

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ SOFTWARE ENGINEERING

УДК 004.415.2

Ю. И. Петров, канд. экон. наук, менеджер образовательных программ,
ЗАО "Лаборатория Касперского", Москва, e-mail: mailtoyuripetrov@gmail.com,

Ю. А. Карнаухов, руководитель отдела производства,
IN-Media AG, Гренхен, Швейцария, e-mail: fishmanship@gmail.com

Программное обеспечение "FK-Monitoring" как средство мониторинга бизнес-процессов

Рассматриваются вопросы проектирования и реализации программного обеспечения (информационно-аналитической системы) мониторинга бизнес-процессов в компании IN-Media AG (Швейцария). Представлена архитектура программного комплекса, а также приведены иллюстрации работы разработанного программного обеспечения.

Ключевые слова: информационная система, информационно-аналитическая система, программное обеспечение, бизнес-процесс, мониторинг, издательский холдинг, OLAP, Delphi, PostgreSQL

Введение

Последние несколько десятилетий характеризуются резким ростом информатизации экономических, управленческих и производственных процессов как в государственных, так и в коммерческих структурах. Главным образом это объясняется стремлением организаций повысить эффективность своей деятельности и, соответственно, укрепить конкурентные позиции, что в настоящее время в первую очередь возможно сделать с внедрением в хозяйственный процесс различных информационных систем (ИС). Среди прочих выделяют информационно-аналитические системы (ИАС), использование которых позволяет обеспечить принятие высокоэффективных управленческих решений и поддержку элементов стратегического планирования. При этом системы данного типа, как правило, разрабатывают на заказ, так как требования к входной информации, обработке внутренней документации и выходным отчетам сильно зависят от специфики компании. В данной работе рассмотрены вопросы проектирования ИАС мониторинга производства "FK-Monitoring" швейцарской компании *IN-Media* [1], приведены основные особенности и проиллюстрирована работа разработанного программного обеспечения (ПО).

1. Компания IN-Media и производственные бизнес-процессы

IN-Media — медиа-холдинг, одним из основных видов деятельности которого является предоставление услуг по профессиональной упаковке журналов, поставляемых различными компаниями-поставщиками домохозяйствам Швейцарии. Тематика печатных изданий — от рекламной информации в различных форматах до развлекательного содержания, предназначенного для достаточно широкого круга читателей. В целом, в неделю обрабатывается около 1,2 млн экземпляров журналов, что подразумевает наличие достаточно больших производственных мощностей. Кроме этого компания предлагает собственную Интернет-площадку [2] для взаимодействия с клиентами и заказчиками.

Рассматриваемым в настоящей работе бизнес-процессом компании является комплексный процесс упаковки поставляемой печатной продукции. Всего на производстве используют три линии (конвейера). Имеющееся в компании производственное оборудование и программное обеспечение, установленное производителем, генерирует три документа:

1. Отчет о состоянии производства для каждой из линий.
2. Отчет о планировании производства.
3. Отчет о средних показателях производства.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Auftragsname	Status	Publikation	Ausgabe	Ausgabedatum	Pakete gesamt	Schlüssel pakete	Exemplare gesamt	Datum/Zeit Auftragerstellung	Datum/Zeit Auftragstart	Datum/Zeit Auftragende	Zu liefern Pakete
Sorte 1	4	DMC	PromoPostITA	31.12.2013	42	1	1756	20.12.2013 11:12	20.12.2013 14:43	20.12.2013 14:51	
Sorte 2	4	DMC	PromoPostITA	31.12.2013	42	1	2516	20.12.2013 11:12	20.12.2013 14:51	20.12.2013 15:09	
Sorte 3	4	DMC	PromoPostITA	31.12.2013	173	1	8668	20.12.2013 11:12	20.12.2013 15:07	20.12.2013 15:39	

Рис. 1. Фрагмент отчета о состоянии производства, генерируемого линией

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Erscheinungs									
2	Tag	WO	Auftrags Nr	Auftragsbezeichnung	NL Nr	Niederlassung	Gewicht GR (Verkauf)	Gewicht GR (tatsächliches)	HH	Datum/Zeit
16233	06.05.2014	19	413660	CCA Quartierladen Heiligkreuz	81	SG West	12	12	825	06.05.2014 / 07:52:37
16234	06.05.2014	19	413661	CCA Caviezel St. Margrethen	80	SG Ost	12	12	535	06.05.2014 / 07:52:37
16235	06.05.2014	19	413662	CCA Richner Staad	80	SG Ost	12	12	110	06.05.2014 / 07:52:37

Рис. 2. Фрагмент отчета о планировании производства

Отметим, что в данной статье термины "производство" и "процесс упаковки" являются синонимами и полностью идентичны друг другу, первый из них принят в организации по умолчанию для краткого обозначения процесса упаковки и в основном и используется здесь.

Каждая производственная линия через определенный промежуток времени (как правило, это 5 мин) генерирует отчет о состоянии производства на каждой из линий (отчет о состоянии процесса упаковки) в формате CSV (Comma-Separated Values) [3], и сохраняет его в файл под именем *mpc10<НОМЕР_ЛИНИИ> Production Report <ДЕНЬ_НЕДЕЛИ>.csv*, перезаписывая уже имеющийся. Фрагмент отчета представлен на рис. 1.

Наиболее важными являются следующие колонки:

- А — номер сорта (группы журналов/проспектов), печатаемого в определенный момент на линии;
- В — статус работы линии (например, 4 — производство окончено);
- С — наименование журнала;
- D — название города, для которого выполняется печать;
- Н — число экземпляров в сорте (например, сорт 2 подразумевает изготовление 2516 журналов);

- I, J, K — дата программирования, начала и окончания производства на линии соответственно.

Отчет о планировании производства является файлом формата XSLX [4] и содержит информацию о производстве, планируемом к запуску. По умолчанию файл имеет наименование *AVOR_Produktion Aufträge_<ГОД>.xlsx*. Фрагмент отчета представлен на рис. 2.

Выделим следующие колонки:

- А — дата доставки сорта клиенту;
- В — производственный день;
- С — номер проспекта;
- D — наименование проспекта;
- E, F — код и наименование города;
- G, H — вес проспектов, заявленный клиентом и проверенный компанией соответственно;
- I — число проспектов;
- J — дата/время занесения заказа в базу.

Отчет о средних показателях производства так же как и отчет о планировании производства является файлом формата XSLX. Файл имеет наименование *AVOR_Produktion Aufträge Mittelwerte_<ГОД>.xlsx*, при открытии которого автоматически происходит обновление содержащейся в нем информации. В данном отчете содержится информация о средних производственных показателях для каждого города, включенного в план производства. Фрагмент отчета представлен на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1			BERN	62		90	Zug	65		90	TESSIN	66		90
2	Erscheinungs	WO	Mittelwert		Maximal		Mittelwert		Maximal		Mittelwert		Maximal	
3	Tag		MWGR	MWDS	MAXGR	MAXDS	MWGR	MWDS	MAXGR	MAXDS	MWGR	MWDS	MAXGR	MAXDS
7	14.01.2014	3	80	2	182	5	161	4	255	7	214	5	382	7
8	16.01.2014	3	95	2	194	3	174	4	392	10	150	3	150	3
9	21.01.2014	4	65	2	114	4	121	5	226	8	99	4	233	8

Рис. 3. Фрагмент отчета о средних показателях производства

Отметим значение следующих колонок:

- А — дата доставки сорта клиенту;
- В — производственный день.

Далее колонки идут вправо группами по четыре для каждого города, например, для первого города BERN:

- C1, D1 — наименование и код города;
- MWGR — средний вес всех проспектов;
- MWDS — среднее число проспектов;
- MAXGR — максимальная масса среди всех проспектов;
- MAXDS — максимальное число проспектов.

Используя приведенные выше данные, сотрудник (управляющий или менеджер), отвечающий за данный процесс, должен:

- отслеживать динамику производства, находить "слабые" места каждый производственный день;
- оптимально загружать линии, на которых идет печать журналов;
- эффективно распределять рабочий персонал на каждой линии.

До решения о проектировании и разработке информационной системы ряд необходимых расчетов проводили вручную или с использованием незначительной автоматизации (например, использованием макросов в электронных таблицах), что занимало большое количество времени и не позволяло проводить оперативный анализ информации. Более того, некоторые операции (например построение графиков или отслеживание динамики производства) опускались ввиду того, что требовали программирования значительных или мгновенных вычислений.

В результате, в связи с большим объемом информации, необходимой для принятия решений, а также, учитывая, что существующее программное обеспечение, поставляемое производителем к оборудованию, имело ограниченные функциональные возможности, в компании было принято решение о создании собственной ИАС, что позволило бы управляющему быстрее и качественнее контролировать и управлять производственным процессом, а также за счет этого расширить круг обязанностей в будущем.

2. Функциональные и архитектурные особенности информационно-аналитической системы "FK-Monitoring"

При старте проектирования ИАС было создано подробное техническое

задание, из него отметим наиболее существенные функциональные требования, которым должно удовлетворять разрабатываемое ПО:

- обеспечивать обработку (чтение, извлечение, преобразование и загрузку) информации из документов, генерируемых производственными линиями и базовым ПО;
- в режиме реального времени отображать ход процесса упаковки с указанием ключевых текущих показателей (производительности, времени работы и т. д.), а также с указанием планируемых величин (времени окончания производства и т. д.);
- просматривать данные о производстве на выбранную дату;
- рассчитывать число рабочих, требуемых для обслуживания конкретной линии;
- предусматривать систему ролей (прав пользователей), имеющую две роли — администратор, имеющий полный доступ к системе, и менеджер (управляющий), осуществляющий мониторинг за производством;
- вести статистику работы по каждому менеджеру (количественные показатели работы в конкретную смену, в которую вышел менеджер, такие как число выпущенных проспектов, средняя производительность и т. д.);
- обеспечить модульность системы для дальнейшего расширения и разработки дополнительных модулей (например, веб-интерфейса).

На основании предъявляемых к системе требований и учета особенностей среды окружения разработчиками была принята архитектура системы, основные компоненты которой представлены на рис. 4.

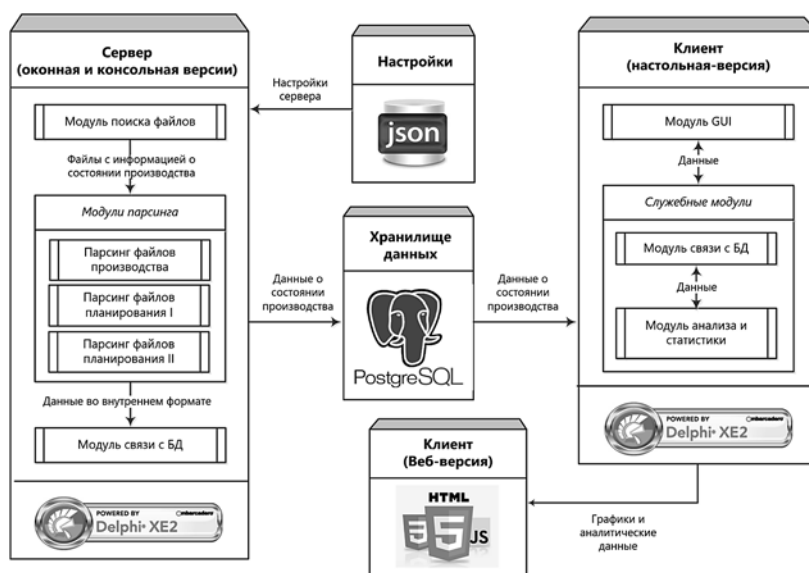


Рис. 4. Общая архитектура ИАС "FK-Monitoring"

Архитектура программного комплекса схожа с архитектурой, рассмотренной в работе [5], основанной на источниках [6, 7] и хорошо зарекомендовавшей себя за время эксплуатации. В компании *IN-Media* компьютеры сотрудников работают под управлением ОС Microsoft Windows 7 и выше, что частично повлияло на выбор используемых технологий. В качестве системы управления базами данных (СУБД), применяемой для создания и управления хранилищем данных ИАС, используется PostgreSQL [8]. Данная СУБД имеет сбалансированный набор функций, что позволяет ей приблизиться по мощности к коммерческим СУБД, таким как Oracle или SQL Server. Кроме того, дополнительным плюсом является "свободность" PostgreSQL, что влечет за собой отсутствие каких-либо затрат на закупку соответствующего числа лицензий. Для реализации настольной версии клиента, а также обеих (оконной и консольной) версий сервера был использован язык программирования Delphi XE2 [9]. Настройки приложений (в настоящее время имеются только у сервера) хранятся в JSON-формате [10]. Веб-версия клиента является дополнением к на-

стольной версии и предназначена для отображения некоторой аналитической информации (например, графиков), генерируемой клиентом, на мобильных устройствах. Используемые технологии — HTML5 [11], CSS3 [12] и JavaScript [13].

3. Сервер ИАС "FK-Monitoring" (FK-Monitoring Server)

Серверная часть ИАС "FK-Monitoring" предназначена для централизованного выполнения следующих операций:

- поиска файлов производственных линий (в частности, в указанной папке на локальном компьютере / в сети);
- выполнения ETL-процедур (extraction, transformation, loading) и помещения данных в информационное хранилище.

В процессе работы автоматически осуществляется обработка дубликатов, производится обновление существующих записей.

Сервер выполнен в двух вариантах — оконном и консольном. Наличие консольной версии объясняется желанием снизить потребление ресурсов во

время работы, а также иметь возможность запустить приложение на менее мощных ПК. Общий вид консольного и оконного вариантов сервера приведен на рис. 5 и 6 соответственно.

Обе версии позволяют менеджеру увидеть, какие файлы взяты на обработку, а также наблюдать за ходом выполнения анализа и извлечения данных из файлов. Оконная версия имеет также дополнительные возможности в виде просмотра содержимого хранилища (вкладки "БД..." на рис. 6) и работы с настройками приложения. Как консольная, так и оконная версии запрограммированы на два режима проверки:

- "по требованию/расписанию" — данный режим предусматривает запуск проверки по требованию — самостоятельно оператором, или по расписанию — при запуске сервера или по прошествии определенного времени (обычно одного часа, настраивается в приложении);
- "обнаружение файла" — обработка файла при его обновлении/появлении в отслеживаемой директории.

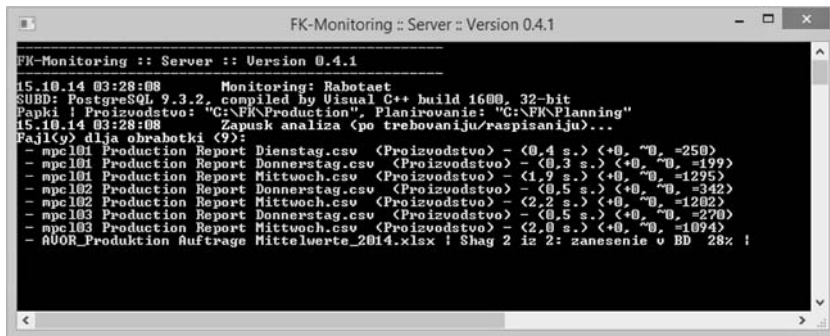


Рис. 5. Сервер ИАС "FK-Monitoring" (консольная версия)



Рис. 6. Сервер ИАС "FK-Monitoring" (оконная версия)

4. Клиент ИАС "FK-Monitoring" (FK-Monitoring Client, настольная версия)

Клиентская часть ИАС "FK-Monitoring" напрямую предназначена для менеджера и предоставляет следующие возможности:

- отображение информации о производстве в режиме реального времени в текстовом и графическом видах;
- анализ представленной информации и расчет необходимых статистических показателей;
- управление группами и правами пользователей системы.

Основным языком интерфейса FK-Monitoring Client является швейцарский вариант немецкого языка, однако в системе предусмотрена возможность использования русского языка, и учитывая, что большая часть аудитория читателей настоящего журнала является русскоязычной, авторы считают целесообразным приводить иллюстрации работы ИАС на русском языке.

Работа с клиентом ИАС "FK-Monitoring" начинается с окна входа в систему (рис. 7). Кроме логина и пароля, в качестве дополнительных параметров указываются цели линий (число журналов, которые планируется выпустить на каждой линии), и временной интервал рабочей смены.

После ввода имеющейся в хранилище данных комбинации логин/пароль менеджер попадает в главное окно (рис. 8, см. вторую сторону обложки).

Последовательно рассмотрим элементы главного окна клиента ИАС "FK-Monitoring".

4.1. Меню FK-Monitoring Client

Меню приложения состоит из пунктов "Система", "Настройка" и "Report Error".

Меню "Система" содержит следующие подпункты:

- "Сменить пользователя";
- "Администрирование"/"Мой профиль" — в зависимости от прав текущего пользователя, оператор ИАС может либо управлять учетными записями всех пользователей (администратор), либо редактировать свою учетную запись;
- "Журнал входа в систему"; меню отображается, только если текущий пользователь является администратором и показывает хронологию работы пользователей с системой;
- "Выход".

Меню "Настройка" в настоящий момент содержит один пункт "Веб-мониторинг", который включает/выключает

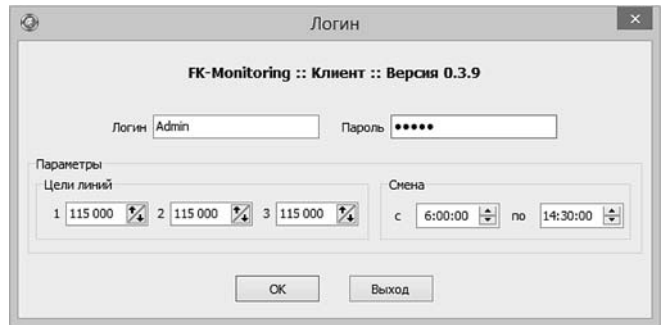


Рис. 7. Клиент ИАС "FK-Monitoring" (окно входа в систему)

автоматическую пересылку данных в веб-версию клиента, о которой будет рассказано далее.

Меню "Report Error" предназначено для создания отчетов об ошибках. Когда пользователь выбирает данный пункт меню, запускается модуль обратной связи, в обязанности которого входит три основные операции: создание скриншота текущего состояния экрана, дампа базы данных, а также сбор описания ошибки. После этого все три составляющих автоматически архивируются и готовы для отправки разработчику.

4.2. Навигация и пользовательский интерфейс FK-Monitoring Client

Ключевыми навигационными элементами ИАС являются три вкладки, расположенные ниже главного меню:

- "Производство" (рис. 8, см. вторую сторону обложки);
- "Планирование" (рис. 9);
- "Статистика" (рис. 10).

Рассмотрим предназначение и функциональность каждой из вкладок.

Вкладка "Производство" в настоящий момент является основной как по интерфейсной, так и по

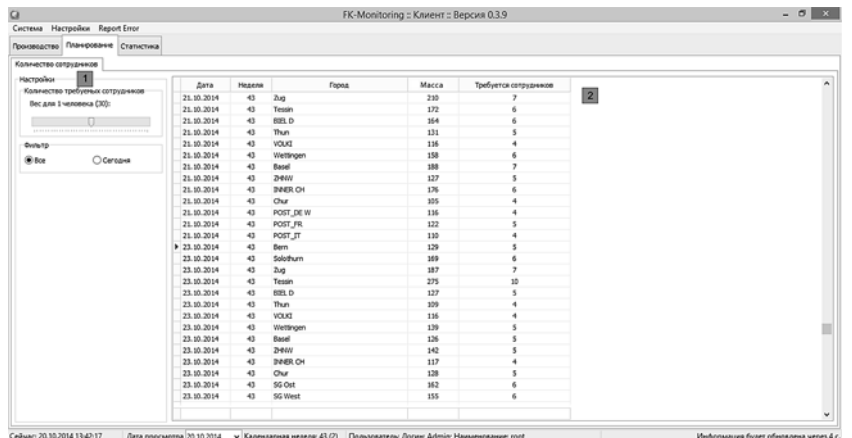


Рис. 9. Клиент ИАС "FK-Monitoring" (главное окно, вкладка "Планирование")

функциональной нагрузке. На рис. 8 (см. вторую сторону обложки) ключевые элементы отмечены пиктограммами с указанием номера:

1 — параметры отображения информации:

- номер производственной линии;
- тип сортов в таблице (произвольные, завершённые или не завершённые);
- цели каждой из линий;
- время смены, в которую работает сотрудник.

2 — графическое отображение состояния линий.

Для каждой линии подразумевается построение двух видов графиков — информационного (отображает фактическую информацию из базы данных) и динамического (информационный график с приращением).

Зеленым цветом указываются завершённые сорта, желтым — производящиеся в текущий момент, а красным — запланированные сорта, которые по расчетам системы не удастся произвести в данную смену. К опциям графика относятся: отображение линии времени (синяя линия), соединение сортов на графике (тонкая черная линия) и отображение подписей к сортам. Обновление графиков происходит в режиме реального времени.

3 — табличное отображение состояния линий.

ИАС автоматически вычисляет в соответствующих колонках для конкретного сорта затраченное время на производство, производительность линии в этот момент, а также изменение производительности при переходе от одного сорта к другому. Кроме того, отображаются агрегированные показатели —

брутто и нетто, время производства, средняя и максимальная производительность.

4 — аналитическое отображение текущего производства на выбранной линии. В поле указывается общая информация о текущем и следующем за ним производстве (город, сорт), а также аналитические данные — производительность, примерное время завершения производства и требующееся число сотрудников на линии. Кроме того, менеджеру доступно расчетное время окончания производства по имеющимся в плане городам, а также по всем линиям в целом.

5 — строка состояния отображает текущие дату/время работы ИАС, а также информацию о пользователе системы. Особенностью FK-Monitoring Client является возможность выбора даты просмотра информации, что дает менеджеру возможность анализа данных за разные периоды времени.

Вкладка "Планирование" (рис. 9) содержит инструменты, с помощью которых менеджер может определить число рабочих, требующихся в определенный момент времени для осуществления упаковки на произвольной линии. Пиктограммой (1) отмечены настройки отображения расчетов (по всем данным или только за текущий день), а также возможность варьирования массы одного проспекта, который может обработать сотрудник, от чего отталкивается расчет. В таблице (пиктограмма (2)) отображается информация о требуемом числе рабочих на линии на конкретную дату, в определенном городе.

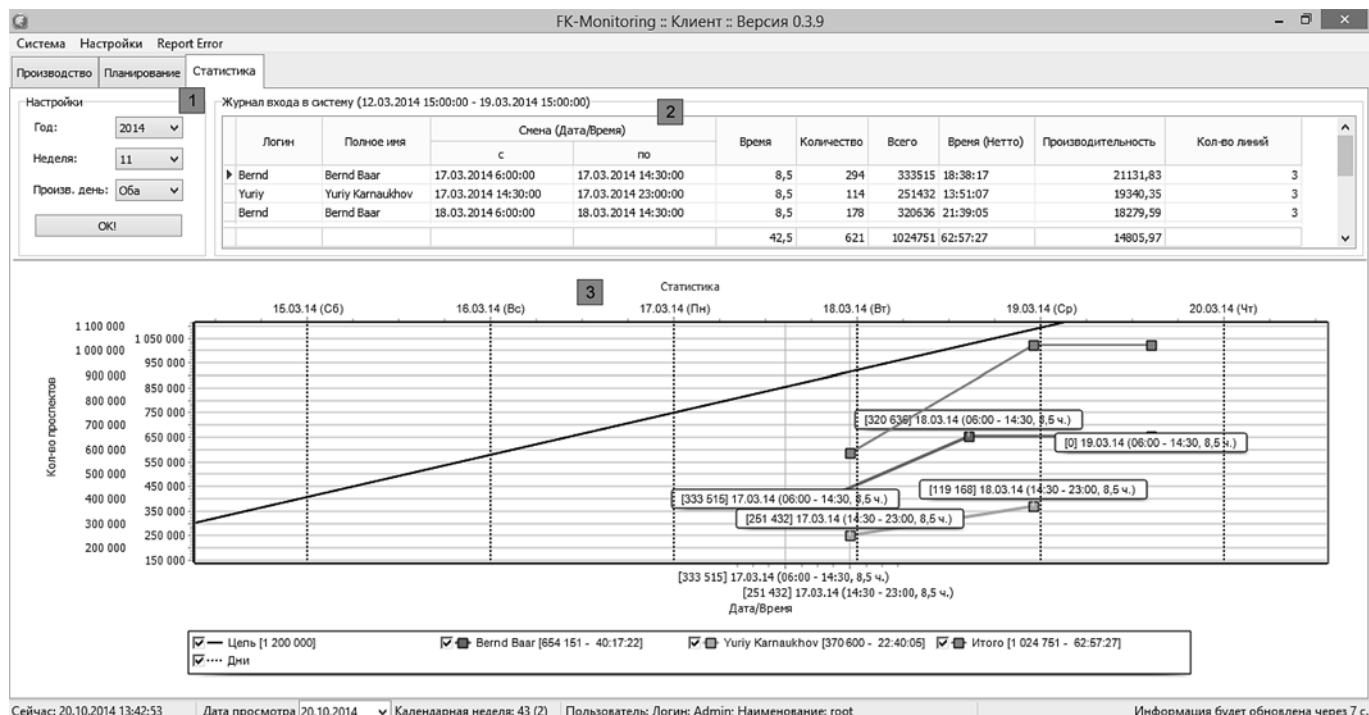


Рис. 10. Клиент ИАС "FK-Monitoring" (главное окно, вкладка "Статистика")

Вкладка "Статистика" предназначена для анализа итогов процесса упаковки и работы менеджеров. К основным сравнительным характеристикам относятся (для каждой смены, в которую работал менеджер): время работы, количество изготовленных сортов и проспектов, затраченное время, а также число работающих в смену линий. На рис. 10 ключевые элементы отмечены пиктограммами с указанием номера:

- [1] — настройки отображения статистики: включают выбор даты (года, недели и производственного дня), на которую требуется вывести данные;
- [2] — табличное отображение сравнительных характеристик менеджеров; данные отображаются по каждому календарному дню, входящему в производственный день, агрегированные показатели указываются в таблице;
- [3] — графическое отображение информации; опции графика позволяют отображать данные как по отдельному менеджеру, так и в совокупности.

5. Клиент ИАС "FK-Monitoring" (FK-Monitoring Client, веб-версия)

Веб-версия клиента является дополнением к настольной версии и в настоящий момент предназначена для отображения незначительного количества аналитической информации, передаваемой от настольного клиента, в виде веб-страницы (в первую очередь для мобильных устройств). На текущий момент достаточным для компании является демонстрация графиков динамики производства, однако в дальнейшем функциональность версии может быть расширена. Пример веб-страницы клиента представлен на рис. 11.

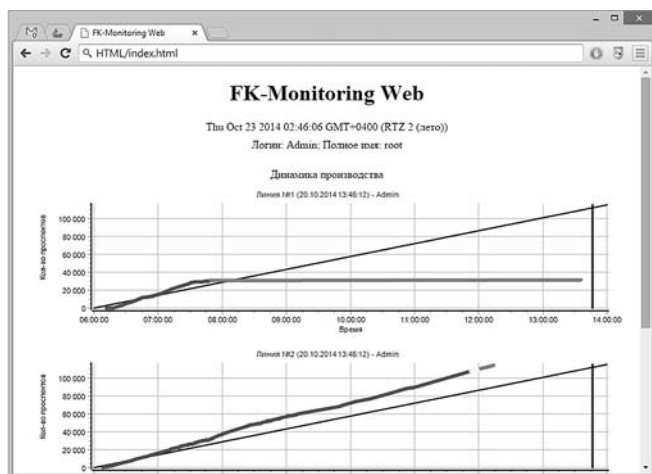


Рис. 11. Клиент "FK-Monitoring" (веб-версия)

Заключение

В работе были рассмотрены результаты проектирования и разработки информационно-аналитической системы мониторинга производства "FK-Monitoring" компании *IN-Media*. Весь программный комплекс, согласно приведенной архитектуре содержит серверную и клиентскую части. Серверная часть имеет две версии — оконную и консольную, работающие на основе единой кодовой базы и обеспечивающие гибкость относительно выбора характеристик целевого компьютера. Клиентская часть подразделяется на настольную, обеспечивающую основные функциональные возможности, и веб-версию, предназначенную в основном для мобильных устройств.

В настоящий момент ИАС "FK-Monitoring" находится в состоянии активного использования, продолжает поддерживаться и развиваться, решая возникающие задачи. В дальнейшем планируется внедрить несколько новых возможностей, в частности, основанных на оптимизационных решениях, рассмотренных в работе [14].

Список литературы

1. **IN-Media** — Home. URL: <http://www.in-media.ch>, свободный. (дата обращения 26.10.2014).
2. **in-online.ch** — Das online Magazin des in. Werbe-Folders. Режим доступа: <http://www.in-online.ch/>, свободный (дата обращения 26.10.2014).
3. **Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files**. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>, свободный (дата обращения 26.10.2014).
4. **[MS-XLSX]: Excel (.xlsx) Extensions to the Office Open XML SpreadsheetML File Format**. URL: [http://msdn.microsoft.com/e-us/library/dd922181\(v=office.12\).aspx](http://msdn.microsoft.com/e-us/library/dd922181(v=office.12).aspx), свободный. (дата обращения 26.10.2014).
5. **Петров Ю. И.** Архитектура и алгоритмическое обеспечение информационной системы нормоконтроля выпускных квалификационных работ // Программная инженерия. 2013. № 3. С. 26—32.
6. **Спинеллис Д., Гусиос Г.** Идеальная архитектура. Ведущие специалисты о красоте программных архитектур. СПб.: Символ-Плюс, 2010. 528 с.
7. **Форд Н., Найгард М.** 97 этюдов для архитекторов программных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2010. 224 с.
8. **PostgreSQL: The world's most advanced open source database**. — URL: <http://www.postgresql.org/>, свободный (дата обращения 26.10.2014).
9. **Delphi XE2** // Embarcadero Technologies. [Electronic resource]. — URL: <http://edn.embarcadero.com/article/41593> (дата обращения: 20.10.2014).
10. **Introducing JSON**. URL: <http://www.json.org/> (дата обращения: 23.10.2014).
11. **HTML5**. URL: <http://www.w3.org/TR/html5/>, свободный (дата обращения 26.10.2014).
12. **CSS3 Introduction**. URL: http://www.w3schools.com/css/css3_intro.asp, свободный (дата обращения 26.10.2014).
13. **Обзор JavaScript**. URL: http://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/ru_JavaScript_Overview, свободный. (дата обращения 26.10.2014).
14. **Петров Ю. И.** Развитие бизнес-процессов создания конкурентоспособной технически сложной продукции машиностроительных предприятий: Дис. ... канд. экон. наук. Москва. 2012. 148 с.

Yu. I. Petrov, PhD, Educational, Programs Manager, e-mail: mailtoyuripetrov@gmail.com

Kaspersky Lab,

Yu. A. Karnaukhov, Head of Production Department, e-mail: fishmanship@gmail.com,

IN-Media AG

"FK-Monitoring" Software as a Tool for a Business Process Monitoring

The last decades are characterized by the sharp growth of informatization of economic, administrative and manufacturing processes both in state and commercial structures. Mainly it is explained by aspiration of the organizations to increase efficiency of their activity and, respectively, to strengthen their competitive positions; first of all nowadays it is possible by using of various information systems (IS). Among other types information analytical systems (IAS) are of great importance and allow providing adoption of highly effective administrative decisions and support of elements of strategic planning. At the same time systems of this type are usually developed on demand (custom-made) since the requirements to in and out information, to processing of internal documentation and to reports are strongly depend on company specifics.

Article considers issues of design and implementation of software (analytical information system) for production monitoring at IN-Media AG Company (Switzerland). The software suite includes three components: FK-Server (both console and windowed versions, fetches and parses data from production lines), FK-Client (visualize and analyze data from FK Server, including wide-range statistics and planning ability) and FK Web Client (shows actual production information on non-desktop computer devices). FK Client is a core multi-user component and has bilingual user interface language (can be switched between Russian and German).

The architecture of the software suite is suggested, illustrations of its functioning are presented.

Keywords: information system, analytical information system, software, business process, monitoring, publishing holding, OLAP, Delphi, PostgreSQL

References

1. **IN-Media** — Home. URL: <http://www.in-media.ch>.
2. in-online.ch — *Das online Magazin des in. Werbe-Folders*. URL: <http://www.in-online.ch/>.
3. **Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files**. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>
4. **[MS-XLSX]: Excel (.xlsx) Extensions to the Office Open XML SpreadsheetML File Format**. URL: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd922181\(v=office.12\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd922181(v=office.12).aspx)
5. **Petrov Yu. I.** Arhitektura i algoritmicheskoe obespechenie informacionnoj sistemy normokontrolja vypusknih kvalifikacionnyh rabot. *Programmaja inzhenerija*. 2013. № 3. P. 26—32.
6. **Spinellis D., Gusios G.** *Ideal'naja arhitektura. Vedushhie specialisty o krasote programmnyh arhitektur*. Spb.: Simvol-Pljus, 2010. 528 p.
7. **Ford N., Najgard M.** 97 jetjudov dlja arhitektorov programnyh sistem. Spb.: Simvol-Pljus, 2010. 224 p.
8. **PostgreSQL: The world's most advanced open source database**. URL: <http://www.postgresql.org/>
9. **Delphi XE2 // Embarcadero Technologies**. URL: <http://edn.embarcadero.com/article/41593>
10. **Introducing JSON**. URL: <http://www.json.org/>
11. **HTML5**. URL: <http://www.w3.org/TR/html5/>
12. **CSS3 Introduction**. URL: http://www.w3schools.com/css/css3_intro.asp
13. **Obzor JavaScript**. URL: http://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/ru_JavaScript_Overview.
14. **Petrov Yu. I.** *Razvitie biznes processov sozdaniya konkurentosposobnoj tehnichecki slozhnoj produkcii mashinostroiitel'nyh predpriyatij: Dis. ... kand. jekon. nauk. Moscow, 2012. 148 p.*

УДК 681.5:004.414.2

Н. А. Авдеев, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

П. Н. Бибилло, д-р техн. наук, проф., зав. лаб., e-mail: bibilo@newman.bas-net.by

Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, г. Минск

Расширение возможностей автоматизированного проектирования цифровых систем при использовании стандарта VHDL'2008

Кратко анализируются и иллюстрируются примерами расширения стандарта высокоуровневого языка VHDL, являющегося одним из основных языков автоматизированного проектирования цифровых систем на базе СБИС. Расширение множества конструкций в стандарте VHDL '2008 предназначено для удобства написания сложных тестирующих программ и верификации.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, цифровая система, VHDL, тестирование, функциональная верификация