

Применение совместно с ПК «Зерно» технических средств для автоматизации контроля и управления

Введение	1
1. Объект автоматизации	1
2. Автоматический съём веса	2
3. Фотофиксация учетных операций	2
4. Контроль положения транспортного средства на весовой платформе	2
5. Штрихкодирование: повышение пропускной способности, обезличивание проб	3
6. Централизованное управление весовыми	4
7. Автоматическая идентификация автотранспорта. «Безлюдные» весовые	4
8. RFID-технология: применяемый вариант	5
9. Система Автоматизации Приемки с применением RFID-технологии	6
10. Дополнительные возможности	8
Приложение: Сравнительный анализ методов автоматической идентификации	9

Введение

Программный Комплекс «Зерно» (далее **ПК «Зерно», Комплекс**) предназначен для автоматизации оперативного и количественно-качественного учета зерна и продуктов его переработки, т.е. является автоматизированной *учетной системой*. Однако в Комплексе предусмотрена возможность взаимодействия с различными техническими средствами, что позволяет ему выполнять *функции автоматизированного контроля и управления* движением автотранспорта по территории предприятия.

Применение технических средств позволяет

- существенно снизить влияние (случайное или злонамеренное) человеческого фактора на процессы и учетные данные,
- повысить уровень автоматизации процессов вплоть до организации «безлюдных» весовых.

Ниже описаны основные возможности Комплекса, связанные с применением технических средств. Изложение построено по принципу «от простого к сложному» – от отдельных технических решений до комплексной **Системы Автоматизации Приемки зерна** с использованием **RFID-технологии** для автоматической идентификации автотранспорта.

1. Объект автоматизации

В контексте настоящего документа объектом автоматизации является процесс приемки зерна, поступившего автотранспортом. В этом процессе автомобиль (возможно, с прицепом) проходит следующие пункты обслуживания и связанные с ними точки учета Комплекса:

№	Пункт обслуживания	Учетные операции
1.	КПП (контрольно-пропускной пункт)	Регистрация заезда (посещения предприятия)
2.	Визировка: отбор и экспресс-анализ проб	Регистрация данных анализа, определение места разгрузки
3.	Площадка ожидания	—
4.	Весовая первого взвешивания	Взвешивание брутто
5.	Разгрузка	—
6.	Весовая второго взвешивания	Взвешивание тары
7.	КПП	Оформление документов, регистрация завершения заезда

Возможны варианты описанного маршрута: например, КПП может не участвовать в работе Комплекса, и тогда регистрация заезда осуществляется на Визировке или на Весовой первого взвешивания, а оформление документов и регистрация завершения заезда – на Весовой второго взвешивания.

2. Автоматический съем веса

Комплекс обеспечивает автоматический съем веса с автомобильных тензовесов. Роль Весовщика заключается в нажатии экранной кнопки «Снять вес», которая становится доступной при стабилизации веса.

Комплекс взаимодействует с весовым терминалом непосредственно по протоколу обмена терминала с компьютером, без использования программного обеспечения производителя весов или третьих лиц.

Протоколы обмена специфичны у каждого производителя весовых терминалов. В настоящее время реализовано взаимодействие с почти тридцатью моделями весовых терминалов. Для освоения новой модели достаточно наличия документации с описанием протокола обмена.

Примечание: автоматический съем веса с ж/д весов также предусмотрен.

3. Фотофиксация учетных операций

В Комплексе предусмотрена возможность фотофиксации зоны взвешивания в момент записи веса в базу данных.

Для фотофиксации используются IP-видеокамеры.

Обычно каждая весовая платформа оборудуется двумя камерами: одна используется для фиксации кабины с захватом номера гос. регистрации, другая – для контроля содержимого кузова.

Обе камеры постоянно работают в режиме видеонаблюдения (без видеорегистрации), выводя на монитор Весовщика «картинки» зоны взвешивания. При записи в базу Комплекса веса, снятого автоматически или введенного вручную, изображения с обеих камер фиксируются в привязке к регистрационным данным текущего заезда автомобиля на предприятие.

В Комплексе также предусмотрена фотофиксация регистрации заезда автомобиля.

4. Контроль положения транспортного средства на весовой платформе

Правильным является такое положение транспортного средства (ТС), т.е. автомобиля и прицепа, если таковой имеется, относительно весовой платформы, при котором пятна контакта всех колес полностью находятся на весовой платформе. При обнаружении неправильного положения запись веса в базу Комплекса блокируется.

Расположение пятна контакта некоторого колеса на границе весовой платформы, т.е. частью на весовой платформе, а частью на грунте, толкуется как **нарушение периметра** весовой платформы. Такое положение приводит, как минимум, к некоторому занижению снимаемого значения веса ТС.

Техническими средствами контролируются поперечные края весовой платформы, выезд на продольные края обычно ограничен механически.

Контроль периметра осуществляется с помощью активных двухпозиционных ИК-барьеров, устанавливаемых вдоль поперечного края весовой платформы: по одну сторону от нее устанавливается трансмиттер, по другую – ресивер. ИК-барьеры устанавливаются на небольшой высоте, на которой ИК-лучи могут быть разорваны только колесами ТС.

Если установить ИК-барьеры ориентировочно на высоте около $2/3$ радиуса колеса, то ИК-барьеры будут контролировать и ситуацию, когда периметр не нарушен, но колеса одной из сдвоенных осей целиком опираются на платформу, а колеса другой – на грунт.

Ситуация, когда ИК-барьеры не нарушены, но колеса одних мостов ТС находятся на платформе, а других – на грунте, определяется по существенному отклонению снимаемого значения веса от «нормального» для данного типа ТС, зафиксированного при регистрации на въезде. Поскольку в этой ситуации кузов (или кабина, капот) ТС существенно выходит за границы весовой платформы, для дополнительного контроля могут быть установлены на соответствующей высоте ИК-барьеры на некотором расстоянии от поперечных границ весовой платформы.

5. Штрихкодирование: повышение пропускной способности, обезличивание проб

Штрихкодирование применяется в Комплексе в двух целях:

- для ускорения прохождения автомобиля через пункты обслуживания и, как следствие, увеличения пропускной способности зоны приемки зерна;
- для обезличивания проб.

А. Повышение пропускной способности, снижение вероятности ошибок

При регистрации заезжающего на предприятие автомобиля Комплекс генерирует уникальный штрихкод, привязанный к регистрационным данным, и распечатывает пропуск с этим штрихкодом. Штрихкод не несет никакой содержательной информации, он лишь идентифицирует данный заезд автомобиля.

Далее во всех точках учета Водитель предъявляет пропуск, Оператор (Весовщик, Лаборант) сканирует штрихкод, и данные по заезду становятся текущими – оператору не приходится вручную, по номеру автомобиля, находить данные, связанные с этим заездом. Такой прием практически исключает случайную привязку учетных данных к «чужому» автомобилю и ускоряет прохождение автомобиля через пункт обслуживания.

Считывание штрихкода возможно не только обычным ручным сканером, но и IP-видеокамерой с использованием специального свободного (бесплатного) ПО; это позволяет читать штрихкод дистанционно. Пример реального применения в одном из наших проектов: лаборатория находится на втором этаже, а Водитель «предъявляет» пропуск камере, расположенной на уровне первого этажа.

Б. Обезличивание проб

С целью обезличивания проб пропуск снабжается двумя отрывными талонами, на которых размещен тот же штрихкод (и только!), что и на основной части пропуска. Один из талонов помещается в емкость с пробой для ее идентификации, второй используется

Лаборантом для записи результатов анализа. Лаборант сканирует талон, и вводимые им результаты анализа привязываются к регистрационным данным соответствующего заезда автомобиля.

Описанный способ применяется на ряде предприятий, использующих ПК «Зерно».

6. Централизованное управление весовыми

Централизованное управление осуществляется с использованием специальной компоненты ПК «Зерно» – **Сервера весовых**.

Каждая весовая платформа оборудуется следующим образом:

- ИК-барьеры на въезде и выезде (см. п.4),
- IP-видеокамеры (см. п.3),
- двухцветные светофоры на въезде и выезде,
- информационное табло на выезде.

Важно! Компьютеры на весовых отсутствуют. Все перечисленные устройства включаются в локальную вычислительную сеть (ЛВС) или непосредственно, или через конвертеры интерфейса, модули дискретного ввода/вывода и другие вспомогательные устройства.

В ручном режиме схема работы такова:

- Пока весовая платформа свободна, входной светофор находится в состоянии «зеленый», выходной – «красный». При въезде автомобиля на платформу входной светофор автоматически переходит в состояние «красный».
- Система контролирует положение автомобиля на весовой платформе, при неправильном положении автоматически подает команды на информационное табло («Вперед» / «Назад»), дожидается стабилизации веса.
- Оператор централизованной весовой видит на экране «картинки» с весовых, выбирает весовую, на которой «правильно» стоит автомобиль, идентифицирует автомобиль по номеру, выбирает в списке автомобилей соответствующую запись и, нажав экранную кнопку, записывает вес в базу.
- Система выводит записанный вес на табло и переключает выходной светофор в состояние «зеленый». Автомобиль покидает платформу.
- Светофоры возвращаются в исходное состояние.

В описанной схеме без светофоров можно обойтись, используя информационное табло для приглашения к въезду на платформу и для разрешения ее покинуть. Однако если весовые платформы используются как однонаправленные, т.е. направление движения автомобиля через платформу зафиксировано, то светофоры применимы и полезны психологически: для водителей ориентация на сигналы светофора привычна и естественна.

Если же весовая платформа используется как двунаправленная, т.е. автомобиль может захватить на нее с любой стороны, то

- светофоры не применимы, регулирование заезда на платформу с той или иной стороны осуществляется вне Системы,
- платформа оборудуются информационными табло с каждой стороны и тремя IP-видеокамерами (по краям и над серединой).

7. Автоматическая идентификация автотранспорта. «Безлюдные» весовые

Принципиально автоматическая идентификация автотранспорта означает следующее: автомобиль несет уникальную **метку**, которую Комплекс считывает через **терминал** и по метке опознает автомобиль.

При наличии средств автоматической идентификации автотранспорта Сервер весовых может работать **полностью в автоматическом режиме**, без оператора, т.е. весовые становятся «**безлюдными**».

Существуют различные методы (технологии) автоматической идентификации автотранспорта, отличающиеся физической природой и устройством меток и терминалов и способами их взаимодействия. Сравнительный анализ наиболее распространенных методов автоматической идентификации дан в Приложении.

В наших проектах используется идентификация автотранспорта либо по штрихкоду (см. выше п.5), либо **RFID – радиочастотная идентификация**, о применении которой совместно с ПК «Зерно» сказано ниже.

8. RFID-технология: применяемый вариант

1. Существуют различные стандарты RFID, предусматривающие различные частотные диапазоны. Мы используем оборудование стандарта **EPC Class 1 Gen 2** (Electronic Product Code Class 1 Generation 2), работающее на частотах UHF (Ultra High Frequency, 860-960 мГц). Обоснование такого выбора представлено в Приложении.
2. Один из используемых нами видов меток – **самоклеющиеся RFID-метки**, которые размещаются на лобовом стекле автомобиля (метки типа **Windshield Label**). Лучшие метки этого типа исключают перенос на другое транспортное средство с сохранением работоспособности; более дешевые модели существенно затрудняют перенос. Такие метки являются расходным материалом, однако они недороги, допускают многократное использование и могут служить не один сезон.

Важно! Неотделимость метки от автомобиля существенно снижает (если не исключает) возможность махинаций с партиями зерна путем «подмены» автомобилей (к примеру, автомобиль с «хорошим» зерном сдал пробу за себя и за автомобиль с «плохим» зерном, а разгрузились оба).

Если же в условиях конкретного предприятия риск подобных махинаций незначителен и неотделимость метки неважна, в качестве меток можно использовать **RFID-карты**. У этого варианта два преимущества:

- RFID-карты могут использоваться как возвращаемые – выдаваться при въезде и возвращаться при выезде;
 - для работы с RFID-картами могут использоваться существенно более дешевые терминалы (см. ниже).
3. Для работы с метками используются **стационарные RFID-считыватели***) Стационарные считыватели включаются в локальную сеть или подключаются непосредственно к компьютеру и служат средством обмена данными с метками.

В Системе используются две разновидности стационарных считывателей:

- **Считыватели с внешними антеннами** обеспечивают взаимодействие с метками на достаточно больших расстояниях (до 10 м и более, в зависимости от модели и состояния внешней среды). Такие считыватели, вообще говоря, являются многоканальными, к каждому каналу подключается своя антенна, и поскольку каналы работают независимо друг от друга, один такой считыватель может реализовать несколько *логических устройств* – **внешних терминалов**.

Внешние терминалы могут работать с любыми RFID-метками.

*) Считыватель – традиционное название устройства, которое и читает метки, и пишет на них

- **Настольные считыватели** имеют встроенную антенну и рассчитаны на взаимодействие с метками на небольших расстояниях (до 50 см). Такие считыватели далее именуются **настольными терминалами**.

Настольные терминалы используются для работы с RFID-картами.

4. В пунктах обслуживания, где рабочая станция ЛВС отсутствует и применение стационарных терминалов невозможно, могут быть использованы **мобильные терминалы** (мобильные считыватели) – автономные вычислительные устройства, снабженные RFID-считывателем; они 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). Если мобильный терминал работает в режиме off-line, он может оперативно передать информацию в базу данных Комплекса, записав ее на метку. Пример применения – контроль и учет в пунктах разгрузки ТМЦ.
5. **Принципиальной особенностью** нашего подхода является то, что метка несет минимум информации. Если в системе не используются мобильные терминалы, то метка несет только уникальный код, идентифицирующий автомобиль – учетная информация, возникшая в точках учета, на метку не пишется – она сразу записывается в базу данных Комплекса. Такой подход позволяет отслеживать в реальном времени прохождение автомобилями пунктов обслуживания и оперативно управлять процессом приемки. Кроме того, минимизация объема информации на метке повышает скорость и надежность обмена информацией по радиоканалу.
6. Взаимодействие ПК «Зерно» с RFID-оборудованием обеспечивается специальным, т.н. промежуточным, программным обеспечением (middleware).

9. Система Автоматизации Приемки с применением RFID-технологии

Автоматическая идентификация автотранспорта вообще и RFID в частности позволяет не только полностью автоматизировать прохождение весовых, но и повысить уровень автоматизации процесса приемки в целом.

Ниже описана **Система Автоматизации Приемки (САП)** для случая одного из наиболее распространенных маршрутов – это маршрут, описанный в п.1, но без участия КПП на въезде и выезде.

Предполагается, что весовые платформы используются однонаправленно, т.е. определенное направление движения через платформу либо неизменно, либо может меняться, но фиксируется на некоторый временной промежуток.

Пункты обслуживания дооборудуются следующим образом:

- каждая Весовая платформа, оборудованная в соответствии с п. 6 (ИК-барьеры, светофоры, информационные табло), дооборудуется внешним терминалом, антенна которого устанавливается у выезда с платформы;
- Визировка оснащается внешними терминалами по одному на каждый пробоотборник;
- на Площадке ожидания устанавливается информационное табло (при необходимости – не одно).

Схема функционирования САП такова:

1. Визировка:

- Автомобиль подъезжает к Визировке и останавливается в обозначенном месте, где терминал может взаимодействовать с меткой, при этом

- если на автомобиле есть метка, сохранившаяся от прошлых заездов на это предприятие, то по команде Оператора Система, считывая метку, автоматически идентифицирует автомобиль и 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 «чистая» метка, и Оператор через терминал производит ее инициализацию – записывает на метку уникальный идентификатор, сгенерированный Системой.
 - Оператор производит регистрацию заезда на основе данных ТТН, при этом если автомобиль уже посещал предприятие и был снабжен меткой, то данные об автомобиле заполняются автоматически.
 - Система фиксирует дату-время регистрации и привязывает к регистрационной записи идентификатор прочитанной метки; идентификатор метки вместе с датой-временем служит идентификатором заезда.
 - Лаборант производит забор пробы.
 - Автомобиль направляется на Площадку Ожидания.
 - Лаборант
 - выполняет экспресс-анализ,
 - определяет место разгрузки или принимает решение об отказе в приемке,
 - регистрирует результаты анализа и принятое решение в Системе.
 - Система выдает на информационное табло Площадки ожидания номер гос. регистрации автомобиля и место разгрузки или отказ в приемке.
2. **Площадка ожидания:** Водитель, увидев на информационном табло номер гос. регистрации своего автомобиля и результаты прохождения Визировки, отправляется либо на Весовую брутто, либо на выезд с предприятия.
3. **Весовая первого взвешивания (брутто):**
- Процедура взвешивания на Весовой брутто отличается от описанной в п.6 лишь тем, что не Оператор, а Система
 - автоматически идентифицирует взвешиваемый автомобиль,
 - проверяет наличие назначенного места разгрузки, и если таковое не назначено, блокирует взвешивание брутто.
 - Покинув Весовую брутто, автомобиль отправляется на разгрузку.
4. **Весовая второго взвешивания (тара):**
- Процедура взвешивания на Весовой тары отличается от взвешивания брутто следующим:
Система, автоматически идентифицировав взвешиваемый автомобиль,
 - проверяет наличие успешного прохождения Весовой брутто, и если вес брутто не зафиксирован в Системе, блокирует взвешивание тары,
 - по завершении взвешивания тары выдает на информационное табло не вес тары, а вес нетто,
 - автоматически формирует и выдает на печать финальные документы по завершившемуся заезду.
 - Сотрудник предприятия оформляет распечатанные Системой документы и передает водителю предназначенные ему экземпляры.
 - Автомобиль покидает предприятие.
5. **Обезличивание проб:**
- Если регистрация поступившего автомобиля производится не лаборантом, а иным сотрудником, то в САП может быть включено обезличивание проб. С этой целью Система
- в процессе регистрации автомобиля генерирует штрихкод, привязанный к регистрационным данным заезда,

- автоматически распечатывает два талона с этим кодом, которые помещаются в пробу. Лаборант с помощью сканера идентифицирует автомобиль – источник пробы, но регистрационные данные заезда (в частности – поставщик) ему не доступны.

10. Дополнительные возможности

1. Система обрабатывает инциденты / нештатные ситуации. 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.
2. Для **контроля взвешивания «левых» машин** в Системе может использоваться **«охранный» режим**, действующий в то время, когда официальная приемка 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.
3. САП может быть расширена до **системы автоматизации приемки / отгрузки любых ТМЦ**.
4. При желании Заказчика может быть реализовано взаимодействие ПК «Зерно» с любыми техническими средствами, применяемыми при приемке зерна: программируемыми пробоотборниками, лабораторным оборудованием и пр.

Приложение: Сравнительный анализ методов автоматической идентификации

Наиболее распространенные технологии автоматической идентификации автотранспорта таковы:

№	Технология	Метка	Терминал
1.	Touch Memory	«Таблетка» iButton (типа домофонных)	Контактное гнездо, подключаемое к компьютеру или иному вычислительному устройству
2.	Распознавание номеров автомобиля	Номер государственной регистрации автомобиля	Видеокамера + специальное ПО (встроенное или внешнее)
3.	RFID HF	Бесконтактные карты (типа карт метро), брелки и др	Считыватель, подключаемый к компьютеру или иному вычислительному устройству
4.	RFID UHF	Метки-наклейки, карты, корпусные метки и др.	Считыватель, подключаемый к компьютеру или иному вычислительному устройству
5.	Штрихкодирование	Штрихкод на документе, на карте	Сканер штрихкодов, IP-видеокамера + специальное ПО

Краткая характеристика названных технологий дана в следующей таблице:

№	Технология	Комментарий
1.	Touch Memory	Достоинства: ♦ дешевизна Недостатки: ♦ хороший электрический контакт метки и терминала достигается только при аккуратном прикладывании «таблетки»; ♦ при наружном применении контакт ухудшается под влиянием внешней среды; ♦ беспрепятственная передача метки от водителя к водителю, влекущая возможные махинации с сырьем
2.	Распознавание номеров автомобиля	Достоинства: ♦ идентификация происходит на достаточно большом расстоянии, без жесткого позиционирования автомобиля. Недостатки: ♦ весьма дорогое ПО, ♦ ненадежное распознавание загрязненных и/или деформированных номеров (по информации от разработчиков ПО – до 30% нераспознавания), помехи от бликов. ♦ легкая и быстрая перестановка номеров, влекущая возможные махинации с сырьем
3.	RFID HF	RFID – радиочастотная идентификация: метка взаимодействует с терминалом через радиоканал; HF – высокие частоты стандартизованных частотных диапазонов. По возможностям сопоставимо с One Touch Memory , при этом: ♦ преимущество – бесконтактное, хотя и близкое (от нуля до 50 см) взаимодействие, ♦ недостаток – значительно более высокая цена оборудования.
4.	RFID UHF	UHF – ультравысокие частоты стандартизованных частотных диапазонов. Достоинства: ♦ надежное чтение метки на достаточно большом расстоянии, без жесткого позиционирования автомобиля, ♦ возможность применения непереносимых с автомобиля на автомобиль меток, практически исключающая махинаций с сырьем Недостатки по сравнению с RFID HF: ♦ несущественно более высокая цена терминалов для дальнего взаимодействия с метками (цены терминалов для ближнего взаимодействия и цены меток сопоставимы)

5.	Штрихкодирование	<i>Достоинства:</i> <ul style="list-style-type: none">♦ бесконтактное взаимодействие метки с терминалом на умеренно близком расстоянии (15-20 см для недорогих сканеров, до 50 см для недорогих видеокамер);♦ невысокая цена оборудования, бесплатное ПО, ничтожная цена метки (штрихкод печатается на обычной бумаге обычным лазерным принтером);♦ возможность использовать отрывные купоны с штрихкодом, идентичным основному, для идентификации проб. <i>Недостатки:</i> <ul style="list-style-type: none">♦ риск (хотя и небольшой) приведения метки в «нечитаемое» состояние;♦ беспрепятственная передача метки от водителя к водителю, влекущая возможные махинации с сырьем
----	-------------------------	---

Исходя из вышесказанного, представляется целесообразным использовать для автоматической идентификации автомобилей **штрихкодирование** или **технологии RFID UHF** (возможно, в сочетании со штрихкодированием для обезличивания проб).

При выборе между этими технологиями следует принять во внимание следующие соображения:

1. Самоклеящаяся RFID-метка практически исключает махинации с сырьем путем «подмены» автомобиля. Если борьба с махинациями является актуальной проблемой, эта технология становится необходимой.
2. Самоклеящаяся RFID-метка или RFID-карта может служить средством переноса информации между точками учета в ситуации, когда в системе используются терминалы, функционирующие в режиме offline.
3. Если указанные выше возможности RFID в конкретной ситуации не востребованы, то затраты на применение этой технологии оправдываются только удобством «дальнего» чтения метки, и штрихкодирование является наилучшим вариантом и по цене, и по функциональности: оно позволяет идентифицировать не только автомобиль, но и отделенную от автомобиля пробу сырья. Как показала практика, штрихкод является достаточно надежной меткой, он читается через стекло и полиэтиленовую пленку, даже на измятой и испачканной бумаге.