

Система Автоматизации Свеклопункта на основе Программного Комплекса «Сахар» с использованием RFID-технологии

Общее описание и функционирование

1.	Общая характеристика Системы.....	1
1.1.	Прикладное программное обеспечение.....	1
1.2.	RFID-оборудование.....	2
1.3.	Дополнительное оборудование.....	3
1.4.	Промежуточное программное обеспечение.....	3
1.5.	Взаимодействие с лабораторным оборудованием.....	3
1.6.	Интеграция с учетными системами «1С».....	3
2.	Оснащение пунктов обслуживания.....	3
3.	Функционирование Системы.....	4
3.1.	Открытие рабочего периода.....	4
3.2.	Регистрация на бракплощадке.....	5
3.3.	Первое взвешивание.....	5
3.4.	Прохождение лаборатории.....	6
3.5.	Площадка ожидания.....	6
3.6.	Разгрузка.....	7
3.7.	Второе взвешивание.....	7
3.8.	Регистрация выезда.....	7
3.9.	Закрытие рабочего периода.....	8
3.10.	Нештатные ситуации.....	8
4.	Дополнительные возможности.....	8
5.	Преимущества САС.....	9

1. Общая характеристика Системы

1.1. Прикладное программное обеспечение

В основе Системы Автоматизации Свеклопункта лежит собственная разработка компании «ГЕЛА» – Программный Комплекс «Сахар» (далее ПК «Сахар», Комплекс).

ПК «Сахар» обеспечивает оперативный и количественно-качественный учет по всей технологической цепочке сахарного завода – от приемки свеклы и передачи ее в переработку до хранения и отгрузки основной и сопутствующей продукции, включая теххимический учет производства. Комплекс ряд лет эксплуатируется на 13 предприятиях, в т.ч. на всех сахарных заводах, принадлежащих / принадлежавших Группе «Разгулай».

Система Автоматизации Свеклопункта (далее САС, Система) является подсистемой ПК «Сахар», расширенной различными техническими средствами контроля и управления движением автотранспорта в процессе приемки свеклы.

Предлагаемая Система с применением RFID-технологии эксплуатируется с сезона 2014 г. на сахарном заводе «Каинды-Кант» (Республика Кыргызстан) и с сезона 2015 г. – на сахарном заводе «Свобода» (Краснодарский край, г.Усть-Лабинск); до этого на ряде предприятий использовались иные средства автоматической идентификации автотранспорта.

1.2. RFID-оборудование

1. В САС используется **промышленное RFID-оборудование** известных производителей, соответствующее общепринятому стандарту **EPC Class 1 Gen 2** (Electronic Product Code Class 1 Generation 2). Оборудование этого стандарта работает на частотах UHF (Ultra High Frequency, 860-960 МГц).

Принципиально любое оборудование указанного стандарта может быть использовано в составе САС. Такой подход существенно снижает зависимость потребителя от поставщика RFID-оборудования.

2. В комплект **RFID-оборудования** входят:
 - RFID-метки,
 - стационарные считыватели с антеннами,
 - мобильные терминалы.
3. **Метки**, используемые в САС для идентификации автотранспорта – это самоклеящиеся метки, размещаемые на лобовом стекле автомобиля (метки типа Windshield Label). Лучшие метки этого типа исключают перенос на другое транспортное средство с сохранением работоспособности; более дешевые модели затрудняют такой перенос. Метка допускает **многократное использование** и может служить **не один сезон**. Такие метки являются расходным материалом, однако весьма недорогим – в пересчете на один заезд автомобиля на предприятие затраты на метки составляют ничтожную сумму.

Важно! Неотделимость метки от автомобиля существенно снижает (если не исключает) возможность махинаций с сырьем путем «подмены» автомобилей: в лабораторию отправлен автомобиль с «плохой» свеклой, а под пробоотборник стал автомобиль с «хорошей» свеклой)

4. **Стационарные считыватели**^{*)} – включенные в локальную вычислительную сеть (ЛВС) устройства, через которые ПК «Сахар» в режиме **on-line** обменивается информацией с RFID-метками. Считыватели, вообще говоря, являются многоканальными, к каждому каналу подключается своя антенна, и поскольку каналы работают независимо друг от друга, один считыватель может реализовать несколько логических устройств – **стационарных терминалов**, каждый из которых обслуживает некоторую точку учета. Физически **стационарный терминал = антенна + канал стационарного считывателя**.

Примечание: возможность создания нескольких стационарных терминалов на основе одного стационарного считывателя ограничена допустимой длиной антенного кабеля; к примеру, один считыватель может обслуживать две весовые платформы, если они расположены недалеко друг от друга.

5. **Мобильные терминалы** (мобильные считыватели) – это автономные вычислительные устройства с RFID-считывателем. Мобильные терминалы используются в точках разгрузки (БУМ, бурчаная) и самостоятельно осуществляют некоторые контрольные и учетные функции. Мобильные терминалы взаимодействуют с Комплексом, вообще говоря, в режиме **off-line**, однако возможно взаимодействие в режиме **on-line** через беспроводные каналы связи (сотовая связь, Wi-Fi).

^{*)} Считыватель – традиционное название устройства, на самом деле оно и читает метки, и пишет на них

6. Принципиальной особенностью САС является то, что метка несет **минимум информации**:

- уникальный код, идентифицирующий автомобиль,
- код очередной точки учета, назначенной автомобилю,
- код точки фактической разгрузки и время разгрузки.

Учетная информация, возникшая в точках учета, сразу записывается в базу данных САС (возможно, за исключением БУМ: если мобильный терминал работает в режиме off-line, то информация о месте и времени фактической разгрузки попадет в базу данных при прохождении весовой тары). Такой подход позволяет **отслеживать в реальном времени** прохождение автомобилями точек учета и оперативно управлять процессами на свеклопункте. Кроме того, минимизация объема информации на метке повышает скорость и надежность обмена информацией по радиоканалу.

1.3. Дополнительное оборудование

ПК «Сахар» осуществляет не только учетные функции, но и функции контроля и управления движением автотранспорта по свеклопункту. В этих целях в САС используется дополнительное оборудование:

- информационные табло, через которые водителям сообщаются команды и учетные данные (вес брутто / тара и др.);
- IP-видеокамеры, обеспечивающие автоматическую фотофиксацию автомобиля при регистрации и при взвешивании;
- светофоры, управляющие движением автотранспорта через весовые; возможно также применение шлагбаумов;
- ИК-барьеры, позволяющие контролировать положение автомобиля на весовой платформе.

Дополнительное оборудование включается в ЛВС либо непосредственно, либо через конвертеры интерфейсов RS-232 / RS-485 / Ethernet и управляется Комплексом частично напрямую, частично – через стационарные считыватели, имеющие т.н. входы/выходы общего назначения (GPIO), с использованием дополнительных релейных модулей.

1.4. Промежуточное программное обеспечение

Взаимодействие ПК «Сахар» с RFID-оборудованием обеспечивается специальным промежуточным программным обеспечением (middleware, далее – промежуточное ПО).

1.5. Взаимодействие с лабораторным оборудованием

В САС предусмотрена возможность автоматического съема учетных данных с весов линии РЮПРО и с сахариметров.

1.6. Интеграция с учетными системами «1С»

ПК «Сахар» не является продуктом на платформе «1С:Предприятие 8», он разработан средствами PowerBuilder и MS SQL Server, однако Комплекс в целом и САС в частности интегрируется с учетными системами фирмы «1С» с автоматическим согласованием справочников и автоматической передачей учетных данных.

2. Оснащение пунктов обслуживания

Прибывший на предприятие автомобиль со свеклой проходит принятый на предприятии **маршрут** – ряд последовательных пунктов обслуживания. Далее рассматривается один из возможных вариантов маршрута:

- Браклощадка:

- при въезде – регистрация, принятие решения о месте разгрузки, о направлении в лабораторию,
- при выезде – оформление документов по приемке;
- Весовая первого взвешивания (брутто);
- Лаборатория (выборочно);
- Площадка ожидания;
- Пункт разгрузки: БУМ или Бурачная;
- Весовая второго взвешивания (тара).

Пункты обслуживания автотранспорта являются **точками учета САС** и оборудуются следующим образом:

1. **Бракплощадка:**

- Персональный компьютер, включенный в ЛВС (рабочая станция ЛВС);
- Стационарные терминалы – по одному со стороны въезда и со стороны выезда;
- Принтер;
- IP-видеокамеры (одна-две) со стороны въезда.

2. **Весовые первого и второго взвешивания:**

- Стационарный терминал;
- ИК-барьеры по обеим поперечным границам весовой платформы для контроля правильности положения автомобиля на платформе;
- Информационное табло, расположенное за выездом с весовой платформы;
- IP-видеокамеры (одна-две) для фотофиксации зоны взвешивания при съеме веса;
- Двухцветные светофоры на въезде и выезде.

Важно! Персональный компьютер на «безлюдной» весовой не предполагается, весовой терминал (весовой процессор) включается в ЛВС через конвертор RS-232 – Ethernet.

3. **Лаборатория:**

- Рабочая станция ЛВС;
- Стационарный терминал.

4. **Площадка ожидания:**

- Информационное табло (при необходимости таких табло может быть несколько),
- Стационарный терминал.

5. **Пункты разгрузки:**

- Мобильные терминалы.

Вообще говоря, в некоторых пунктах могут одновременно обслуживаться несколько автомобилей: к примеру, в лаборатории может быть два пробоотборника. С таким пунктом обслуживания связано несколько точек учета, каждая из которых оборудуется указанным выше образом, при этом компьютер может быть общим для этих точек учета.

3. Функционирование Системы

Функционирование САС описано в предположении работы мобильных терминалов в режиме off-line.

3.1. Открытие рабочего периода

Рабочий период САС соответствует рабочей смене персонала свеклопункта.

Открытие рабочего периода производится Администратором Системы и заключается в следующем:

- производится назначение мобильных терминалов по пунктам разгрузки (БУМы, Бурачная);

- выполняется синхронизация мобильных терминалов со стационарной частью САС.

3.2. Регистрация на бракплощадке

- Автомобиль (одиночный или с прицепом) заезжает на Бракплощадку и останавливается в обозначенном месте, где терминал может взаимодействовать с меткой.
- Если на автомобиле есть метка, сохранившаяся от прошлых заездов на это предприятие, то по команде Браковщика Система
 - считывая метку, автоматически идентифицирует автомобиль,
 - контролирует «заезд снаружи», т.е. проверяет, что предыдущий заезд автомобиля с этой меткой был завершен.
- Если же на автомобиле метки нет, то на нем размещается новая метка, и Браковщик через терминал производит ее инициализацию – записывает на метку в поле **Идентификатор** уникальный идентификатор, сгенерированный Системой.
- Браковщик
 - на основе данных ТТН производит регистрацию **заезда** – текущего посещения предприятия этим автомобилем, при этом если автомобиль уже посещал предприятие и был снабжен меткой, то данные об автомобиле заполняются автоматически;
 - осматривает поступившую свеклу, по результатам осмотра определяет и фиксирует в Системе пункт разгрузки и, возможно, принимает и фиксирует в Системе решение о направлении автомобиля в Лабораторию.
- Система выполняет следующие операции:
 - фиксирует дату-время регистрации и привязывает к регистрационным данным идентификатор прочитанной метки,
 - записывает в поле метки **Следующий** код либо конкретной Весовой первого взвешивания (брутто), либо код группы таких Весовых, что означает возможность пройти любую свободную Весовую этой группы,
 - возможно, с использованием механизма случайного выбора, автоматически назначает посещение Лаборатории.
- Браковщик сообщает Водителю назначение на Весовую брутто (конкретную или произвольную), и автомобиль покидает Бракплощадку.
- **Комментарий:** направление в Лабораторию или назначенный Браковщиком пункт разгрузки записывается на метку и выдается на табло на Весовой брутто.

3.3. Первое взвешивание

В дальнейшем изложении предполагается, что для любой весовой платформы ее назначение (первое или второе взвешивание) и способ использования (направление движения транспорта через весовую платформу) либо неизменны, либо фиксируются на некоторый период.

Весовая работает в автоматическом режиме («безлюдная» весовая).

Исходное состояние Весовой перед обслуживанием очередного автомобиля таково: входной светофор находится в состоянии «Разрешено», выходной светофор – в состоянии «Запрещено», Система опрашивает весы в ожидании существенного отклонения веса от нуля.

Автомобиль проходит Весовую следующим образом:

- Автомобиль въезжает на весовую платформу и останавливается в обозначенном месте, где терминал может взаимодействовать с меткой.
- Система выполняет следующие операции:

- переключает входной светофор в состояние «Запрещено» и дожидается стабилизации веса,
- с помощью ИК-барьеров и с учетом снимаемого веса контролирует положение автомобиля на весовой платформе, при необходимости подавая через информационное табло команды (сообщения) водителю «вперед / назад»,
- считывает метку, идентифицирует автомобиль,
- по значению поля метки *Следующий* контролирует назначение на первое взвешивание,
- фиксирует дату-время посещения первого взвешивания,
- снимает вес автомобиля,
- одновременно с фиксацией веса фиксирует изображения, полученные с видеокамер, и привязывает их к данным заезда;
- заносит в поле *Следующий* метки автомобиля код назначенной на Бракплощадке очередной точки учета, которую должен пройти автомобиль – это Лаборатория или БУМ (Бурачная);
- через информационное табло сообщает водителю снятый вес и следующую точку учета,
- переключает выходной светофор в состояние «Разрешено».
- Автомобиль покидает Весовую.
- По событию обнуления веса Система восстанавливает исходное состояние весовой: переключает входной светофор в состояние «Разрешено», а выходной – в состояние «Запрещено».

3.4. Прохождение лаборатории

- Автомобиль въезжает на площадку отбора проб и останавливается в обозначенном месте, где терминал может взаимодействовать с меткой.
- Система, обнаружив появление метки в зоне действия терминала;
 - считывает метку, идентифицирует автомобиль;
 - по значению поля *Следующий* контролирует назначение в Лабораторию;
 - фиксирует дату-время прохождения Лаборатории;
 - записывает в поле *Следующий* метки автомобиля код Площадки ожидания,
 - распечатывает лабораторный акт, присоединяемый к взятой пробе.
- После взятия пробы автомобиль покидает Лабораторию и направляется на Площадку ожидания.
- Лаборант
 - производит анализы пробы,
 - регистрирует в Системе результаты анализов.
- Система выдает на информационное табло Площадки ожидания номер гос. регистрации автомобиля и пункт разгрузки.

3.5. Площадка ожидания

- Водитель автомобиля, находящегося на Площадке ожидания, ожидает появления на информационном табло сообщения с номером гос. регистрации своего автомобиля.
- При появлении такого сообщения автомобиль подъезжает к терминалу.
- Система
 - считывает метку и идентифицирует автомобиль,
 - записывает в поле *Следующий* код назначенного Пункта разгрузки,
 - фиксирует дату-время выезда с Площадки ожидания,
 - выдает на табло назначенный Пункт разгрузки.
- Автомобиль направляется на разгрузку.

Примечание: Если специальной площадки ожидания нет, то указанные выше операции выполняются в Лаборатории.

3.6. Разгрузка

- При поступлении автомобиля на разгрузку Оператор БУМ с помощью мобильного терминала считывает метку автомобиля.
- Терминал осуществляет входной контроль по значению поля **Следующий**, при этом возможны следующие варианты:
 - Значение не относится к группе пунктов разгрузки – в этом случае Оператор отказывает в разгрузке и инициирует нештатную ситуацию, разрешаемую с участием службы безопасности.
 - Значение есть код того БУМ, на который прибыл автомобиль – в этом случае Оператор принимает автомобиль к разгрузке либо, если разгрузка по техническим причинам невозможна (например, БУМ сломан), отправляет автомобиль на разгрузку на другой БУМ.
 - Значение относится к группе пунктов разгрузки, но не есть код БУМ, на который прибыл автомобиль, – в этом случае оператор либо принимает автомобиль к разгрузке, либо отправляет автомобиль на разгрузку на другой БУМ.
- Если Оператор БУМ принял автомобиль к разгрузке, то
 - если в процессе разгрузки Оператор выявит необходимость дополнительного контроля качества свеклы, то он прекращает разгрузку и с помощью терминала записывает в поле **Следующий** метки автомобиля назначение в Лабораторию;
 - если разгрузка завершается успешно, Оператор с помощью терминала записывает в поле **Следующий** метки автомобиля код либо конкретной Весовой второго взвешивания (тары), либо код группы таких Весовых; одновременно в поле метки **Время** фиксируется время разгрузки, а в поле **Место** – код места фактической разгрузки.
- В мобильном терминале по результатам посещения автомобилем данного БУМ сохраняется запись со следующими полями:

№ поля	Наименование	Значение
1.	<i>ДатаВремя</i>	Дата-время записи метки ТС
2.	<i>Идентификатор</i>	Идентификатор метки ТС
3.	<i>Следующий</i>	Код назначенной следующей точки учета

3.7. Второе взвешивание

- Второе взвешивание производится на «безлюдной» весовой аналогично первому взвешиванию, отличия заключаются в следующем:
Система
 - по итогам взвешивания выдает на информационное табло только вес нетто, вычисленный как разница результатов двух взвешиваний,
 - назначает в качестве следующей точки учета Браклощадку (со стороны выезда),
- Автомобиль направляется к Браклощадке для оформления финальных документов и регистрации завершения заезда.

3.8. Регистрация выезда

- Автомобиль подъезжает к Браклощадке и останавливается в обозначенном месте, где терминал может взаимодействовать с меткой.
- Система по команде Оператора
 - считывает метку и идентифицирует автомобиль,
 - контролирует назначение на Браклощадку (со стороны выезда),

- фиксирует факт и дату-время завершения заезда,
- распечатывает финальные документы.
- Оператор
 - оформляет финальные документы,
 - выдает экземпляры финальных документов Водителю.
- Заезд завершен. Автомобиль покидает территорию предприятия.

Примечание: Регистрация выезда и оформление финальных документов может производиться в других пунктах: например, на КПП или на весовой тары (не весовщиком – весовая остается «безлюдной», а специальным Оператором).

3.9. Закрытие рабочего периода

По окончании рабочего периода Администратор выгружает в базу данных Системы информацию об автомобилях, прошедших через пункты разгрузки, из всех автономных терминалов, использовавшихся в рабочем периоде. Эти данные уже находятся в базе данных Системы, и выгрузка служит лишь для их контроля.

3.10. Нештатные ситуации

Во избежание громоздкости изложения в описании, данном выше, рассматривалось только штатное функционирование Системы. Однако Система обрабатывает и нестандартные ситуации, которые могут возникнуть в процессе функционирования Системы.

Нештатные ситуации можно разделить на функциональные и технические:

- Функциональные нестандартные ситуации возникают при «отрицательных» результатах проверок, осуществляемых Системой. Примеры:
 - При регистрации на Браклоплощадке автомобиля со «старой» меткой обнаружилось, что предыдущий заезд этого автомобиля не был завершен.
 - В пункте разгрузки обнаружилось, что назначение на разгрузку для этого автомобиля отсутствует, что, скорее всего, свидетельствует о попытке разгрузиться без первого взвешивания или без прохождения лаборатории; конкретное нарушение маршрута определяется по данным в базе и полю **Следующий** в метке.
- Техническими являются две нестандартные ситуации:
 - Не читается метка (отказ прочего оборудования не рассматривается как нестандартная ситуация).
 - Конструкция автомобиля такова, что не удается найти положение, в котором периметр, контролируемый ИК-барьерами, не был бы нарушен, хотя пятна контакта всех колес располагаются на весовой платформе.

Все нестандартные ситуации фиксируются в Системе, соответствующие сообщения выдаются на монитор и/или на информационное табло. Разрешаются нестандартные ситуации с участием службы безопасности и Администратора Системы или иного уполномоченного специалиста «вручную», с использованием средств, предусмотренных в Системе для таких ситуаций.

4. Дополнительные возможности

1. Если предприятие выдает свеклосдатчикам бланки ТТН, снабженные штрихкодами, то при регистрации поступающего автомобиля возможно автоматическое заполнение данных о свеклосдатчике по считанному штрихкоду.
2. В Системе предусмотрена возможность обезличивания проб:

- Система
 - перед распечаткой лабораторного акта генерирует уникальный штрихкод, который привязывает к данным текущего заезда этого автомобиля,
 - автоматически распечатывает обезличенный лабораторный Акт с этим штрихкодом.
 - Лаборант
 - производит анализы пробы,
 - сканирует штрихкод приложенного Акта, регистрирует в Системе результаты анализов; данные свеклосдатчика при этом скрыты от Лаборанта.
3. В Системе реализован **механизм автоматического выбора пункта разгрузки** с учетом свеклосдатчика и состояния очередей в пунктах разгрузки.
 4. Возможно **информирование о нештатных ситуациях с помощью SMS-сообщений**, автоматически рассылаемых ответственным лицам (руководство, СБ) по согласованному списку абонентов. Для того чтобы воспользоваться этой опцией, необходимо заключение договора со специальным СМС-центром.
 5. Для **контроля взвешивания «левых» машин** в Системе может использоваться «охранный» режим, действующий в то время, когда официальная приемка / отгрузка не ведется. В этом режиме остаются в рабочем состоянии сервер и те сегменты ЛВС, в которые включены весы и видеокамеры, все остальное оборудование: компьютеры, терминалы, светофоры и табло – может быть отключено. Система отслеживает состояние весовых платформ и при появлении нагрузки с весом, превосходящим заданный порог, фиксирует дату-время события и фотографии объекта на весовой платформе. Информацию об этих событиях можно отражать on-line путем автоматической передачи SMS-сообщений ответственным лицам и off-line – в соответствующих отчетах. Разумеется, необходимо исключить несанкционированное обесточивание сетевого оборудования и видеокамер.
 6. САС может быть расширена до **системы автоматизации приемки / отгрузки любых ТМЦ**.

5. Преимущества САС

Предлагаемая Система Автоматизации Свеклопункта имеет ряд преимуществ перед аналогичными продуктами:

- В САС используется исключительно промышленное RFID-оборудование, отвечающее международному стандарту. Вследствие этого, во-первых, **повышается надежность** Системы, а во-вторых, **снижается зависимость от поставщика** RFID-оборудования.
- Принципиальной особенностью САС является то, что метка несет **минимум информации**:
 - уникальный код, идентифицирующий автомобиль,
 - код очередной точки учета, назначенной автомобилю,
 - код точки фактической разгрузки и время разгрузки.

Учетная информация, возникшая в точках учета (возможно, за исключением БУМ), сразу записывается в базу данных САС, что позволяет **отслеживать в реальном времени** прохождение автомобилями точек учета и **оперативно управлять процессами** на свеклопункте. Кроме того, минимизация объема информации на метке **повышает скорость и надежность обмена** информацией по радиоканалу.

- Использование метки в течение всего сезона позволяет **при повторных заездах автоматически идентифицировать автомобиль** без использования средств распознавания номеров гос. регистрации.

- САС обладает богатым **функционалом планирования и учета всего процесса приемки**, включая
 - договорную работу со свеклосдатчиками,
 - начисление продукции для давальцев согласно условиям договора,
 - учет переводов свеклы между видами поступления и между свеклосдатчиками,
 - расчет стоимости свеклы от базисной дигестии для договоров покупки и др.
- Являясь подсистемой ПК «Сахар», САС естественным образом, «бесшовно», расширяется до полномасштабной системы автоматизации оперативного учета по всему предприятию.