

УДК 004.942;66.011

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Е.Н. Ивашкина, И.М. Долганов, Р.В. Романовский, Н.В. Чеканцев,
Э.Д. Иванчина, И.О. Долганова, М.В. Киргина, С.В. Семакин

Томский политехнический университет
E-mail: IceFlame@sibmail.com

Разработана и программно реализована в среде Delphi 7.0 компьютерная программа для тестирования технологов нефтеперерабатывающих производств. Система тестирования включает в себя вопросы по технологическим процессам и взаимодействию с базами данных локального и сетевого назначения. Программный продукт может быть использован для мониторинга и повышения квалификации инженерно-технического персонала. Отличительной особенностью предложенной системы тестирования и диагностики отклонений от штатного режима работы установки является функциональная взаимосвязь с математической моделью производства линейных алкилбензолов. Это обеспечивает возможность количественной оценки оптимизируемых параметров.

Ключевые слова:

Инженерно-технический персонал, база данных, компьютерная программа, система тестирования, производство линейных алкилбензолов.

Key words:

Engineering staff, data base, computer program, testing system, production of linear alkylbenzenes.

Введение

Нефтехимическая отрасль – одна из самых перспективных, постоянно расширяющихся и прибыльных. Вместе с тем, предприятия нефтехимического комплекса представляют собой объекты повышенной опасности. Это связано с природой используемого сырья, промежуточных и целевых продуктов. Такая особенность накладывает на инженерно-технический персонал определенную ответственность – необходимость принимать решения в аварийных ситуациях, реагировать на изменения состава реакционной смеси с целью обеспечения оптимального технологического режима и максимального качества товарных продуктов [1, 2].

На крупном производстве с большим количеством установок контроль уровня компетентности персонала затруднителен. Эффективным инструментом поддержания и повышения квалификации сотрудников предприятия является применение компьютерных тестирующих программ, разработанных с учетом индивидуальных особенностей предприятия.

Таким образом, целью работы стало создание компьютерной программы, позволяющей решать проблему контроля и повышения уровня знаний и умений инженерно-технического персонала завода.

Программа тестирования знаний

На кафедре химической технологии топлива Института природных ресурсов Томского политехнического университета была разработана программа тестирования знаний инженерно-технического персонала нефтехимического предприятия.

Тестовая программа предполагает использование баз данных, в которых хранится информация о пользователях, структура тестов, результаты проведенного тестирования и т. д.

Существует четыре основных модели баз данных [3]:

- автономные;
- файл-серверные;
- клиент/сервер;
- многоуровневые распределенные.

Кратко рассмотрим эти модели.

Автономные базы данных являются наиболее простыми. Они хранят свои данные в локальной файловой системе на том компьютере, на котором установлены; система управления и машина базы данных, осуществляющая к ним доступ, находится на том же самом компьютере. Сеть не используется. Автономные базы данных полезны для развития тех приложений, которые распространены среди многих пользователей, каждый из которых поддерживает отдельную базу данных.

Файл-серверные базы данных отличаются от автономных тем, что они могут быть доступны многим клиентам через сеть. Сама база данных хранится на сетевом файл-сервере в единственном экземпляре. Для каждого клиента во время работы создается локальная копия данных, с которой он манипулирует. Одним из недостатков баз данных файл-сервер является непроизводительная загрузка сети. При каждом запросе клиента данные в его локальной копии полностью обновляются из базы данных на сервере.

Для больших баз данных с множеством пользователей часто используются *базы данных на платформе клиент/сервер*. В этом случае доступ к базе данных для группы клиентов выполняется специальным компьютером-сервером. Клиент дает задание серверу выполнить те или иные операции поиска или обновления базы данных. И мощный сервер, ориентированный на операции с запроса-

ми самым оптимальным способом, выполняет их и сообщает клиенту результаты своей работы.

Кроме того существуют *многоуровневые распределенные базы данных*. Наиболее распространен трехуровневый вариант:

- нижний – приложения клиентов, расположенные на компьютерах пользователя и обеспечивающие пользовательский интерфейс;
- средний – сервер приложений, обеспечивающий обмен данными между пользователями и распределенными базами данных. Сервер приложений размещается в узле сети, доступном всем клиентам;
- верхний – удаленный сервер баз данных, принимающий информацию от серверов приложений и управляющий ими [4].

В разработанной программе используется файл-серверная база данных, так как данный тип наиболее приемлем для обеспечения одновременного тестирования многих пользователей.

Программа тестирования знаний инженерно-технического персонала нефтехимического предприятия создана с применением базы данных Microsoft Access 2010 и других современных средств объектно-ориентированного программирования. Программа предназначена для работы в среде операционных систем семейства Windows, также желательно наличие пакета Microsoft Office 2010.

Перед входом в программу тестирования производится идентификация пользователя. Программой также предусмотрена регистрация новых участников тестирования с указанием занимаемой ими должности.

Далее следует выбор темы тестирования и уровня тестируемого (0 – базовый, 1 – средний, 2 – высокий или 3 – экспертный), рис. 1.

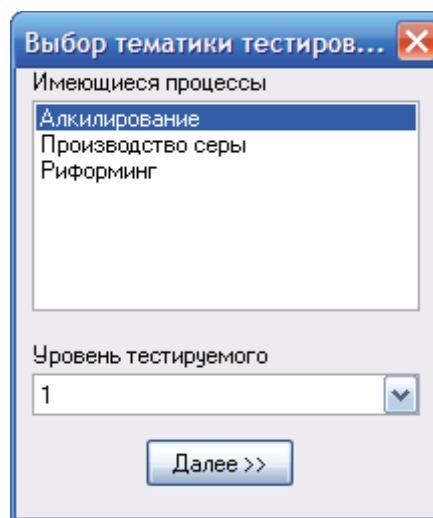


Рис. 1. Выбор тематики тестирования

Затем пользователю предлагается ответить на вопросы, соответствующие выбранному уровню и тематике, рис. 2. Предполагается выбор только одного из четырех вариантов ответа.

После ответа на последний вопрос результаты сохраняются из клиентской базы данных (Client.mdb) в хранилище данных (Server.mdb). Затем результаты тестирования сводятся в наглядную таблицу с указанием количества правильных и неправильных ответов, рис. 3.

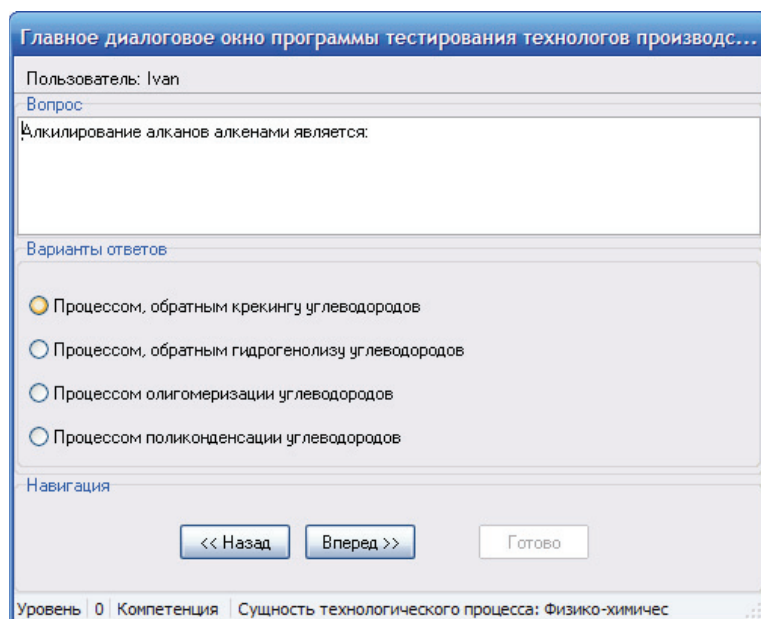


Рис. 2. Главное диалоговое окно программы тестирования технологов производства

Результаты тестирования	
Логин	Ivan
Фамилия	Иванов
Имя	Иван
Отчество	Иванович
Ранг	1
Процесс	Алкилирование
Кол-во прав. ответов	34
Кол-во неправ. ответов	5

Рис. 3. Результаты тестирования

Клиентская база Client.mdb содержит в себе одну таблицу Result_Table (табл. 1).

Таблица 1. Структура клиентской базы данных

Название таблицы	Поля таблицы
Result_Table	Key
	Question
	Answer
	UserAnswer

Хранилище данных Server.mdb содержит в себе четыре таблицы (табл. 2).

Таблица 2. Структура хранилища данных

Название таблицы	Поля таблицы	Название таблицы	Поля таблицы
Question_Table	Key	User_Rang_Table	Key
	Rang		Login
	Question		UserRang
	Answer		TopicProcess
	CorrectAnswer		Topic1
	TopicProcess		Topic2
	Topic1		Topic3
	Topic2		Topic4
Result_Table	Key	Users_Table	Key
	Login		Login
	Question		Password
	UserAnswer		Name
			MidleName
			SurName
			Position

Компьютерный тренажер для обучения действиям при аварийных ситуациях

Представленная ранее программа тестирования знаний инженерно-технического персонала, предполагающая выбор готового ответа, позволяет проверить теоретические знания сотрудников. Однако тестирование такого уровня является недостаточным, так как теоретические знания, которым должен обладать инженерно-технический персонал

должны быть подкреплены практическим умением действовать в нестандартных и аварийных ситуациях на производстве. Получить такие навыки специалист предприятия может с помощью компьютерного тренажера – интеллектуальной системы, моделирующей различные происшествия на конкретной установке и предлагающей специалисту предприятия выбрать те или иные действия, позволяющие нормализовать работу установки.

В качестве примера рассмотрим интеллектуальную систему «Компьютерный тренажер для обучения инженерно-технического персонала действиям при аварийных ситуациях на производстве алкилбензолов», разработанную на кафедре химической технологии топлива. С понятием интеллектуальной системы связаны понятия предметной области и проблемной среды. Предметной областью данной системы является технологический процесс получения линейных алкилбензолов и линейных алкилбензолсульфонатов. Проблемной средой являются отклонения в работе промышленной установки в процессе производства линейных алкилбензолов и возникновение аварийных ситуаций.

Разработанная интеллектуальная система включает в себя *базу знаний*, содержащую информацию о функционировании основных узлов производства линейных алкилбензолов в виде правил, заключений, рекомендаций (данная информация используется как входные данные в модели представления знаний), а также *организующую программу*, представляющую собой объект принятия решения (сюда поступает информация от разработчиков и от пользователей). Пользователи выступают в качестве экспертов, помогают пополнить информацию предприятия относительно изучаемого процесса и тем самым расширить круг задач, решаемых системой.

Интеллектуальная система позволяет выполнять решение задач с привлечением пользователя, так как содержит пояснения, сообщения, объяснения на доступном для всех языке. Это позволяет пользователям – инженерно-техническими работниками предприятия проводить адаптацию и усовершенствование интеллектуальной системы.

Основой для сбора и анализа информации стал технологический регламент процесса дегидрирования-гидрирования, исследования и рекомендации фирмы-разработчика технологии, а также исследования, проводившиеся персоналом установки.

Для использования собранной информации необходима ее формализация и систематизация в некую базу знаний. Наличие базы знаний необходимо для оперативного проведения диагностики отклонений в работе промышленных установок. Для того, чтобы компьютерная система могла обрабатывать знания экспертов и данные о предметной области, они должны быть записаны в удобном формализованном виде [5]. В данном случае для представления знаний была выбрана продукционно-фреймовая модель, так как подобные модели удобны для

Таблица 3. Фрагмент базы знаний инцидентов и аварийных ситуаций на производстве алкилбензолов

Возможные аварийные ситуации	Предельно допустимые значения параметров	Причины аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению аварийной ситуации. Проверить...			
1. Низкий уровень парафинов в емкости V-301	не менее 21 %	1. Недостаточная подача парафинов из колонны С-405	1. работу колонны С-405 2. работу насоса Р-410 А/В 3. работу R-302 А/В и технологическую схему подачи парафинов с установки алкилирования в V-301			
		2. Недостаточная подача свежих парафинов из колонны С-202 или из резервуарного парка цеха № 51	1. работу колонны С-202 2. технологические схемы подачи свежих парафинов из С-202 и из парка цеха № 51			
2. Повышение температуры выше допустимого значения на выходе из печи F-301 (поз. TIRC-16, TI-17)	не более 510 °С	1. Нарушение режима топки печи F-301	1. работу горелок и подачу воздуха в печь 2. содержание кислорода в печи F-301 3. систему подготовки топливного газа и мазута 4. работу клапанов контрольно-измерительных приборов по газу и мазуту			
			3. Повышение давления выше рабочего в реакторе R-301	не более 200 кПа	1. нарушение работы узла регулирования подачи водорода (регулирующая цепь FIRCSALL-56)	1. правильность работы регулирующей цепи FIRCSALL-56
					2. Нарушение работы воздушного холодильника А-301	1. положение лопастей вентиляторов и температуры на выходе А-301 по TI-61
					3. Нарушение работы сепаратора V-303	1. уровень в сепараторе V-303 по LICANL-65 и давление по PIRCAL-63
4. Нарушение работы каплеотделителя V-308	1. перепад давления на фильтре V-308 по PDI-120					
5. Пропуск ППК на выкиде компрессора К-301	1. ППК на предмет нагревания и давления в линии факела					

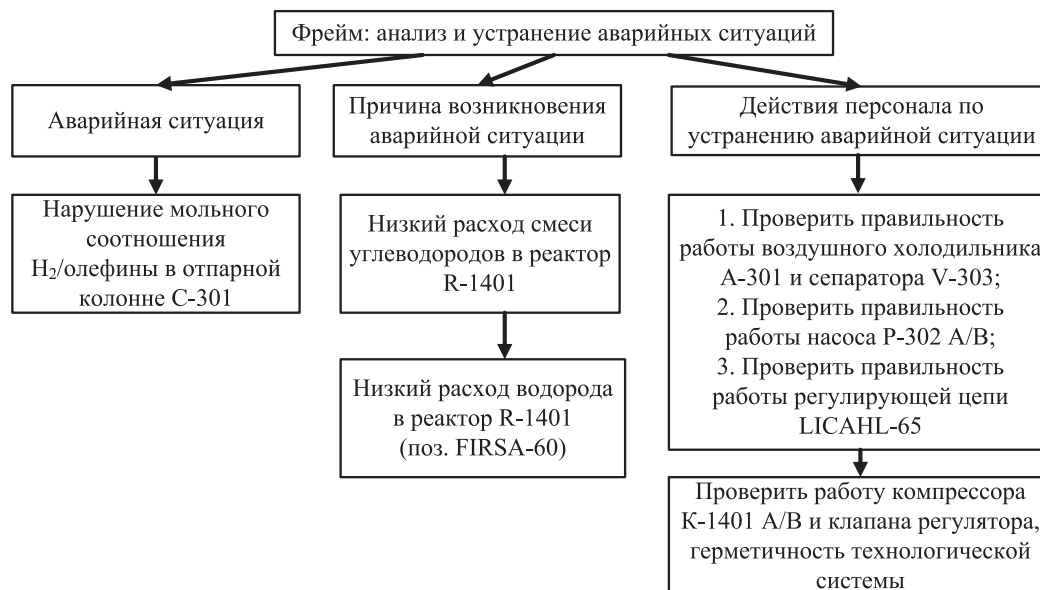


Рис. 4. Фрагмент фреймовой модели анализа аварийных ситуаций на производстве алкилбензолов

описания структуры и характеристики однотипных объектов (процессов, событий, ситуаций).

Разработанная модель состоит из трех слотов: «аварийные ситуации», «причины аварийных ситуаций» и «действия персонала по устранению аварийной ситуации», рис. 4.

В табл. 3 приведена часть проанализированной информации, а также результаты поиска, систематизации и структурирования информации об от-

клонениях в работе промышленных установок, которые могут привести к возникновению аварийных ситуаций на данном производстве. Систематизация знаний соответствует логической цепочке рассуждений отклонение – признак причины отклонения – диагноз – рекомендации.

Разработанная модель была программно реализована с помощью интегрированной среды разработки Delphi. Графический интерфейс программы

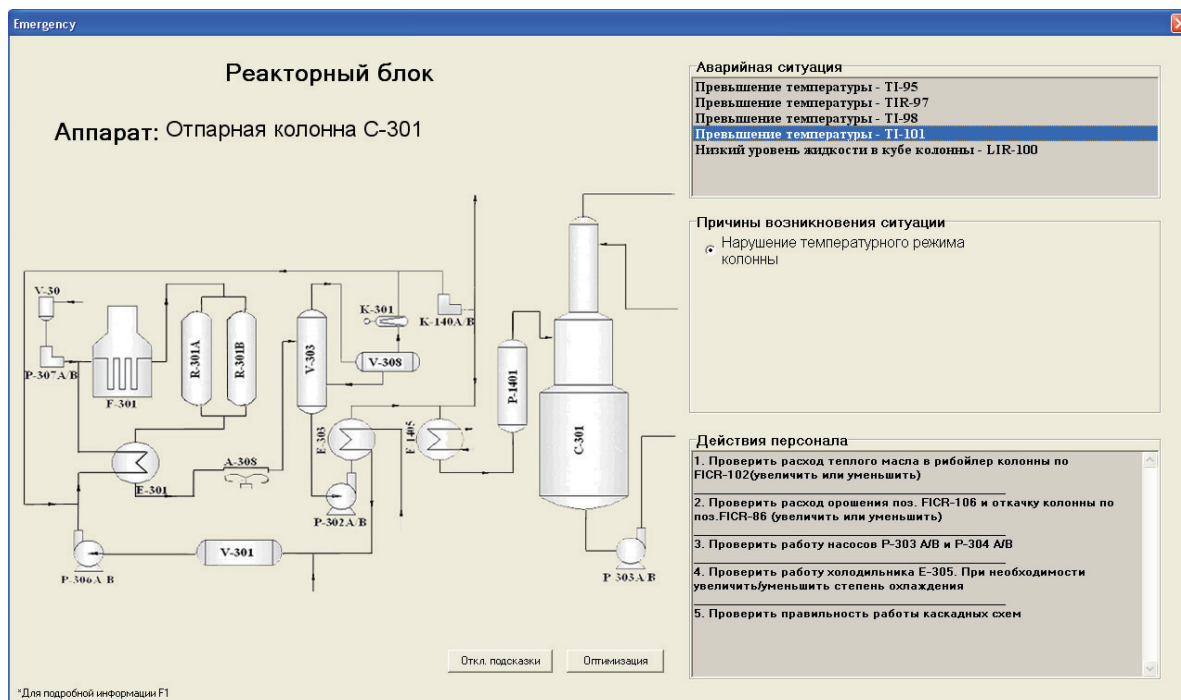


Рис. 5. Главное окно интеллектуальной системы «Компьютерный тренажер для обучения инженерно-технического персонала действиям при аварийных ситуациях на производстве алкилбензолов»

состоит из нескольких окон, обладает всплывающими подсказками для упрощения и удобства пользования тренажером.

Главное окно программы состоит из нескольких блоков:

- технологической схемы установки, в нем происходит выбор аппарата, где возникла неполадка или аварийная ситуация;
- выбора возникшей аварийной ситуации или неполадки;
- выдачи рекомендации о возможных причинах возникновения неполадки, а также действий персонала по устранению аварии, рис. 5.

Отличительной особенностью разработанной системы тестирования знаний персонала и диагностики отклонений режимных показателей является функциональная взаимосвязь с математической моделью производства линейных алкилбензолов. Это обеспечивает возможность количественной оценки оптимизируемых параметров. К примеру, при снижении селективности для реактора дегидрирования по основному продукту (олефинам) вследствие изменения состава сырья программа способна выдавать рекомендации по изменению температуры количественно. Также в разработанной интеллектуальной системе при нажатии кнопки «Оптимизация» в главном окне программы возможен, например, переход в режим расчета оптимальной подачи диметилдисульфида в реактор P-1401 с помощью разработанной математической модели процесса осернения.

Использование подобных компьютерных программ позволяет обеспечить:

- мониторинг и контроль уровня компетентности с целью формирования общего представления о квалификации инженерно-технического персонала;
- глубокое изучение физико-химической сущности процесса;
- безопасность эксплуатации установок за счет высокой теоретической подготовки технологов и развития у них практических навыков действий в нестандартных и аварийных ситуациях на производстве.

Внедрение на предприятия таких тестирующих программ является важным этапом подготовки инженерно-технического персонала к работе с компьютерными моделирующими системами различных химико-технологических производств. Благодаря тому, что такие системы разрабатываются с помощью метода математического моделирования, основанного на стратегии системного анализа, они позволяют применять знания о процессе к его оптимизации без натурного эксперимента.

Разработанный программный продукт может быть использован для мониторинга и повышения квалификации инженерно-технического персонала завода.

Выводы

1. Создана интеллектуальная компьютерная система тестирования знаний технолога нефтеперерабатывающего производства с использованием среды объектно-ориентированного программирования Delphi 7.

2. Система тестирования включает вопросы по технологическим процессам, взаимодействует с базами данных локального и сетевого назначения и обеспечивает функциональную взаимосвязь с математической моделью производства линейных алкилбензолов, что позволяет рассчитывать оптимальную подачу диметилдисульфида в реактор гидрирования.
3. Программно реализована фреймовая модель анализа и устранения аварийных ситуаций. С ее помощью путем обучения инженерно-технического персонала будет обеспечен высокий уровень безопасности эксплуатации установок производства.
Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (11-07-98001-р-сибирь-а, Региональный конкурс СИБИРЬ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцов А.В., Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М., Иванчина Э.Д. IT-технологии в решении проблем промышленного процесса дегидрирования высших парафинов. – Томск: СГТ, 2008. – 230 с.
2. Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Шарова Е.С. Системный анализ химико-технологических процессов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 95 с.
3. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 7. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2003. – 1152 с.
4. Сорокин А.В. Delphi. Разработка баз данных. – СПб.: Питер, 2005. – 477 с.
5. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д. Интеллектуальные системы в химической технологии и инженерном образовании: Нефтехимические процессы на Pt-катализаторах. – Новосибирск: Наука, 1996. – 200 с.
6. Долганов И.М., Францина Е.В., Афанасьева Ю.И., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В. Моделирование промышленных нефтехимических процессов с использованием объектно-ориентированного языка Delphi // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 5. – С. 53–57.

УДК 004.422.8:004.043

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО КОДА НА ПЛАТФОРМЕ .NET FRAMEWORK ПРИ РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТЫ ДОМЕННОГО ЦЕХА

В.В. Лавров, Н.А. Спирин, А.А. Бурыкин, В.Ю. Рыболовлев*, А.В. Краснобаев*

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

*ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск

E-mail: lv@tim.ustu.ru

Отражены особенности применения управляемого программного кода при разработке современных информационных систем на платформе .NET Framework (CLR). Представлены варианты построения архитектур автоматизированной информационной системы анализа и прогнозирования производственных ситуаций доменного цеха ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Ключевые слова:

Технология разработки программного обеспечения, Common Language Runtime, .NET Framework, SQL Server, системы поддержки принятия решений, доменное производство, технологические задачи в металлургии.

Key words:

Software engineering, Common Language Runtime, .NET Framework, SQL Server, decision support systems, blast furnaces, technological problems in metallurgy.

Создание и успешное внедрение в практику работы металлургических предприятий современных автоматизированных информационных систем во многом зависит от используемых технологий разработки и выбора инструментальных средств их программной реализации.

В доменном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» разработана и проходит опытно-промышленные испытания автоматизированная информационная система анализа и прог-

нозирования производственных ситуаций (АИС АППС), которая помогает инженерно-технологическому персоналу решать комплекс технологических задач, направленных, в конечном итоге, на повышение эффективности доменной плавки [1, 2].

Разработка системы проводилась поэтапно в течение длительного времени, при этом были рассмотрены и частично реализованы несколько архитектур ее построения. Упрощенная архитектура