

в помощи пользователю. Распространенным примером является предоставление доступа в сеть Интернет, при этом провайдер должен зафиксировать в SLA, что он гарантирует заявленную скорость доступа только в своем сегменте сети, так как за ее пределами у него просто нет механизма устранения неполадок.

5) Неполная передача данных, о существующих ошибках и структуре сервиса, разработчиками специалистам службы эксплуатации. Что в свою очередь вызывает неэффективные затраты ресурсов на поиск уже известных решений.

Для внедрения вышеописанной технологии было выбрано местное предприятие «ООО ВИК Мастер». Данная компания занимается предоставлением широкого спектра телекоммуникационных услуг, таких как:

- 1) выделенный доступ в сеть Интернет;
- 2) IP-телефония;
- 3) мобильная связь.

На первом этапе были определены основные требования по обработке инцидентов, сформированы соглашения по уровню предоставляемых сервисов, а также выбран инструментарий для реализации процесса управления инцидентами – Открытая система обработки заявок (англ. Open-source Ticket Request System).

Затем была произведена первичная настройка системы в соответствии с определенными на первом этапе требованиями, проведен инструктаж персонала по работе с системой и начата тестовая эксплуатация, в ходе которой собирались и реализовывались пожелания по функционированию.

После отладки системы, в течение трех месяцев производилась регистрация всех инцидентов, поступающих в службу технической поддержки. Это было необходимо для того, что бы определить закономерности возникновения проблем и автоматизировать работу службы эксплуатации.

На данный момент в систему обработки заявок вносятся инциденты, которые не удалось решить во время первичного обращения клиента, они составляют порядка сорока процентов обращений.

УПРАВЛЕНИЕ НАГРЕВОМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ С ДЕТЕРМИНИРОВАННЫМ АДАПТИВНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

© Е.Ю. Воронцов, В.Г. Лисиенко, Н.Н. Пономарев, 2012

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург*

Предложена модель управления нагревом металла в электрической печи сопротивления с детерминированным адаптивным регулятором, адаптация в котором проводится с использованием линейных моделей объектов и дискретной активной идентификации параметров объектов регулирования.

Задача модели состоит в улучшении качества регулирования при нагреве материала в электрической печи сопротивления при сохранении непрерывности и быстродействия процесса адаптации регулятора температуры печи.

Модель включает в себя последовательно соединенные блоки: блок электрической печи сопротивления, блок датчиков, блок оценивания выходных параметров объекта, элемент сравнения выходных параметров объекта и заданных значений выходных параметров объекта, блок регулятора, элемент сравнения выходной величины регулятора и возмущающего воздействия, блок линейной модели объекта, блок расчета настроек и блок коррекции настроек регулятора. Дополнительно модель снабжена блоком нелинейной модели

объекта, блоком сравнения параметров линейной и нелинейной моделей объекта, блоком расчета нелинейной коррекции параметров линейной модели [1].

На этапе проектирования модели, применим метод определения параметров адаптации регулятора температуры электрической печи сопротивления, включающий в себя оценку выходных параметров объекта, сравнение выходных параметров и заданных значений выходных параметров объекта, расчет и коррекцию настроек регулятора [2].

Проектирование S-модели произведем с использованием программного пакета Simulink системы Matlab 6.5 [3].

Далее рассмотрим отдельные блоки модели.

Нелинейная модель включает основную нелинейность объекта в виде зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры печи и температуры металла (рис. 1). Для высокотемпературного теплового объекта при использовании для описания процессов теплообмена закона четвертой степени температур (закона Стефана – Больцмана) вместо закона первых степеней температур (закона Ньютона) величина коэффициента теплоотдачи [4; 5]

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{\epsilon_{\text{в}} \cdot \sigma_0 \cdot (T_{\text{п}}^4 - T_{\text{м}}^4)}{T_{\text{п}} - T_{\text{м}}}, \quad (1)$$

где $\epsilon_{\text{в}}$ – видимый коэффициент теплоотдачи излучением;

$T_{\text{п}}$ – температура пирометра;

$T_{\text{м}}$ – температура металла;

$T_{\text{п}}$ – температура печи,

$\sigma_0 = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$.

Температура металла $T_{\text{м}}$ определяется по известным в [2] выражениям.

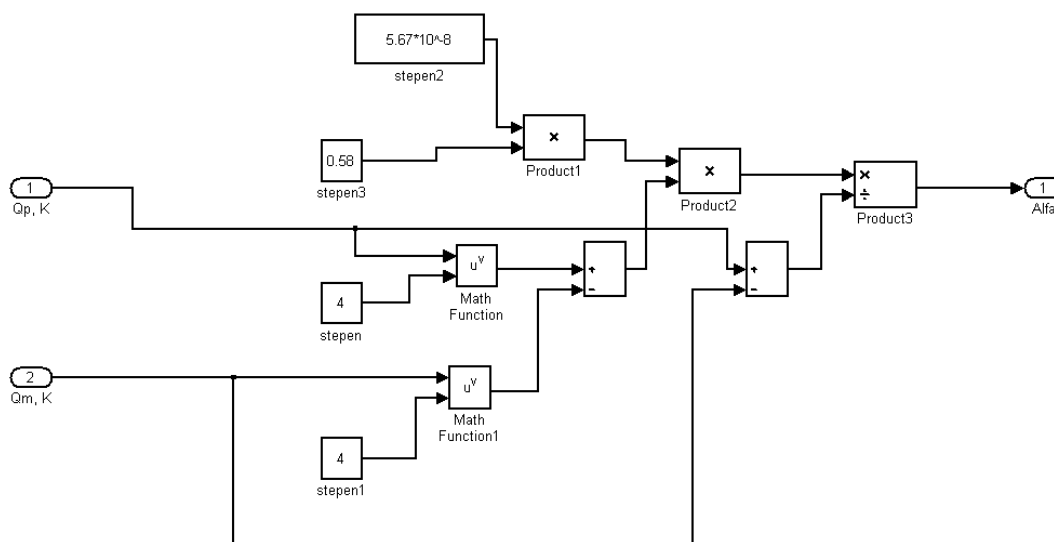


Рис. 1

По рассчитанным значениям коэффициента теплоотдачи определяются скорректированные значения постоянной времени.

Далее по методике Копеловича определяются скорректированные значения настроек ПИД-регулятора для апериодического процесса регулирования [6] (рис. 2).

$$K_{\delta} = \frac{0.95 \cdot T_{i\dot{a}\ddot{e}}}{K \cdot \tau_{\dot{\varphi}\ddot{a}\ddot{i}}}, T_{\dot{e}} = 2.4 \cdot \tau, T_{\ddot{a}} = 0.4 \cdot \tau \quad (2)$$

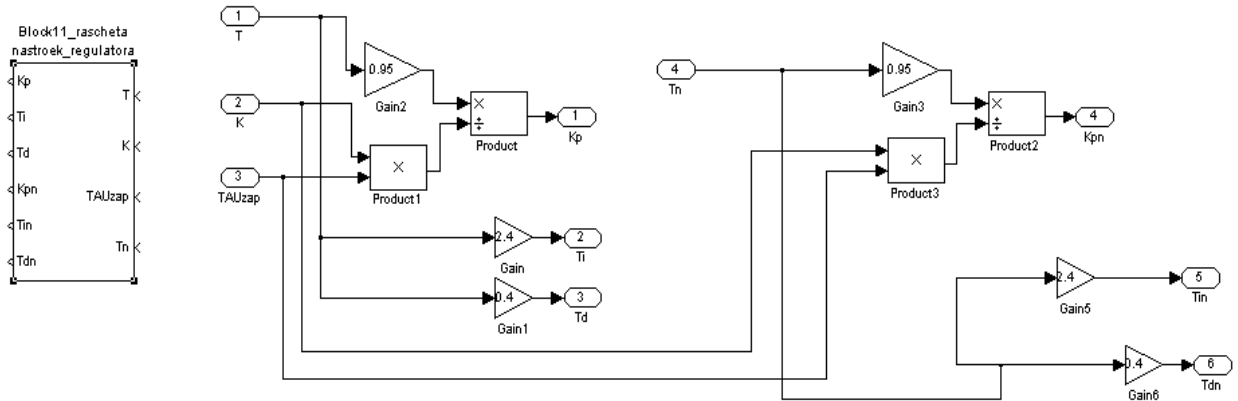


Рис. 2

Общая схема модели представлена на рис. 3.

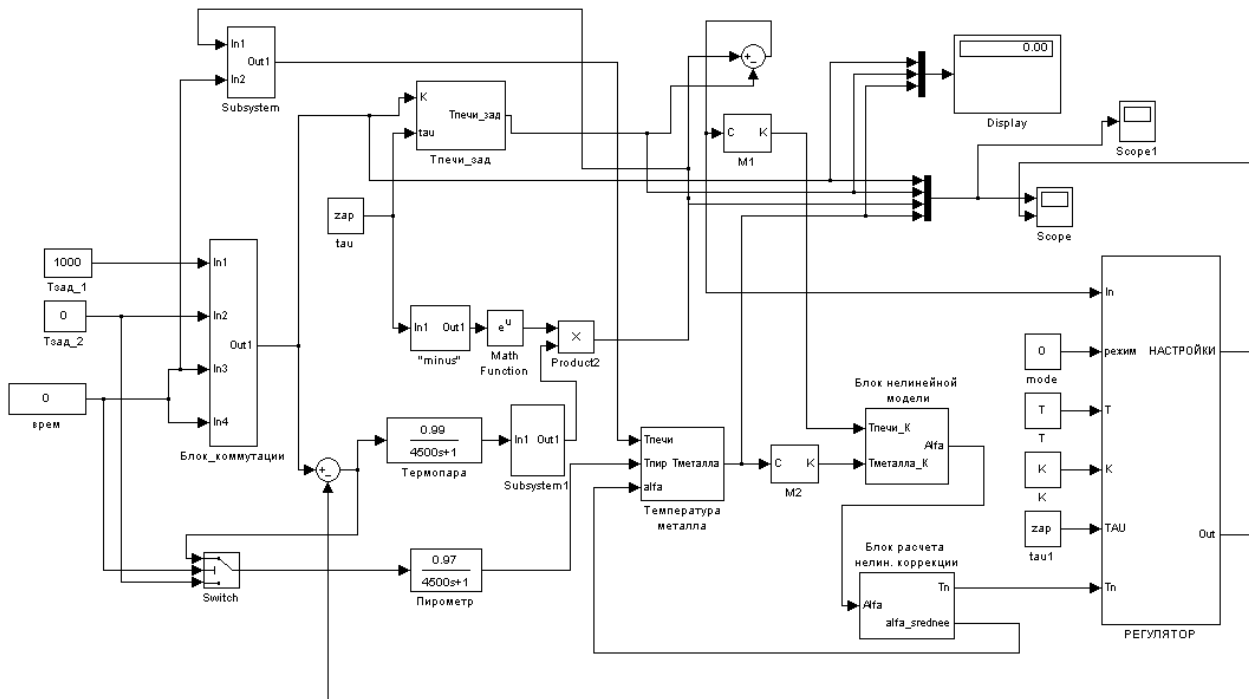


Рис. 3

Недостатком модели является то, что для проведения процедуры адаптации используются линейные модели объекта, а также и то, что в процессе идентификации динамических характеристик объекта на входе объекта в дискретном режиме наносятся активные возмущающие воздействия, приводящие к динамическим отклонениям регулируемых параметров объекта от заданных значений, что, в свою очередь, приводит к возникновению дополнительных динамических погрешностей и нарушений технологических

процессов. Кроме того, при реализации этого способа для проведения идентификации параметров объекта требуется формировать специальные возмущающие воздействия, например, в виде единичного скачка, бинарного шума и т.д., а сам процесс идентификации, основанный на стохастическом методе «черного ящика», протекает дискретно во времени, что приводит к задержке в коррекции настроек регулятора и дополнительным погрешностям в процессе регулирования, особенно ощутимым для сравнительно инерционных объектов регулирования [1].

Моделирование произведем для процесса нагрева титановых прутков из сплава ВТ1-0, как при средних настройках, так и при адаптивных.

Степень черноты титана взята равной 0,35 [7]. Нагрев будет происходить при следующих условиях: $\dot{\theta}_{\text{зад}} = 995 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\dot{\theta}_{\text{зад}} = 975 \text{ } ^\circ\text{C}$

При этом необходимая стабильность поддержания температурного режима может изменяться в пределах от ± 5 до $\pm 15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Промоделировав процесс, получаем: выходные характеристики объекта при средних настройках (рисунок 4) и адаптивных настройках (рисунок 5). При этом от 0 до $0,8 \times 10^{-4} \text{ с}$ происходит процесс разогрева печи до заданной температуры, после чего в разогретую печь загружается металл.

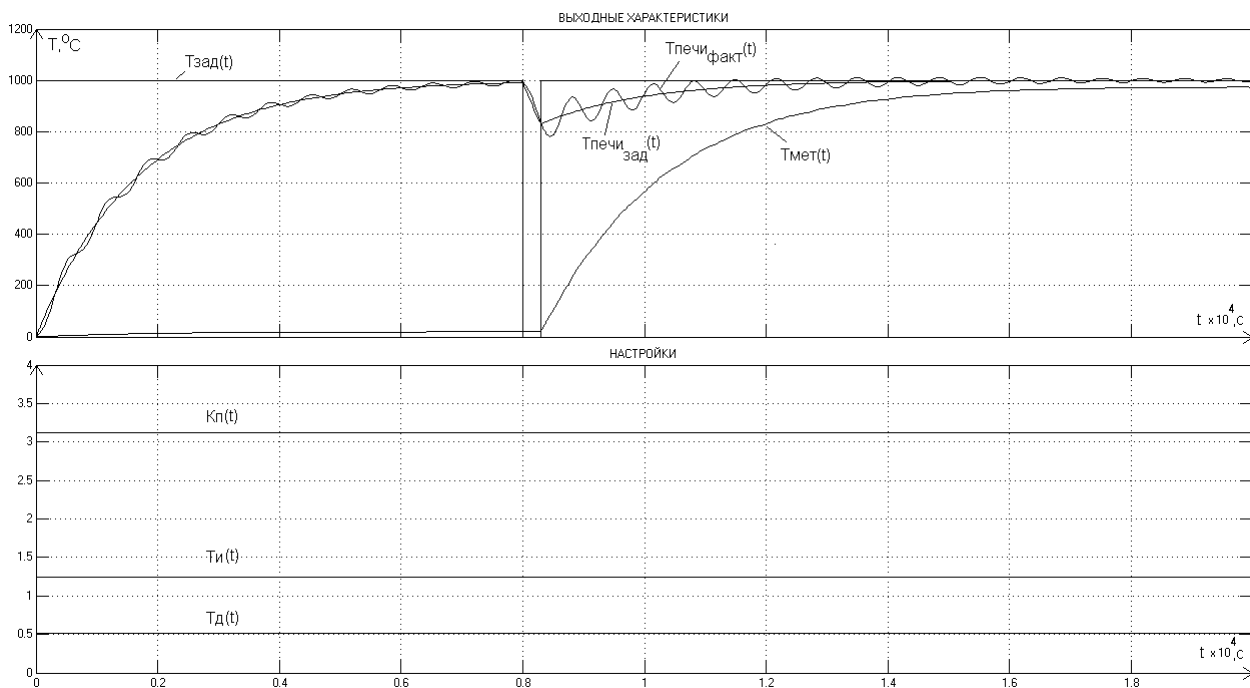


Рис. 4

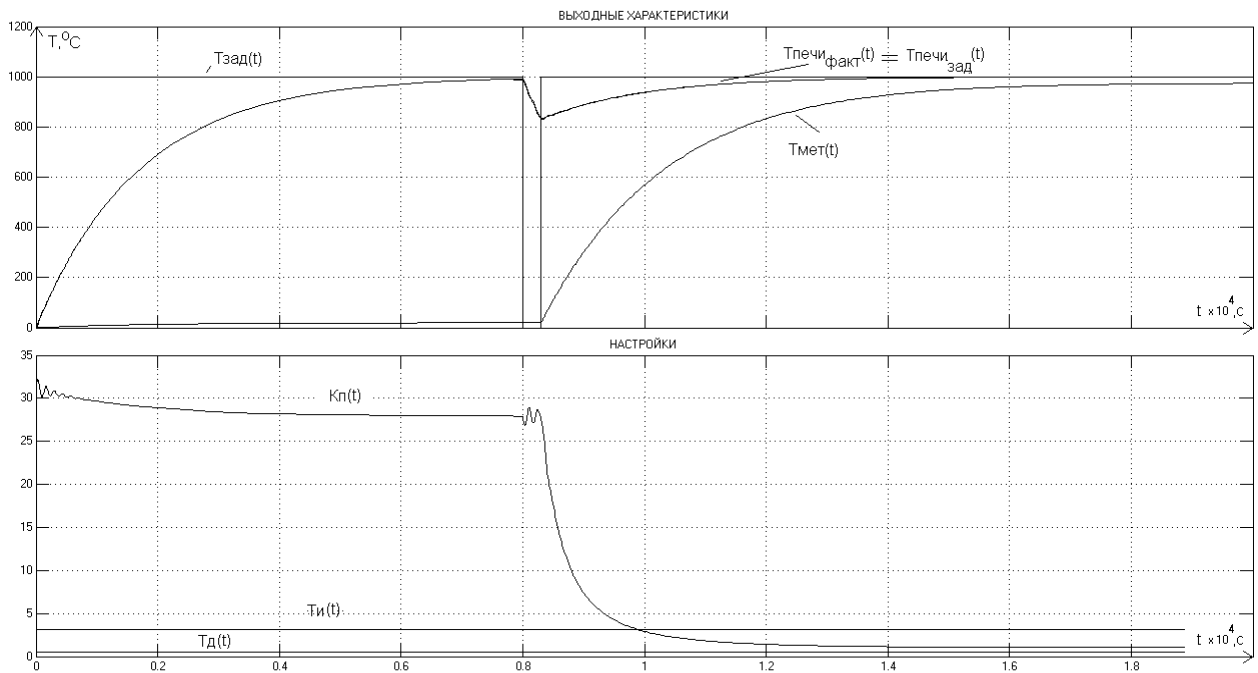


Рис. 5

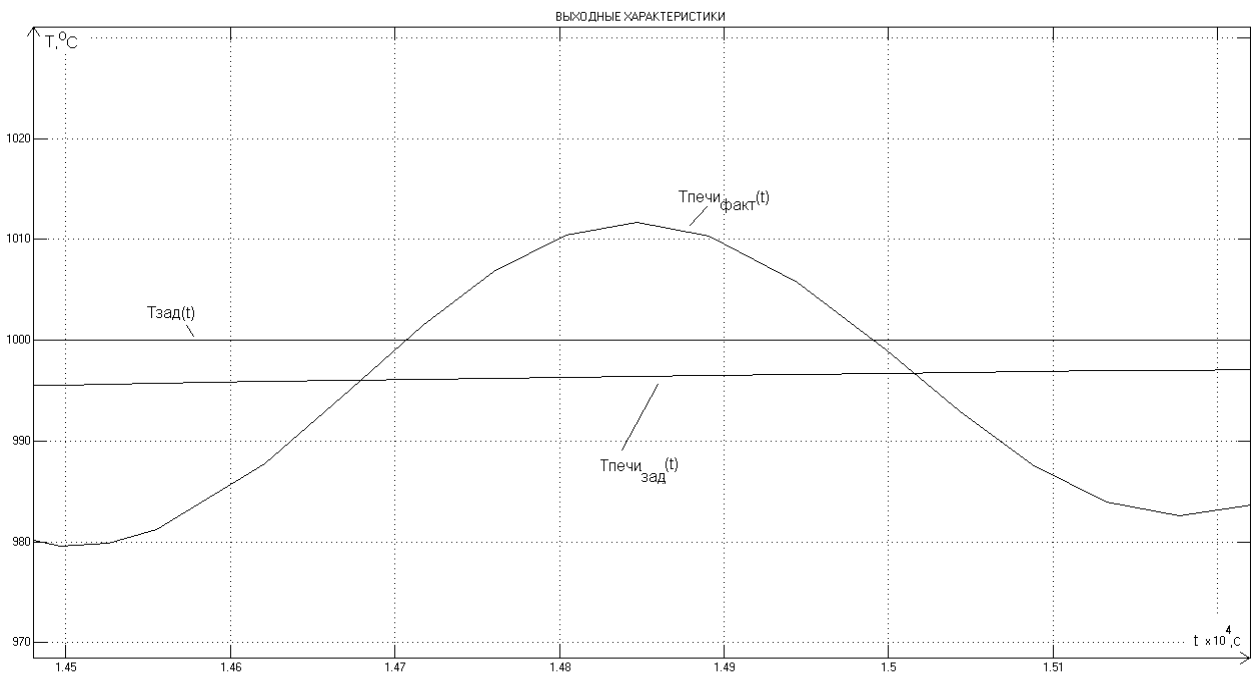


Рис. 6

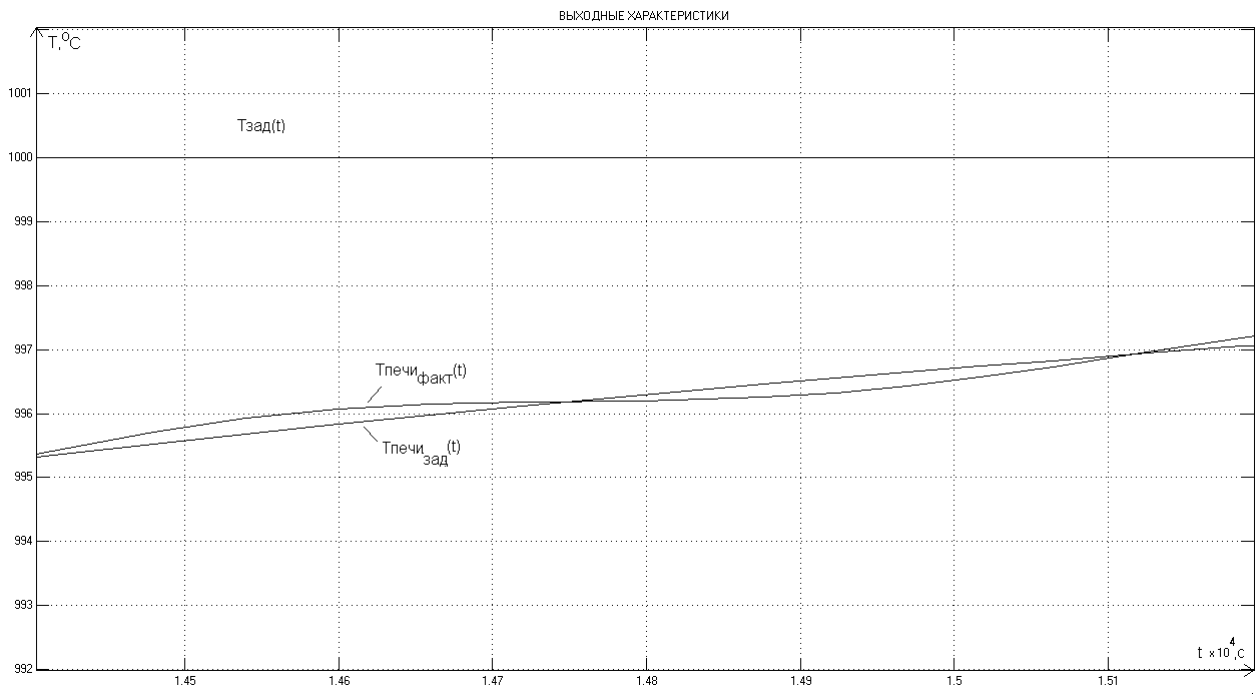


Рис. 7

Увеличим скорость нагрева и вновь промоделируем процесс

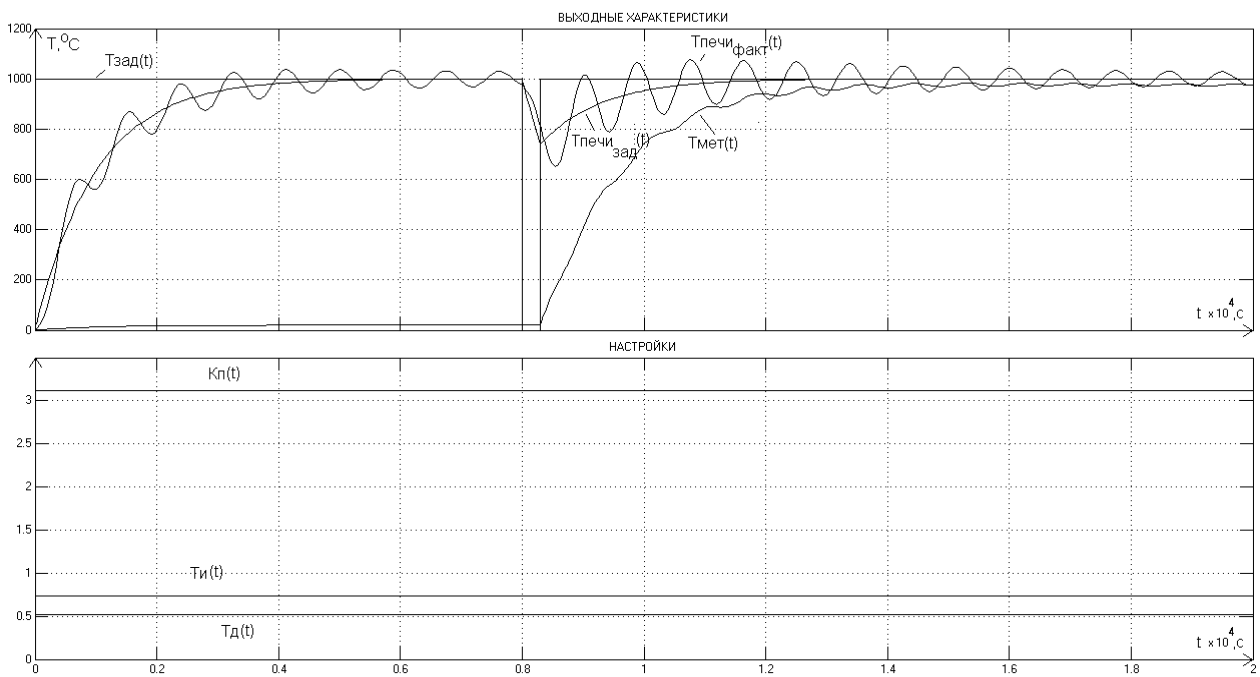


Рис. 8

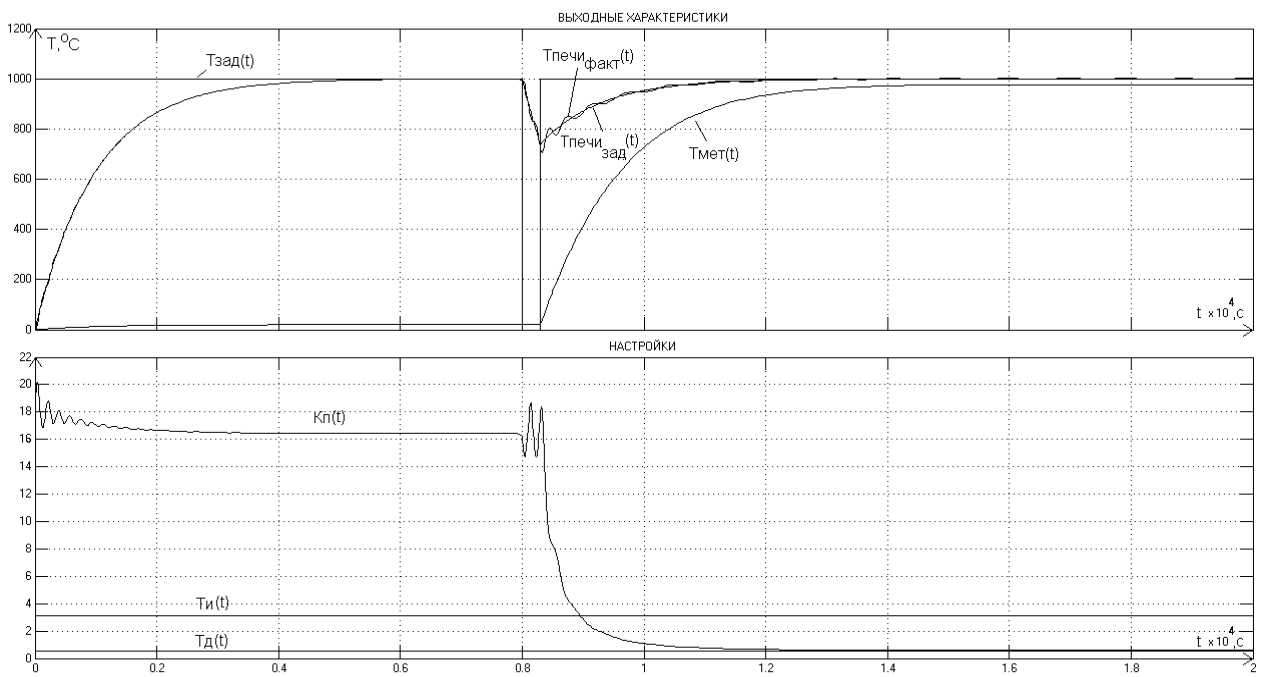


Рис. 9

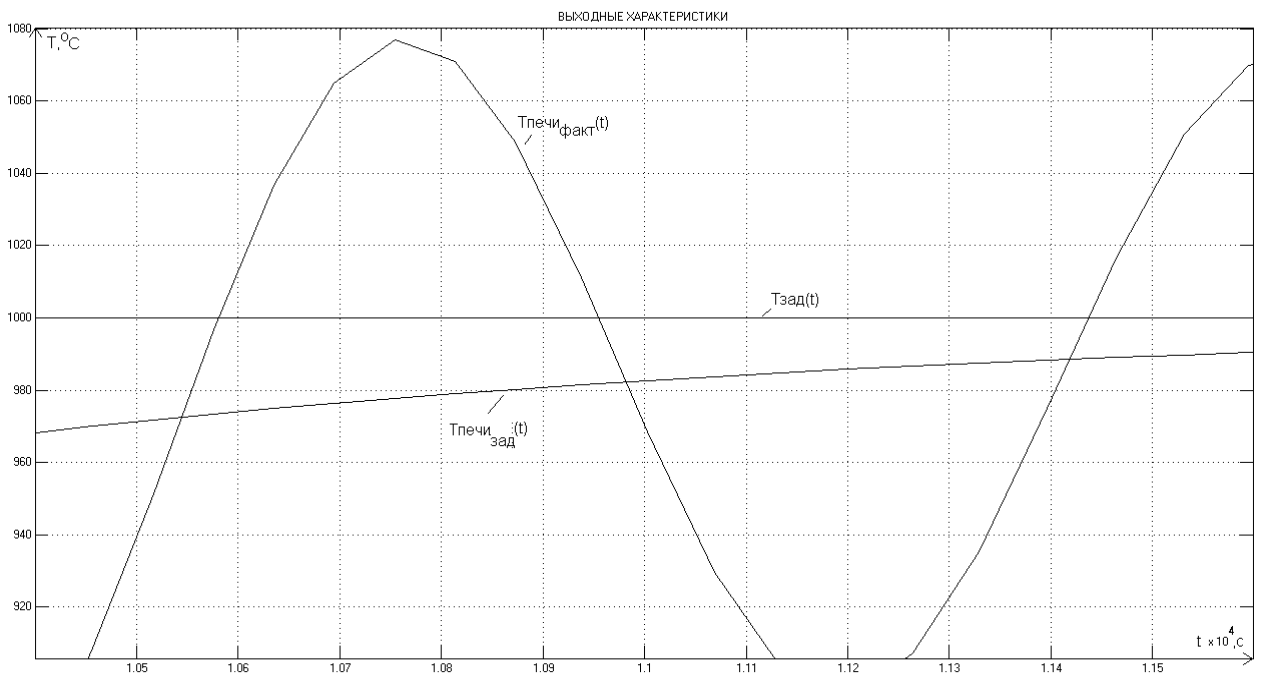


Рис. 10

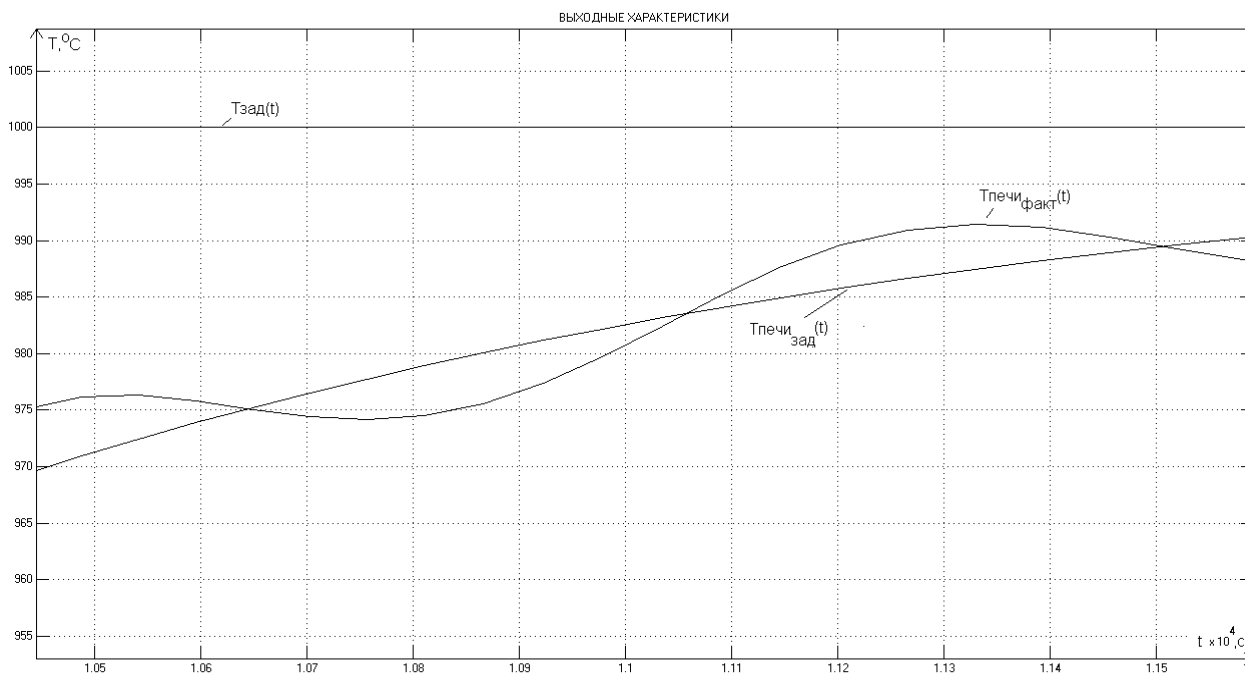


Рис. 11

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

При не высокой скорости нагрева регулятор со средними настройками осуществляет управление процессом нагрева в пределах допустимых заданных технологических значений (рис. 4). Его отклонение от заданного составило $\mp(12 \dots 14)^\circ C$ (рис. 6). При этом отклонение от заданного значения регулятора, использующего адаптивные настройки, составило $\mp(0.3 \dots 0.5)^\circ C$ (рис. 7).

Однако с увеличением скорости нагрева, регулятор со средними настройками не справился с поставленной задачей (рис. 8). Его отклонение от заданного значения составило $\mp(80 \dots 100)^\circ C$ (рис. 10) и выходит за предельно допустимые границы, что может привести к несоответствию механических свойств изделия требованиям технических условий.

При управлении процессом нагрева с использованием адаптивного регулятора отклонение от заданного значения составило $\mp(3 \dots 5)^\circ C$ (рис. 11), при этом время нагрева изделия до заданной температуры можно существенно сократить на 1,11 часа. И так при адаптивных настройках регулятора на протяжении всего периода нагрева в соответствии с заданным технологическим процессом было осуществлено поддержание температурного режима печи в заданном диапазоне.

Таким образом, непрерывная корректировка настроек регулятора (рис. 5, рис. 9) позволяет обеспечить процесс регулирования с минимальными динамическими отклонениями, что в свою очередь позволит как осуществить равномерный нагрев материала по объему, так и снизить потребляемую печью мощность за счет уменьшения времени нагрева изделия.

Список использованных источников

1. Лисиенко В.Г. Устройство адаптации регулятора. Патент на изобретение РФ № 228 5943, Оpubл. 20.10.2000. Бюл. № 29.
2. Воронцов Е.Ю., Лисиенко В.Г. Способ детерминированной адаптации регулятора температуры электрической печи сопротивления // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. № 7. С. 147–148.
3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. СПб.: КОРОНА-Век, 2008. 368 с.

4. *Лисиенко В.Г., Волков В.В., Гончаров А.Л.* Математическое моделирование теплообмена в печах и агрегатах. Киев: Наукова думка, 1984. 232 с.
5. *Невский А.С.* Лучистый теплообмен в печах и топках. М.: Metallurgy, 1971. 439 с.
6. *Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В.* и др. Теплотехника металлургического производства : учеб. пособие для вузов. Т. 1. М.: МИСиС, 2002. 608 с.
7. *Лисиенко В.Г., Шлеймович Е.М., Ладыгичев М.Г., Санников С.П., Щелоков Я.М.* Температура: теория, практика, эксперимент : справ. изд. В 3-х т. Т. 1, кн. 2 : Методы контроля температуры / под ред. В.Г. Лисиенко. М.: Теплотехник, 2009. 339 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ВАГРАНОЧНОГО ПРОЦЕССА

© И.А. Гунько, О.В. Матюхин, В.И. Матюхин, 2012

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург*

При изучении дисциплин теплотехнического цикла студенты в зависимости от поставленных задач и условий должны получить знания о составлении материальных балансов, инженерных методах расчета тепловых процессов и конструктивных параметров агрегата.

В настоящее время наблюдается рост тенденции к информатизации учебного процесса, создаются информационные модули, лабораторные практикумы, формируются базы данных, отражающие всю необходимую для работы информацию в четко структурированном и целостном виде. Это значительно упрощает и улучшает качество обучения студентов. Цель данной работы – разработать информационную систему для расчета ваграночного процесса плавки. Предлагаемое программное обеспечение позволит систематизировать данные и улучшить эффективность учебного процесса студентов, обучающихся по специальностям металлургического профиля, более корректно производить оценку уровня знаний с меньшей затратой времени.

Программное обеспечение предназначено для автоматизации учебного процесса. Оно позволит проводить лабораторные работы, автоматически рассчитывать теплотехнические задачи и предоставлять пользователю результаты в численном виде, графическую интерпретацию полученных результатов в виде графиков и диаграмм, возможность печати отчетов. Использование данного программного средства направлено на обеспечение удобства проведения практикумов по учебным дисциплинам металлургического профиля, возможности получения базовых знаний студентов по предметной области, для наглядного отображения и структурирования данных, используемых преподавателем.

Программный продукт написан с использованием среды разработки MS Visual Studio.NET 2010 на языке программирования C#. В его основе лежит разработка клиентского модуля. База данных была создана в среде SQL Server 2008.

C# – объектно-ориентированный язык программирования, который поддерживает инкапсуляцию, наследование и полиморфизм. Он имеет прекрасную поддержку компонентов, надежен и устойчив благодаря использованию обработки исключений, является одним из базовых языков современных платформ.

Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных (СУБД). Основной используемый язык запросов – Transact SQL, является реализацией стандарта по структурированному языку запросов (SQL) с расширениями. Используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных баз данных масштаба предприятия, конкурирует с другими СУБД в этом сегменте рынка. Для обеспечения доступа к данным Microsoft SQL Server – интерфейс взаимодействия приложений с СУБД.