

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кемеровское региональное отделение САН ВШ
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский
металлургический комбинат»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2017**

**ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
*(с международным участием)***

**Новокузнецк
2017**

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 475 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Организации, поддержавшие конференцию:

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк),
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581.

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

	Элементарные		Суммарные фракции			
	Y	Ad	Всплывшие		Потонувшие	
			Y	Ad	Y	Ad
▶ <1,3			0	0	0	NaN
1,3-1,4			0	NaN	0	NaN
1,4-1,5			0	NaN	0	NaN
1,5-1,6			0	NaN	0	NaN
1,6-1,8			0	NaN	0	NaN
>1,8			0	NaN	0	0

Название класса:

Рисунок 3 – Окно «Таблица классов углей»

Данный блок предназначен для расчёта таблицы фракционного анализа углей с нуля, минуя обработку данных из производственной лаборатории.

Аналогичный подход использован при построении и остальных блоков программы автоматизации проектирования ОФ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ по проекту №15-07-01972.

Библиографический список

1. Артюшин С.П. Проектирование углеобогачительных фабрик / С.П. Артюшин. – 2-е изд. – М: Недра, 1974. – 200 с.

2. С Sharp [Электронный ресурс]: Материал из Википедии – свободной энциклопедии: Версия 85826356, сохранённая в 13:57 UTC 6 июня 2017 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. – Электрон. дан. – Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2017. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=85826356>.

3. Model-View-Controller [Электронный ресурс]: Материал из Википедии – свободной энциклопедии: Версия 85783223, сохранённая в 11:13 UTC 4 июня 2017 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. – Электрон. дан. – Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2017. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=85783223>.

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ПРОСТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Койнов Р.С.¹, Ляховец М.В.², Добрынин А.С.¹

¹ *Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*

² *ООО «Синерго Софт Системс», г. Новокузнецк, Россия*

Основные принципы хранения данных о простоях АСУ ПТЛ

Современные АСУ ПТЛ имеют широкие возможности по хранению различных параметров и состояний оборудования и системы в целом в разрезе времени. Так, обычно, в базе данных (БД) хранятся текущие и архивные состояния оборудования, счётчики работы, оперативный журнал событий и т.д. [1-3]. Под состояниями оборудования понимаются, например:

- «работа» – принимает значения «да» или «нет»;
- «скорость ленты» – скорость ленты конвейера (в м/с);
- «контрольный вес перенесенного материала в единицу времени»;
- «температура узлов и агрегатов»;
- «перегруз» – принимает значения «да» или «нет»;

- другие параметры, зависящие от конкретного производителя оборудования и автоматизированной системы управления.

В БД также хранятся так называемые «счётчики» работы оборудования, например:

- «счётчик работоспособности оборудования» – каждую единицу времени счётчик инкрементируется (увеличивается на единицу) и его значение записывается в БД;
- «счётчик общей массы прошедшего материала» – каждую единицу времени счётчик

увеличивается на массу материала, прошедшего в данную единицу времени, и его значение записывается в БД;

- «счётчик остановов оборудования» – каждую единицу времени счётчик записывает в БД количество остановов, произошедших с момента первого запуска;

- «счётчик пусков оборудования» – каждую единицу времени счётчик записывает в БД количество пусков, произошедших с момента первого запуска;

- другие счётчики, зависящие от конкретного производителя оборудования и автоматизированной системы управления.

В общем случае таблица для хранения состояний, параметров и счётчиков имеет структуру (для реляционной БД), представленную в таблице 1:

Таблица 1 – Структура таблицы БД АСУ ПТЛ для хранения значений состояний, параметров, счётчиков

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код строки	int	Уникальный идентификатор строки в таблице
Код из справочника параметров (состояний, счетчиков)	int	Код параметра (состояния, счётчика), берется из отдельной таблицы-справочника
Значение	double	Значение параметра (состояния, счётчика)
Дата-время	datetime	Дата-время на момент записи значения, обычно используется функция now().
Код конвейера (объекта)	int	Код конвейера (объекта), берется из отдельной таблицы-справочника конвейеров (объектов)
Комментарий	nvarchar(1000)	Дополнительный комментарий к записываемому значению

При возникновении аварийных ситуаций, событий останова или других событий АСУ ПТЛ делает записи в отдельной таблице, называемой «Оперативный журнал» с указанием даты-времени начала события, конвейера (объекта), вида события (простоя), описания и т.д. В оперативном журнале обычно не пишется дата-время окончания события. Под видами событий (простоев) понимается некий классификатор, обычно предлагаемый производителем поточно-транспортных линий.

В общем случае таблица для хранения оперативного журнала имеет структуру (для реляционной БД), представленную в таблице 2:

Таблица 2 – Структура таблицы БД АСУПТЛ для хранения оперативного журнала

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код строки	int	Уникальный идентификатор строки в таблице
Код вида события (простоя)	int	Код вида события (простоя), берется из отдельной таблицы-справочника
Дата-время	datetime	Дата-время начала события, обычно используется функция now()
Код конвейера (объекта)	int	Код конвейера (объекта), берется из отдельной таблицы-справочника конвейеров (объектов)
Комментарий	nvarchar(1000)	Дополнительный комментарий к событию (простоя)

Постановка задачи сбора данных по простоям

Дано: множество АСУПТЛ (различных производителей), имеющих различные СУБД

и БД различной структуры для хранения информации.

Требуется: разработать унифицированную БД единого хранилища информации, разработать обобщенные алгоритмы импорта данных из различных АСУПТЛ в единое хранилище (рисунок 1).

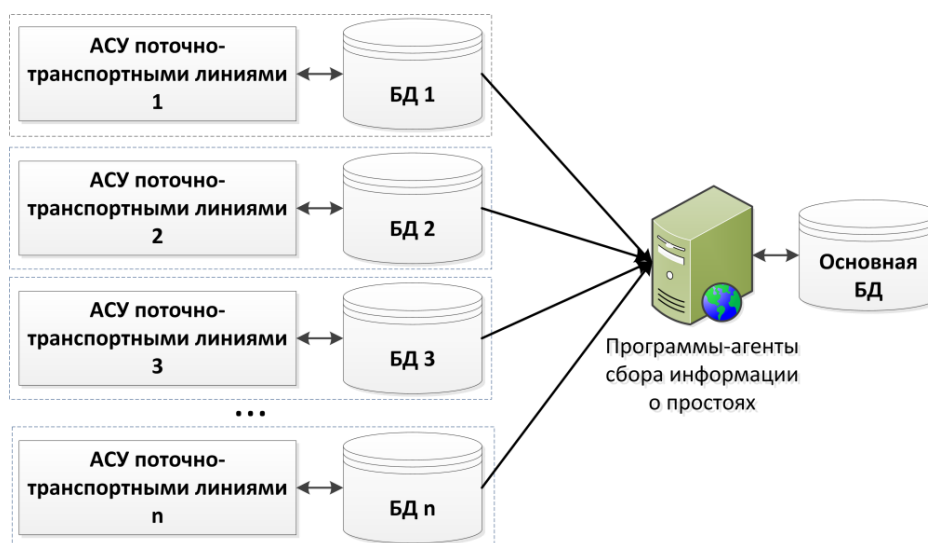


Рисунок 1 – Схема сбора информации о простоях из различных АСУПТЛ

Ограничения: структура БД должна находиться в третьей «нормальной» форме реляционной БД. СУБД должна отвечать требованиям безопасности, отказоустойчивости.

Практическая реализация поставленных задач

Для реализации поставленной задачи необходимо, в первую очередь, разработать БД, подходящую для сбора информации о простоях из любой АСУ ПТЛ.

Предлагается использовать СУБД MS SQL Server версии не ниже 2005. В дальнейшем структура таблиц будет описываться в терминах MS SQL Server.

Необходимо учесть, что в каждой АСУПТЛ имеются свои справочники видов событий (простоев) и при импорте данных в единое хранилище коды видов событий (простоев) каждой из АСУПТЛ должны быть преобразованы в унифицированные (обобщенные) коды.

Предлагаемая схема данных главной БД приведена на рисунке 2, структуры таблиц главной БД в таблицах 3-10.

Таблица 3 – Структура таблицы «Виды_простоев» главной БД

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_вида_простоев	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Название_вида_простоев	nvarchar(255), not null	
Код_вида_простоев_в_АСУПТЛ	int, not null	
Код_АСУПТЛ	FK, int, not null	
Код_обобщенного_вида_простоев	FK, int, not null	

Таблица 4 – Структура таблицы «Обобщенные_виды_простоев» главной БД.

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_обобщенного_вида_простоев	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Название_обобщенного_вида_простоев	nvarchar(255), not null	

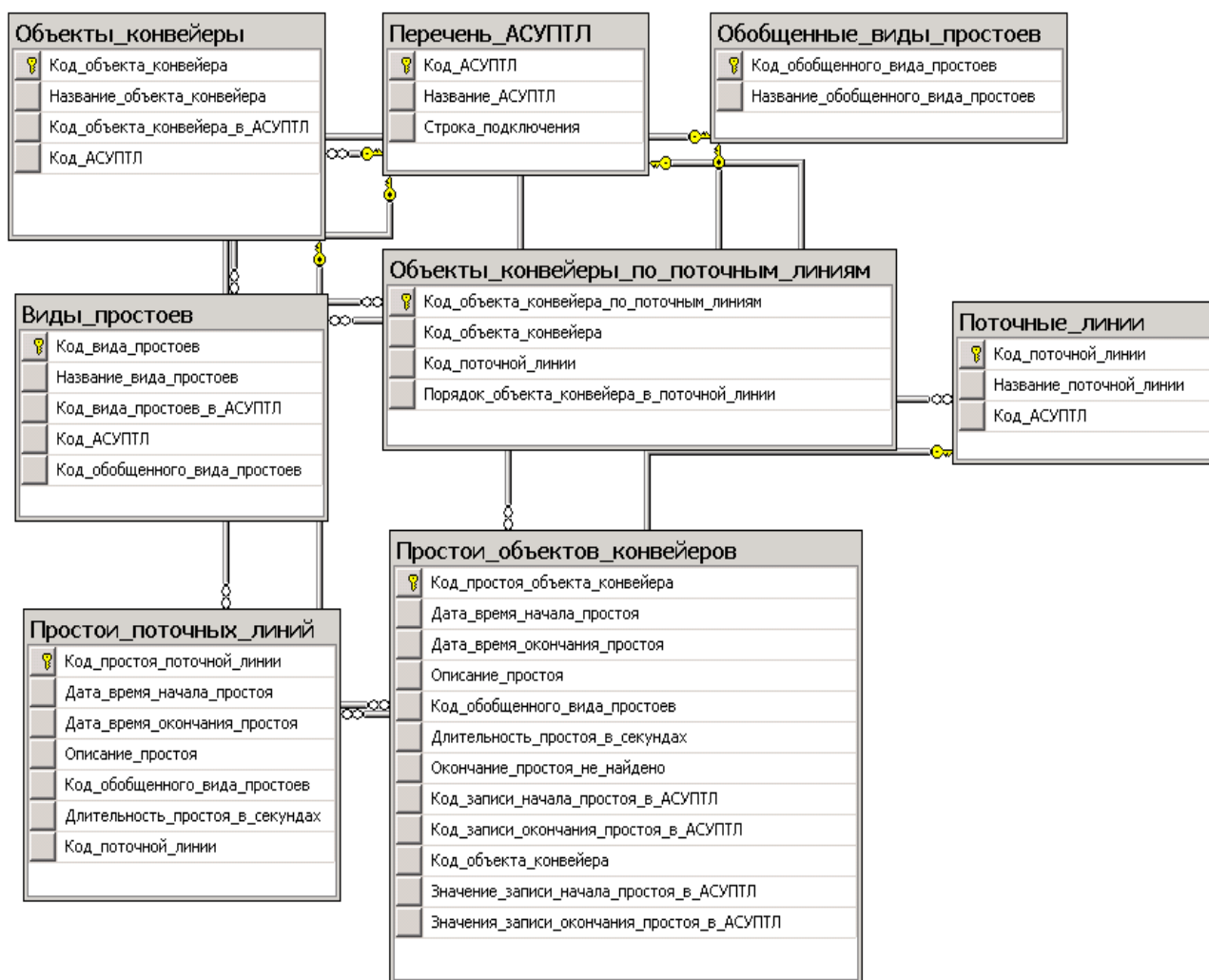


Рисунок 2 – Предлагаемая схема данных главной БД

Таблица 5 – Структура таблицы «Объекты_конвейеры» главной БД.

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_объекта_конвейера	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Название_объекта_конвейера	nvarchar(255), not null	
Код_объекта_конвейера_в_АСУПТЛ	int, not null	
Код_АСУПТЛ	FK, int, not null	

Таблица 6 – Структура таблицы «Объекты_конвейеры_по_поточным_линиям» главной БД.

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_объекта_конвейера_по_поточным_линиям	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице.
Код_объекта_конвейера	FK, int, not null	
Код_поточной_линии	FK, int, not null	
Порядок_объекта_конвейера_в_поточной_линии	smallint, not null	

Таблица 7 – Структура таблицы «Перечень_АСУПТЛ» главной БД

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_АСУПТЛ	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Название_АСУПТЛ	nvarchar(255), not null	
Строка_подключения	nvarchar(1000), not null	Строка подключения к СУБД конкретной АСУ ПТЛ

Таблица 8 – Структура таблицы «Поточные_линии» главной БД

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_поточной_линии	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице.
Название_поточной_линии	nvarchar(255), not null	
Код_АСУПТЛ	FK, int, not null	

Таблица 9 – Структура таблицы «Простои_объектов_конвейеров» главной БД

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_простоя_объекта_конвейера	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Дата_время_начала_простоя	datetime, not null	
Дата_время_окончания_простоя	datetime, null	
Описание_простоя	nvarchar(1000), null	
Код_обобщенного_вида_простоев	FK, int, not null	
Длительность_простоя_в_секундах	int, null	
Окончание_простоя_не_найденно	bit, null	Принимает значение True, если при текущем выполнении программы-агента окончание данного простоя не найдено
Код_записи_начала_простоя_в_АСУПТЛ	int, not null	
Код_записи_окончания_простоя_в_АСУПТЛ	int, null	
Код_объекта_конвейера	FK, int, not null	
Значение_записи_начала_простоя_в_АСУПТЛ	int, not null	Используется для значений-счётчиков в АСУ ПТЛ. Принимает начальное значение счётчика времени работы в простое.
Значения_записи_окончания_простоя_в_АСУПТЛ	int, null	Используется для значений-счётчиков в АСУ ПТЛ. Принимает конечное значение счётчика времени работы в простое

Таблица 10 – Структура таблицы «Простои_поточных_линий» главной БД

Наименование поля	Тип поля	Комментарий
Код_простоя_объекта_конвейера	PK, int, not null	Уникальный автоинкрементирующий идентификатор строки в таблице
Дата_время_начала_простоя	datetime, not null	
Дата_время_окончания_простоя	datetime, null	
Описание_простоя	nvarchar(1000), null	
Код_обобщенного_вида_простоев	FK, int, not null	
Длительность_простоя_в_секундах	int, null	
Код_поточной_линии	FK, int, not null	

Алгоритм работы программы-агента может основываться на двух принципах: 1) на анализе состояний типа «работа» (принимаящего значения «да» или «нет») оборудования в АСУ ПТЛ в разрезе времени; 2) на анализе счётчиков работоспособности оборудования в разрезе времени. С учётом того, что каждые следующие сутки в БД АСУ ПТЛ обычно создаются новые таблицы для записи новых значений состояний, параметров и счётчиков, алгоритмы упрощенно можно представить в следующем виде:

1. Производится подключение к главной БД согласно строке подключения, прописанной, например, в INI-файле настроек программы.

2. Производится чтение информации (настроек) об АСУ ПТЛ, код которой прописан, например, в INI-файле настроек, в главной БД.

3. Подключение к БД АСУ ПТЛ и проверка существования необходимых таблиц на дату импорта (берётся из настроек). Если таблицы отсутствуют, то работа программы завершается.

4. Производится синхронизация справочников объектов-конвейеров БД АСУ ПТЛ и главной БД. Новые объекты-конвейеры АСУ ПТЛ будут не связаны с объектами-конвейерами главной БД. Если присутствуют несвязанные объекты-конвейеры, программа завершит работу, предложив их связать.

5. В главной БД производится поиск кода последней записи, с которой будет начинаться поиск простоев в АСУ ПТЛ.

6. Для алгоритма, основанного на анализе состояний типа «работа» в разрезе времени:

Чтение событий остановки объектов-конвейеров из таблиц хранения значений состояний типа «работа» с сортировкой по названию объекта-конвейера, дате события. Простои ищутся путём поиска состояния «нет», что будет являться началом простоя и последующего состояния «да», что будет являться окончанием простоя. Время простоя вычисляется как простая разница между последней и предыдущей датой-временем. Далее производится сохранение информации об этом простое в таблицу «Простои_объектов_конвейеров» в главной БД.

Для алгоритма, основанного на анализе счётчиков работоспособности оборудования в разрезе времени:

Чтение событий остановки объектов-конвейеров из таблиц хранения значений счётчиков работоспособности оборудования с сортировкой по названию объекта-конвейера, дате события. Счётчики сохраняются в БД АСУ ПТЛ каждую минуту. Простои ищутся путём сравнения текущего итерационного счётчика и предыдущего. Если «(дата-время текущего счётчика – дата-время предыдущего счётчика) – (значение текущего счётчика – значение предыдущего счётчика) > 1 минуты», то производится сохранение информации об этом простое в таблицу «Простои_объектов_конвейеров» в главной БД.

7. В процессе импорта данных синхронизируются справочники видов простоев БД АСУ ПТЛ и главной БД. Новые виды простоев АСУ ПТЛ будут не связаны с видами простоев главной БД, находящихся в таблице «Обобщенные_виды_простоев». Если присутствуют несвязанные виды простоев, программа завершит работу, предложив их связать.

8. Производится поиск всех поточных линий, в которые входит объект-конвейер в таблице «Объекты_конвейеры_по_поточным_линиям».

9. Производится добавление каждой найденной поточной линии границ времени простоя текущего объекта-конвейера в таблице «Простои_поточных_линий». Поскольку автоматика обычно сама выявляет закономерности в порядке конвейеров в поточных линиях, и пишет в БД АСУ ПТЛ как первопричину простоя, так и статусы по взаимоблокировке, то для учёта простоя поточных линий достаточно вычислять минимальное значение даты-времени начала простоя каждого из конвейеров и максимальное значение даты-времени окончания простоя каждого из конвейеров, входящих в поточную линию и простой. Эти минимальные и максимальные значения и являются началом и окончанием простоя поточной линии. Т.е. при добавлении нового простоя конвейера, ищется в какие поточные линии он входит, далее ищутся простои данных поточных линий, в которые может входить слева и (или) справа простой конвейера и в случае вхождения простоя поточных линий расширяются в границах.

10. К дате импорта добавляются сутки, переход на шаг 3.

Опытное тестирование алгоритмов показало, что метод, основанный на анализе счётчиков работоспособности оборудования в разрезе времени, более надежен метода, основанного на анализе состояний типа «работа» оборудования в разрезе времени. Связано это с тем, что зачастую простои сопровождаются отключением электроэнергии, потерей связи с контроллером (или БД АСУ ПТЛ), что ведет к невозможности записать в БД информацию о состоянии типа «работа» со значениями «Да» или «Нет» сиюминутно, важная информация теряется. Счётчики же пишут свои значения каждую минуту и при появлении электроэнергии или связи с контроллером (или БД АСУ ПТЛ) сразу пишут актуальную информацию в БД АСУ ПТЛ.

Заключение

В статье проанализирована типовая структура АСУ ПТЛ. Поставлена задача разработки единой системы учёта простоев конвейеров и поточных линий различных производителей, имеющих в рамках своих АСУ ПТЛ различные СУБД и БД различной структуры. В рамках решения задачи предложен вариант структурной схемы единой системы сбора информации о простоях. Выделены сущности, характеризующие простои поточно-транспортных линий, и их атрибуты; разработана схема данных, отражающая отношения между сущностями. Разработаны алгоритмы работы программного агента для двух случаев: 1) при анализе логических состояний типа «работа» оборудования в АСУ ПТЛ; 2) при анализе счётчиков работоспособности оборудования.

Библиографический список

1. Применение автоматизированной системы управления конвейерами и конвейерными линиями АСУК-ДЭП на предприятиях угольной промышленности [Электронный ресурс] / С. П. Медведев, А. Н. Выгривач, Ю. М. Перовский, Д. В. Третьяк // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2015. – № 7-8. – С. 28–30. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24332400>.

2. Уваров А. В. Автоматизированная система управления конвейерами и конвейерными линиями АСУК-ДЭП [Электронный ресурс] / А. В. Уваров // Записки горного института. – 2008. – Т. 177. – С. 36–39. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13417267>.

3. Черенков Н. С. Модернизация и оптимизация автоматизированных конвейеров в горной промышленности [Электронный ресурс] / Н. С. Черенков, А. С. Семенов // Международный студенческий научный вестник. – Пенза: Информационно-технический отдел Академии Естествознания, 2015. – № 3-4. – С. 417–419. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23800804>.

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ПРОСТОЕВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.....	178
Койнов Р.С., Ляховец М.В., Добрынин А.С.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО КОНТАКТНОГО ГРАФИКА ВНУТРИЗАВОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ЛИСТОВОГО ПРОКАТА.....	185
Луговик А.И., Куделин С.П.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАПОЛНЕНИЯ СКЛАДА ЛИСТОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИТМИЧНОСТИ ОТГРУЗКИ ПРОКАТА.....	187
Радченко М.О., Куделин С.П.	
К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ НЕЙРОСЕТЕВОГО НАСТРОЙЩИКА НА МНОГОЗОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПЕЧАХ.....	189
Еременко Ю.И., Глущенко А.И., Фомин А.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ IoT-МОДУЛЕЙ И ОДНОКРИСТАЛЬНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ.....	194
Андрианов О.Н., Воронцова А.Д.	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	196
Михайлов В.Г., Киселева Т.В.	
СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОХОДОМ.....	201
Аксенов В.В., Чичерин И.В.	
РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ КАК ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ.....	205
Гусев С.С.	
ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ СЫРЬЕВЫМИ И ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В АГЛОДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	209
Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В.	
О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА.....	214
Трофимов В.Б.	
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ ДЛЯ ПЕРЕПЛАВКИ МЕДНЫХ КАТОДОВ.....	217
Швыдкий В.С., Фатхутдинов А.Р., Спирин Н.А.	
СИСТЕМА ЗАЩИТЫ НАСОСА ОТ КАВИТАЦИИ НА ОСНОВЕ СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА ТОКА СТАТОРА ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	223
Герасимук А.В., Кипервассер М.В., Симаков В.П.	
УПРАВЛЕНИЕ СТОЙКОСТЬЮ СВАРНОГО УЗЛА К ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ.....	228
Веревкин В.И., Веревкин С.В.	
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ТОРГОВЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	232
Гиманова И.А., Дулесов А.С.	

Научное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ AS' 2017

**Труды XI Всероссийской научно-практической конференции
(с международным участием)
14-16 декабря 2017 г.**

Под общей редакцией
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 30.11.2017 г.
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,6. Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 300 экз. Заказ № 644

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ