

УДК 004.896

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПЕРСОНАЛА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫПУСКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

<sup>1</sup>Спицина И.А., <sup>2</sup>Белан С.Б., <sup>2</sup>Перескоков С.А., <sup>1</sup>Аксенов К.А., <sup>1</sup>Сысолетин Е.Г.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: wiper99@mail.ru;

<sup>2</sup>ЗАО «Ай-Тек», Москва, e-mail: belan@i-teco.ru

В статье рассматриваются особенности разработки автоматизированного рабочего места персонала (АРМ Персонала) для автоматизированной системы слежения, контроля, моделирования, анализа и совершенствования выпуска металлургической продукции (АС ВМП). Оно позволяет осуществить интеграцию с точки зрения пользовательского интерфейса доступа к различным модулям АС ВМП. Перечислены функции АРМ Персонала, особенности его работы и кратко описана его структура. При разработке АРМ Персонала использовалось интеллектуальное CASE-средство BPsim.SD. В статье представлены примеры диаграмм, подготовленных в BPsim.SD. Мультиагентное имитационное моделирование, которое используется в АС ВМП, позволяет в реальном масштабе времени управлять технологическими, логистическими и бизнес-процессами металлургического предприятия, решать задачи слежения, мониторинга, планирования. Применение такого подхода повышает эффективность работы металлургического предприятия.

**Ключевые слова:** автоматизация, металлургическое предприятие, бизнес-процесс, мультиагентная система, имитационное моделирование

## THE DEVELOPMENT OF PERSONNEL WORKSTATION FOR METALLURGICAL PRODUCTION AUTOMATED SYSTEM

<sup>1</sup>Spitsina I.A., <sup>2</sup>Belan S.B., <sup>2</sup>Pereskokov S.A., <sup>1</sup>Aksyonov K.A., <sup>1</sup>Sysoletin E.G.

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,

Yekaterinburg, e-mail: wiper99@mail.ru;

<sup>2</sup>I-Teco, Moscow, e-mail: belan@i-teco.ru

This article is dedicated to the features of the development workstation personnel for automated tracking, monitoring, modeling, analysis and improvement of manufacture of metallurgical products (AS MP). It enables integration in terms of user interface, access to the all modules of the AS MP. Listed workstation personnel functions, features of it and its structure are briefly described. The intelligent CASE-tool BPwin.SD is used for the development of the workstation personnel. The article presents examples of diagrams prepared in BPsim.SD. Multi agent simulation, which is used in the AS MP, allowing real-time control technology, logistics and business processes of the metallurgical production. This approach increases the efficiency of the metallurgical business.

**Keywords:** automation, metallurgical production, business process, multi agent system, simulation

Автоматизированная система выпуска металлургической продукции (АС ВМП) состоит из двух подсистем: автоматизированная информационная система сбора и анализа данных (АИС САД) и автоматизированная информационная система моделирования технологических, логистических и организационных (бизнес) процессов предприятия (АИС МОД) [1]. Каждая из этих подсистем состоит из отдельных модулей. В результате проведения анализа для организации единой точки входа в эту сложную систему и предоставления доступа ко всем модулям было решено разработать Автоматизированное рабочее место персонала (АРМ персонала).

### Основная часть

АРМ Персонала представляет собой веб-приложение. Пользователи АС ВМП могут использовать его:

– для создания и выполнения запросов к хранилищу данных обо всех процессах металлургического предприятия и визуализации полученных ответов;

– запуска модуля построения мультиагентных имитационных моделей технологических, логистических и бизнес-процессов металлургического предприятия на стороне веб-сервера, а также визуализации его функционирования;

– запуск модуля оптимизации процессов предприятия на стороне веб-сервера для формирования отчетов о выполненных процессах предприятия на основе проведенного анализа параметров процессов;

– 3D-визуализация процессов предприятия; Пример 3D-визуализации процессов предприятия приведен на рис. 1. Также АРМ Персонала позволяет управлять правами ролей пользователей в рамках АС ВМП. АРМ персонала при отображении

результатов работы модели обеспечивает несколько представлений модели в зависимости от ролей пользователей. На рис. 1 и 2 показан результат работы модели «Конвертерное производство» для пользователей с разными ролями.

АРМ Персонала осуществляет синхронизацию взаимодействия модулей подсистем АИС МОД и АИС САД для обеспечения функционирования модуля интеграции моделей (ИМ) предприятия средствами Java. Модуль ИМ позволяет использовать

мультиагентные имитационные модели процессов преобразования ресурсов [4–6] и деревья анализа параметров процессов для задач слежения, мониторинга и управления в реальном масштабе времени. Мультиагентное имитационное моделирование использует метод анализа и устранения узких мест технологических, логистических и организационных (бизнес) процессов [4–5], который интегрирует в себе мультиагентное имитационное моделирование [3–5], операционный анализ вероятностных

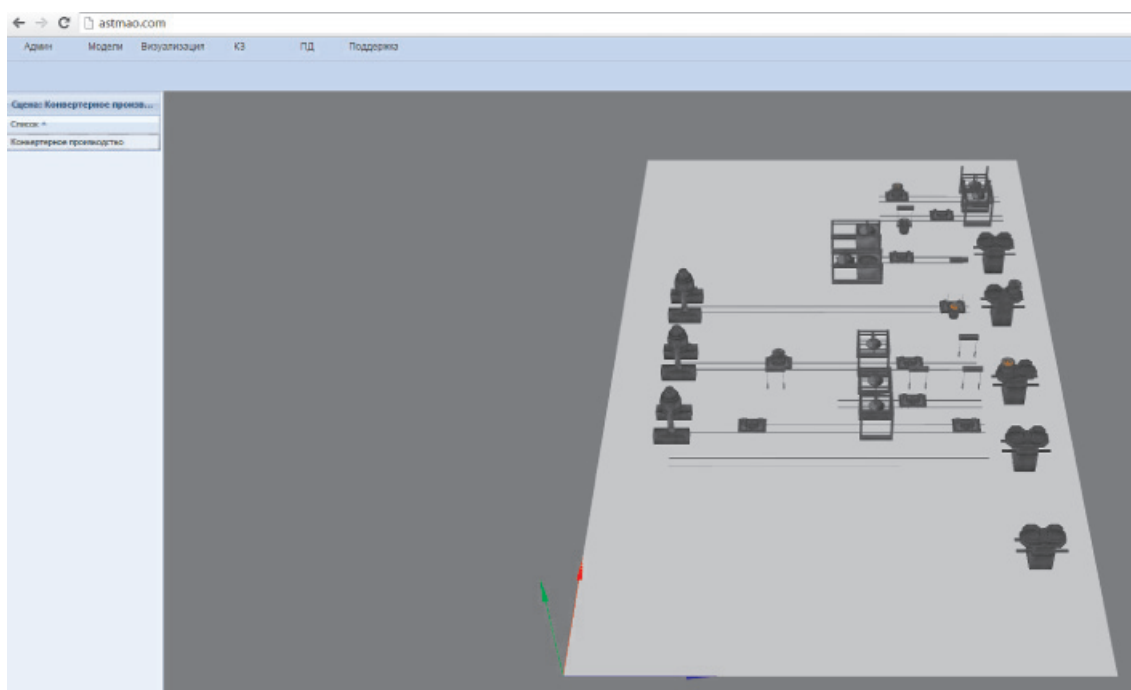


Рис. 1. Вид трехмерной сцены «Конвертерное производство», которая включает все цеха

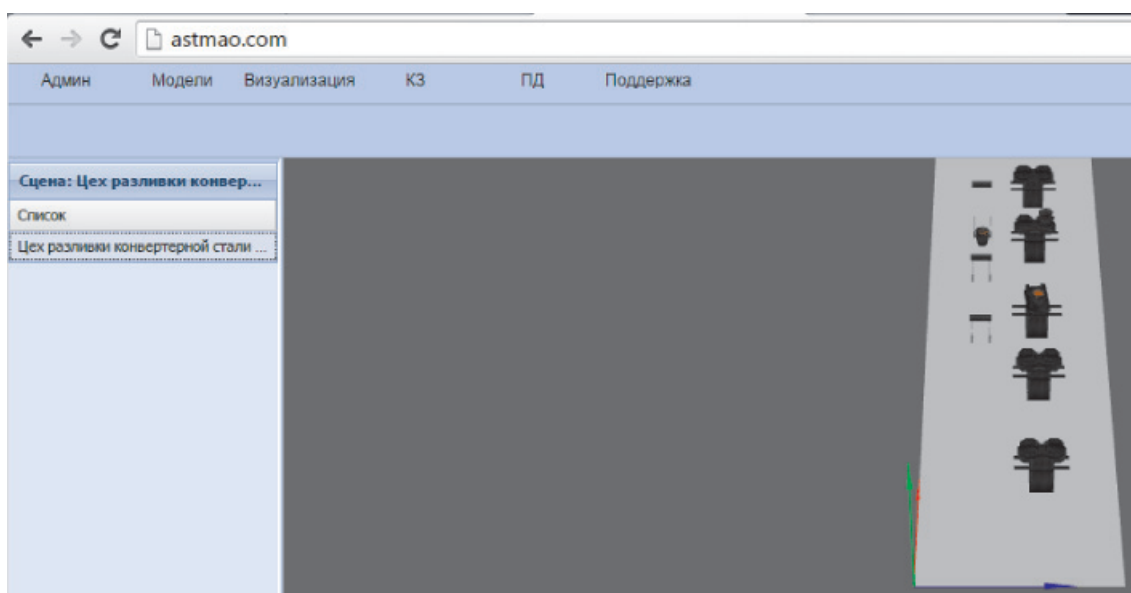


Рис. 2. Вид трехмерной сцены, которая включает только цех разливки конвертерной стали

сетей [2] и метод критического пути [1]. Из трех мультиагентных систем, представленных на рынке (АС ВМП, AnyLogic [3], Magenta [7–8]), на задачи управления в реальном масштабе времени ориентированы только АС ВМП и Magenta.

Кроме интегрированного доступа пользователя ко всем функциям системы АРМ Персонала предоставляет возможность оценки работоспособности модулей АС ВМП. Для этого разработаны специальные интерфейсные формы, позволяющие оценить загрузку процессора и выполняющиеся в данный момент модели, а также различные отчеты и журнал событий, происходящих в системе. Пример экранной формы для контроля выполнения моделей приведен на рис. 3.

Как правило, одна и та же MVC-модель может быть синхронизирована с сервером – одновременно и по http, и по SocketIO. Такой подход позволяет обрабатывать как события, инициированные пользователем АРМ Персонала, так и поступающие с сервера.

Модуль работы с компонентами имитационных моделей и их запуска на выполнение. Этот модуль осуществляет отображение имитационной модели и ее состояния на экране, а также формирует реакции на действия пользователя, направленные на изменение структуры модели, т.е. создания узла модели или связи между ними.

Модуль отображения запросов конструктора запросов (КЗ) и работы с ними осуществляет визуализацию запросов КЗ,

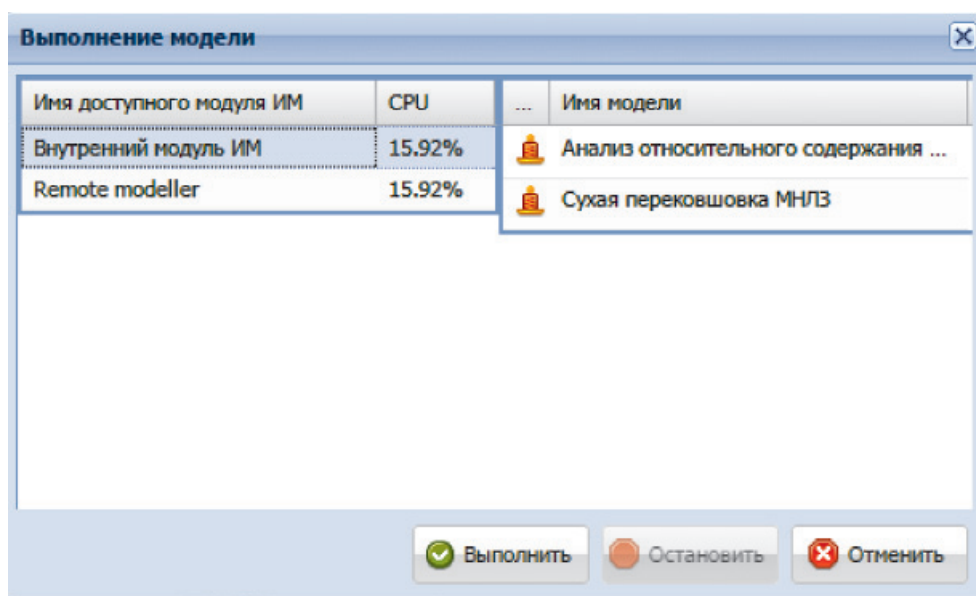


Рис. 3. Экранная форма для контроля выполнения моделей

### Структура АРМ Персонала

АРМ Персонала состоит из следующих шести модулей, выполняющих определенные функции. Кратко опишем их. Модуль связи с модулем обмена данными с автоматизированными системами предприятия (ОДАСП) АС ВМП. Данный модуль осуществляет связь с модулем ОДАСП сервера по протоколам HTTP и SocketIO. Он обеспечивает передачу поступивших от сервера асинхронных сообщений остальным модулям АРМ Персонала. Эти сообщения представляют собой уведомления о событиях в системе. Модуль связи с ОДАСП содержит в себе MVC-модели данных, а также средства синхронизации изменения этих

реализует средства построения и редактирования запросов, их отладку и запись в хранилище данных.

Модуль отображения настроек модуля подготовки данных (ПД) и работы с ними позволяет пользователю просматривать настройки ПД, а также редактировать, отлаживать их и записывать в хранилище данных.

Модуль конструктора 2D-3D визуализации. Этот модуль содержит набор средств визуализации процессов металлургического предприятия, который разработан с использованием специальной библиотеки для 3D отображения объектов на WEB.

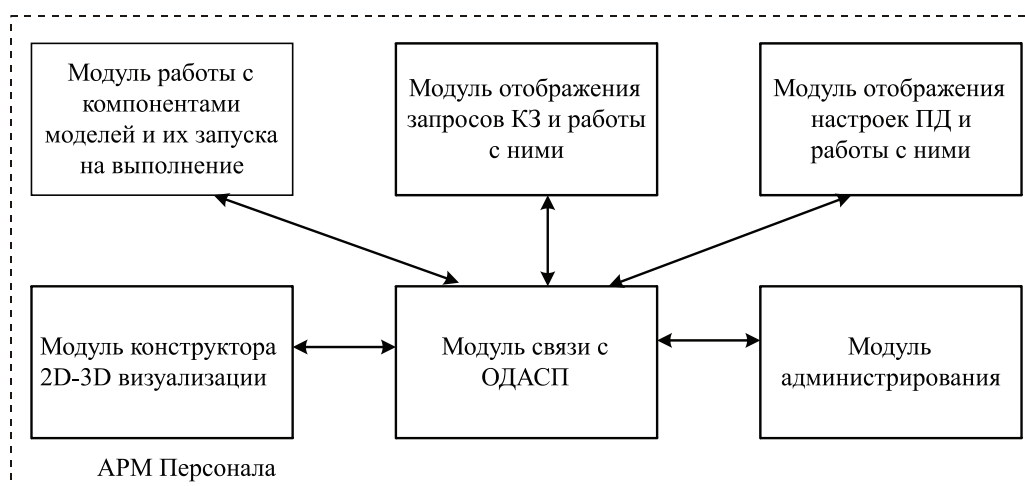


Рис. 4. Структура АРМ Персонала

Модуль администрирования выполняет служебные функции.

Структура АРМ Персонала представлена на рис. 4.

При разработке веб-портала АРМ Персонала использовалась библиотека Ext JS, позволяющая проектировать сложный пользовательский интерфейс с использованием JavaScript. На вход АРМ Персонала поступают HTTP-

запросы пользователя, которые интерпретируются HTTP-сервером, а на выход идут выходные данные модулей АИС САД и АИС МОД, подключенных к АРМ Персонала.

При разработке АРМ Персонала использовалось интеллектуальное CASE-средство VPsim.SD. На рис. 5 представлена диаграмма вариантов использования АРМ Персонала, выполненная в VPsim.SD.

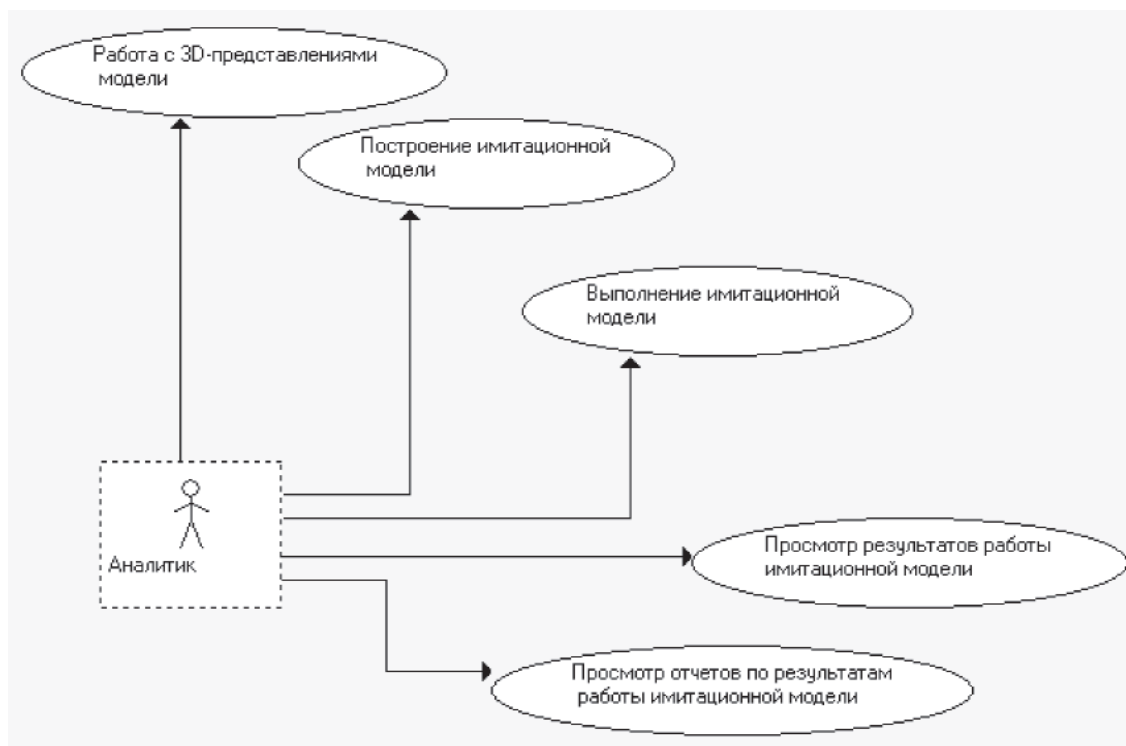


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования для АРМ Персонала

### Алгоритм работы АРМ Персонала

Взаимодействие АРМ Персонала на клиентской стороне с ОДАСП осуществляется с помощью асинхронного, неблокирующего, двунаправленного, событийно-ориентированного механизма. Перед началом работы АРМ Персонала должен осуществить подписку на получение соответствующих событий. ОДАСП проверяет права на получение данного раздела событий. Если проверка пройдена, то события через ОДАСП транслируются в АРМ Персонала. При этом используются сообщения в формате JSON – удобном для взаимодействия с WEB-клиентом. На серверной стороне, при формировании страниц АРМ Персонала с ОДАСП не взаимодействует, он может взаимодействовать непосредственно с хранилищем данных. Из клиентской части доступ непосредственно в хранилище данных невозможен.

АРМ персонала на серверной стороне может взаимодействовать с модулями КЗ и ПД путем вызова API-функций. С клиентской стороны доступ к модулям КЗ и ПД возможен только через соответствующие страницы АРМ персонала, т.е. через отображение выполненных модулями КЗ и ПД запросов на HTTP, и только в разрешенном объеме.

### Заключение

Для удобства освоения АРМ Персонала были разработаны контрольные примеры запросов и модели. С их помощью пользователь сразу может ознакомиться с результатами работы модуля, а позднее – осваивать работу с модулями КЗ и ПД и самостоятельное построение моделей, т.е. возможно поэтапное освоение. Результатом работы АРМ Персонала является совершенствование сложных процессов металлургического предприятия: технологии производства, логистики и бизнес-процессов.

### Список литературы

1. Исследование операций. Т. 2 / под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1981. – 677 с.
2. Литвин В.Г., Аладышев В.П., Винниченко А.И. Анализ производительности мультипрограммных ЭВМ. – М.: Финансы и статистика. – 1984. – 159 с.

3. Agent Based Modeling. – <http://www.anylogic.com/agent-based-modeling> (accessed 3 September 2016).

4. Aksyonova O.P., Wang Kai. The method of planning and bottleneck analysis of enterprise project portfolio // 24th int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2014). 7–13 September, Sevastopol. – Vol. 1. – P. 439–440.

5. Aksyonov K.A., Antonova A.S. Multi agent genetic decision support for projects scheduling // 23rd Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2013). 9–13 September, Sevastopol. – Vol. 1. – P. 426–427.

6. Nevolina A.L., Aksyonova O.P., Smolij E.F. Development of simulation systems and decision-making method in the logistic field // 24th Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2014). 7–13 September, Sevastopol. – Vol. 1. – P. 435–436.

7. Rzevski G., Himoff J., Skobelev P. MAGENTA Technology: A Family of Multi-Agent Intelligent Schedulers. International conference on multi-agent systems // Proceedings of Workshop on Software Agents in Information Systems and Industrial Applications 2 (SAISIA). Fraunhofer IITB, Germany, February 2006. – URL: <http://rzevski.net/06%20i-Scheduler%20Family.pdf> (дата обращения 03.09.16).

8. Vittikh V.A., Skobelev P.O. Multiagent Interaction Models for Constructing the Needs-and-Means Networks in Open Systems // Automation and Remote Control. – 2003. – Vol. 64. – P. 162–169.

### References

1. Issledovanie operacij. T. 2 / pod red. Dzh. Moudera, S. Jelmagrab. M.:Mir, 1981. 677 p.
2. Litvin V.G., Aladyshv V.P., Vinnichenko A.I. Analiz proizvoditel'nosti mul'tiprogrammnyh JeVM. M.: Finansy i statistika. 1984. 159 p.
3. Agent Based Modeling. <http://www.anylogic.com/agent-based-modeling> (accessed 3 September 2016).
4. Aksyonova O.P., Wang Kai. The method of planning and bottleneck analysis of enterprise project portfolio // 24th int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2014). 7–13 September, Sevastopol. Vol. 1. pp. 439–440.
5. Aksyonov K.A., Antonova A.S. Multi agent genetic decision support for projects scheduling // 23rd Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2013). 9–13 September, Sevastopol. Vol. 1. pp. 426–427.
6. Nevolina A.L., Aksyonova O.P., Smolij E.F. Development of simulation systems and decision-making method in the logistic field // 24th Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2014). 7–13 September, Sevastopol. Vol. 1. pp. 435–436.
7. Rzevski G., Himoff J., Skobelev P. MAGENTA Technology: A Family of Multi-Agent Intelligent Schedulers. International conference on multi-agent systems // Proceedings of Workshop on Software Agents in Information Systems and Industrial Applications 2 (SAISIA). Fraunhofer IITB, Germany, February 2006. URL: <http://rzevski.net/06%20i-Scheduler%20Family.pdf> (data obrashhenija 03.09.16).
8. Vittikh V.A., Skobelev P.O. Multiagent Interaction Models for Constructing the Needs-and-Means Networks in Open Systems // Automation and Remote Control. 2003. Vol. 64. pp. 162–169.