0	1600.0
Температура колошникового газа	°C	100.0	300.0	80.0	400.0	50.0	1000.0
Температура колошникового газа точка А	°C	100.0	300.0	80.0	400.0	50.0	1000.0
Температура колошникового газа точка В	°C	100.0	300.0	80.0	400.0	50.0	1000.0
Температура колошникового газа точка С	°C	100.0	300.0	80.0	400.0	50.0	1000.0
Температура колошникового газа точка D	°C	100.0	300.0	80.0	400.0	50.0	1000.0
Температура возвр. воды охлад. нос. фур. прибора. Фурма01.	°C	20.0	50.0	10.0	55.0	0.0	850.0
Температура возвр. воды охлад. нос. фур. прибора. Фурма02.	°C	20.0	50.0	10.0	55.0	0.0	850.0
Температура возвр. воды охлад. нос. фур. прибора. Фурма03.	°C	20.0	50.0	10.0	55.0	0.0	850.0
Температура возвр. воды охлад. нос. фур. прибора. Фурма04.	°C	20.0	50.0	10.0	55.0	0.0	850.0
Температура возвр. воды охлад. нос. фур. прибора. Фурма05.	°C	20.0	50.0	10.0	55.0	0.0	850.0

Рис. 2.5

## 2.7 Мнемосхема «Расчет оптимального соотношения ЖРС»

Мнемосхема «Расчет оптимального соотношения ЖРС» (рис. 2.6) отображает результаты расчета загрузки ЖРС (агломерат, окатыши, кварцит, известняк) в рудную колошу с целью обеспечения требуемых характеристик шлака при технологических ограничениях.

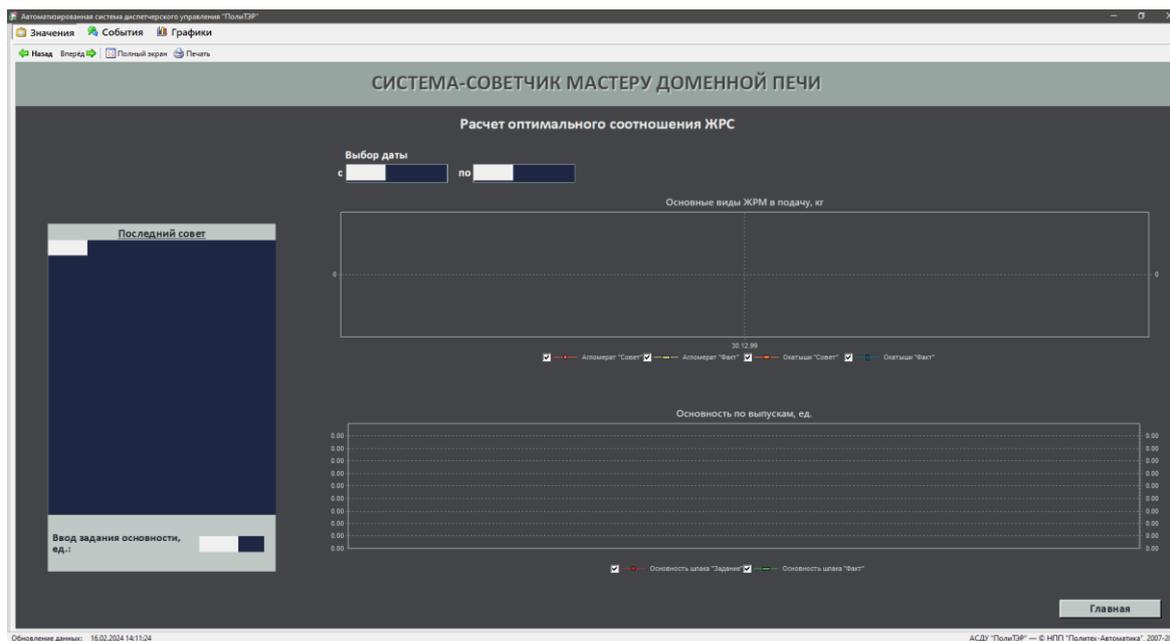


Рис. 2.6

## 2.8 Мнемосхемы «Показатели доменного процесса»

Мнемосхема «Показатели доменного процесса» (вкладки «Основные показатели» (рис. 2.7), «Состав шихты» (рис. 2.8), «Дутьевой режим и газодинамика» (рис. 2.9), «Шлаковый режим» (рис. 2.10), «Тепловой режим» (рис. 2.11), «Ход восстановительных процессов» (рис. 2.12) отображает результаты расчета физико-химических показателей доменной плав и расчета теплового состояния печи.

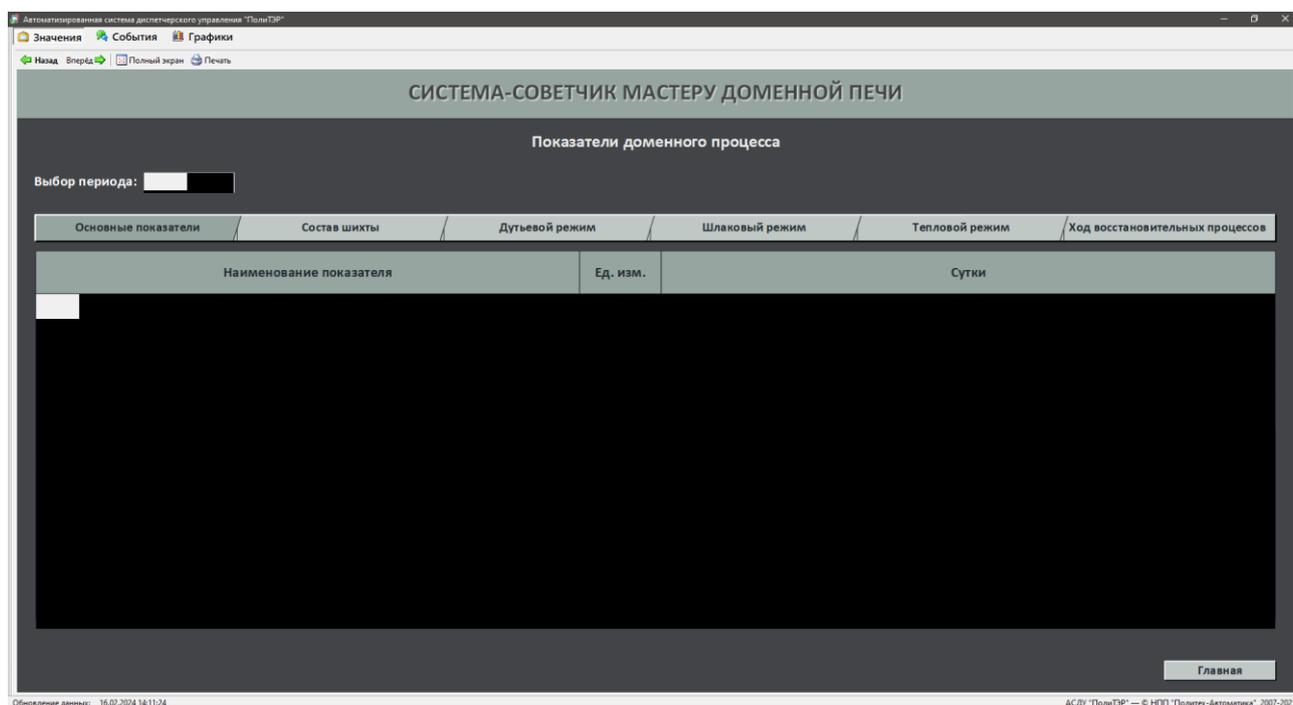


Рис. 2.7

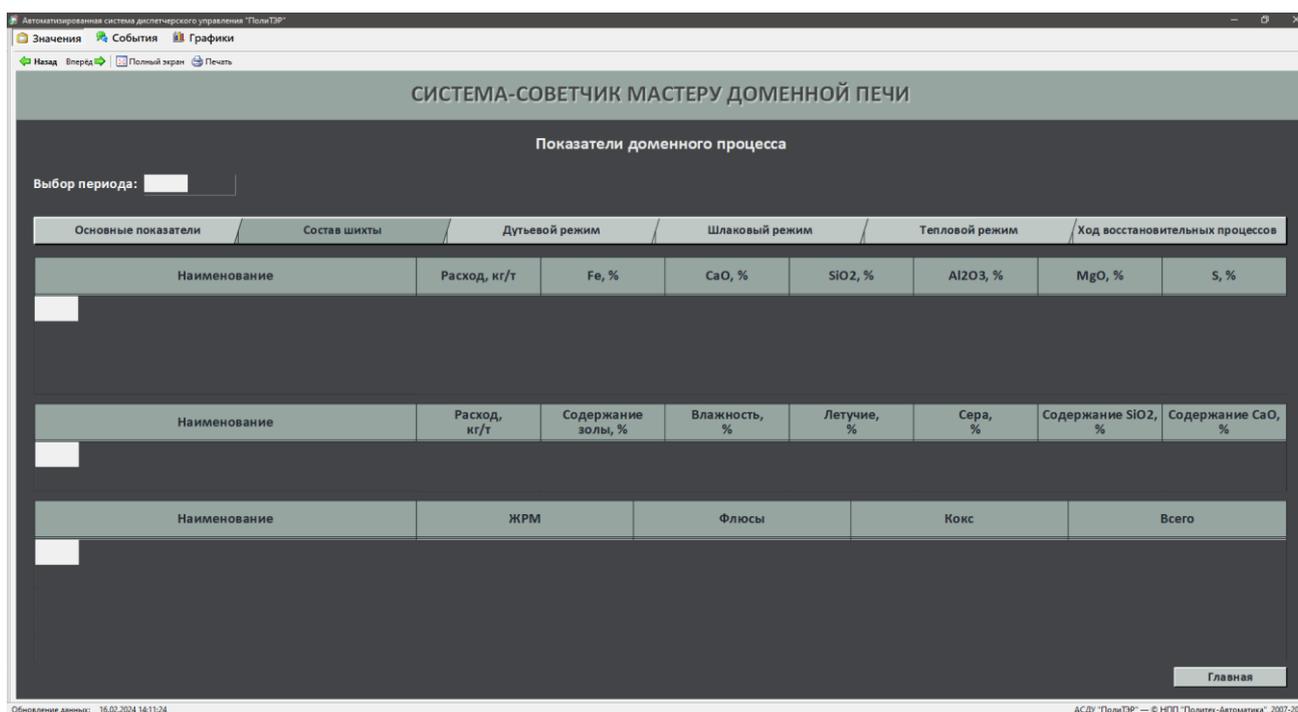


Рис. 2.8



Рис. 2.9

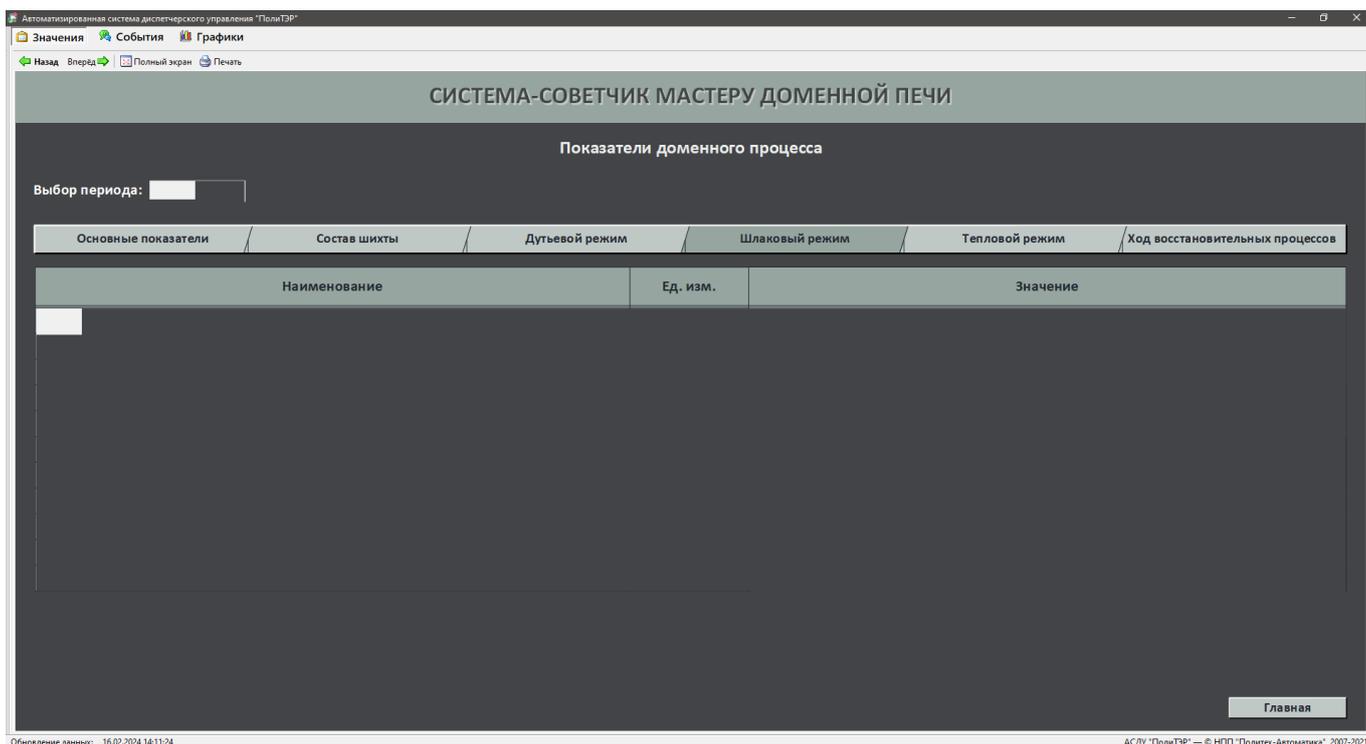


Рис. 2.10

Система-советчик мастеру доменной печи  
Описание функциональных характеристик экземпляра программного обеспечения

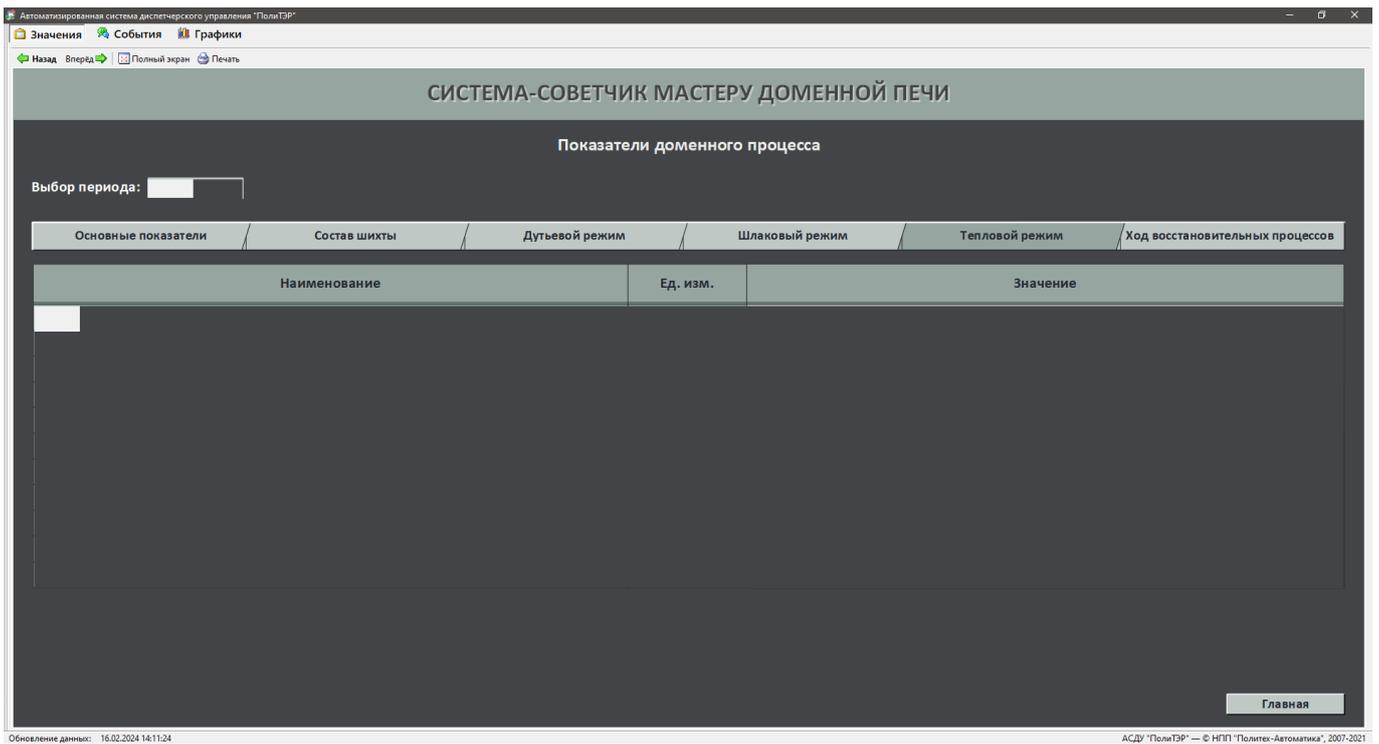


Рис. 2.11

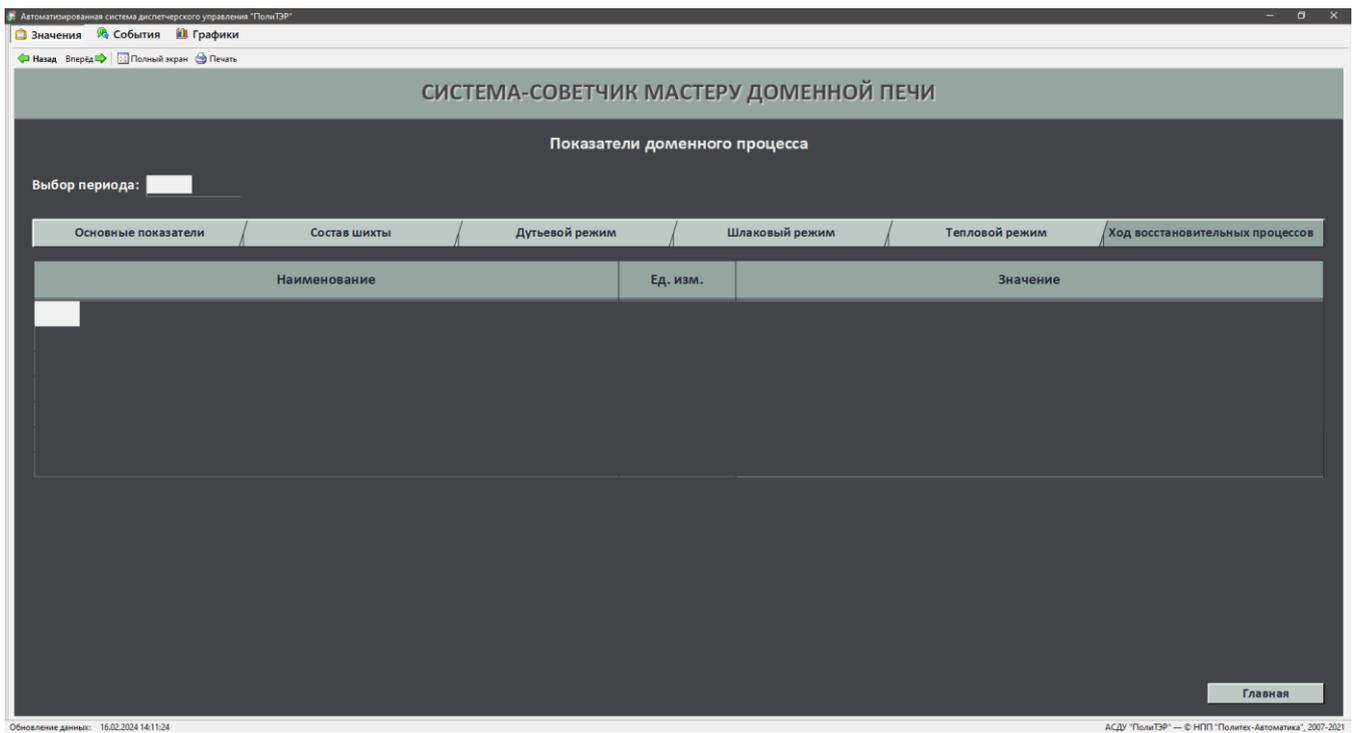


Рис. 2.12

## 2.9 Мнемосхема «Система еженедельного планирования работы ДП»

Мнемосхема «Система еженедельного планирования работы ДП» (рис. 2.10) отображает результаты сравнения расчета оптимальных режимов работы ДП с фактическими результатами и плановыми показателями работы ДП.

Наименование	Ед. изм.	План	Факт	Опт.	Откл. П-Ф	Откл. П-О
Суток работы	сут	7.00	6.79		0.21	7.00
Производство за выбранный период	т	24500	24576		-76	24500
Среднесуточное производство	т/сут	3500	3471	3500	29	0
Удельный расход кокса	кг/т	398.0	389.9	397.0	8.1	1.0
Средний проплав железорудной шихты	т/сут	5700	5754		-54	5700
Среднее количество подач в смену	шт.	84	74		10	84
Расход горячего дутья	м <sup>3</sup> /мин	2900	2691	2943	209	-43
Рудная колоша	т	38.0	47.9		-9.9	38.0
Рудная нагрузка	ед.	4.2	4.1		0.1	4.2
Температура горячего дутья	°С	1160	1135	1170	25	-10
Расход кислорода	м <sup>3</sup> /ч	17000	14072	17000	2928	0
Удельный расход природного газа	м <sup>3</sup> /ч	125	128	125	-3	0
Содержание кислорода в дутье	%	28.2	27.6		0.6	28.2
Содержание Si в чугуне	%	0.50	0.65	0.50	-0.15	0.00
Теоретическая температура горения	°С	2134	2064		70	2134
Основность шлака простая CaO/SiO <sub>2</sub>	ед.	1.05	1.06		-0.01	1.05
Основность шлака суммарная (CaO+MgO)/SiO <sub>2</sub>	ед.	1.25	1.20		0.05	1.25
Давление колошникового газа	кПа	1.35	1.35		0.00	1.35
Содержание Fe в шихте	%	57.60	59.77		-2.17	57.60

Рис. 2.13

## 2.10 Мнемосхема «Ввод показателей еженедельного планирования работы ДП»

На мнемосхеме «Ввод показателей еженедельного планирования работы ДП» (рис. 2.14) предназначена для отображения плановых показателей работы ДП.

Наименование	Ед. изм.	План
Суток работы	сут	7.00
Производство за выбранный период	т	21900
Среднесуточное производство	т/сут	3350
Удельный расход кокса	кг/т	398.0
Средний проплав железорудной шихты	т/сут	5700
Среднее количество подач в смену	шт.	84
Расход горячего дутья	м <sup>3</sup> /мин	2900
Рудная колоша	т	38.0
Рудная нагрузка	ед.	4.2
Температура горячего дутья	°С	1160
Расход кислорода	м <sup>3</sup> /ч	17000
Удельный расход природного газа	м <sup>3</sup> /ч	127
Содержание кислорода в дутье	%	29.0
Содержание Si в чугуне	%	0.50
Теоретическая температура горения	°С	2134
Основность шлака простая CaO/SiO <sub>2</sub>	ед.	1.05
Основность шлака суммарная (CaO+MgO)/SiO <sub>2</sub>	ед.	1.25
Давление колошникового газа	кПа	1.35
Содержание Fe в шихте	%	57.80

Рис. 2.14

## 2.11 Мнемосхема «Оптимизация»

На мнемосхеме «Оптимизация» (рис. 2.15) отображает результаты расчета оптимальных режимов работы ДП по критериям максимума производства чугуна и минимума УРК с учетом технологических ограничений.

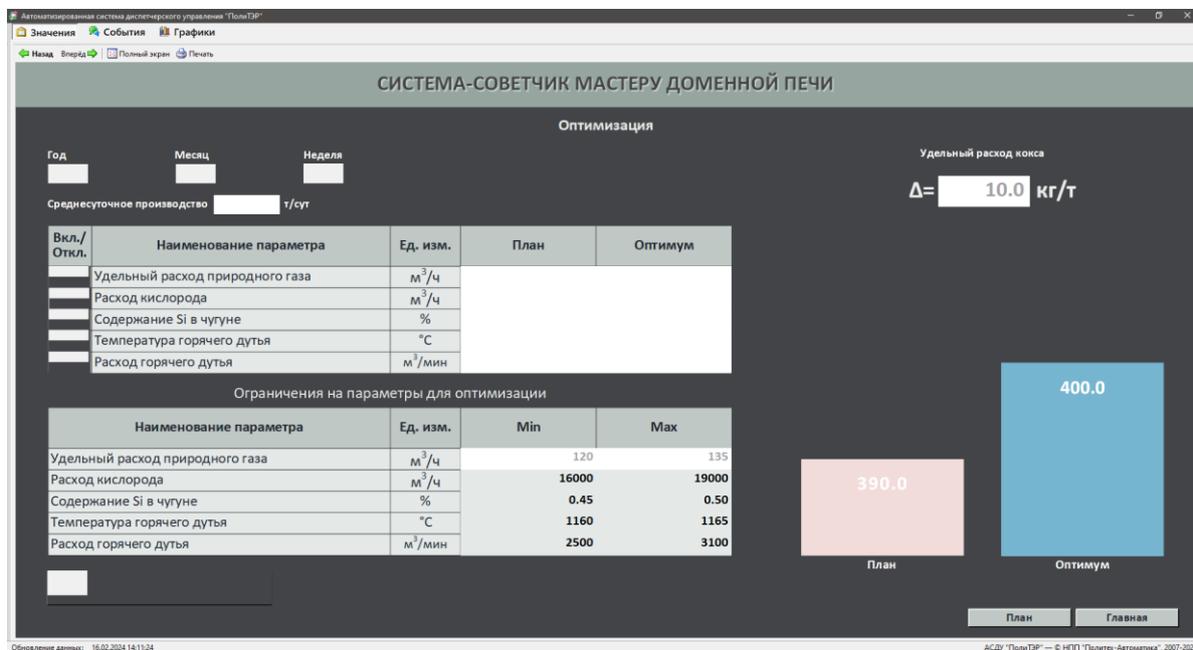


Рис. 2.15



## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ**

БД – база данных.

ДП – доменная печь.

ЖРС – железорудное сырье.

ОС – операционная система.

ПГ – природный газ.

ПО – программное обеспечение.

ПО – программное обеспечение.

Система – система-советчик мастеру доменной печи.

СУБД – система управления базой данных.

**Программное обеспечение**  
**«Система-советчик мастеру доменной печи».**  
**Описание функциональных характеристик экземпляра программного обеспечения**

Авторы-составители:  
Басалаев Александр Анатольевич

Текущая версия документа сформирована  
20 января 2024 г.

Распространение и тиражирование настоящего документа и отдельных его частей  
допускается только с письменного разрешения ООО НПП «Политех-Автоматика».