

# АСУ ТП КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. ПАХОМЕНКО, канд. техн. наук, ГК «Элтикон»

В статье рассмотрены основные аспекты построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), поставляемых группой компаний «Элтикон» для реконструируемых и строящихся объектов комбикормовой промышленности.

## Общие характеристики АСУ ТП от ГК «Элтикон»:

- большая библиотека наработок, позволяющая решать практически любые заявляемые заказчиками, объективно непротиворечивые задачи автоматизации производства, включая задачи управления не типовыми технологическими процессами, не типовыми материальными и информационными потоками на производстве и т.д.;
- высокофункциональные системотехнические решения и программное обеспечение;
- практически неограниченные возможности распределения на объекте аппаратно-программных средств сбора данных и управления исполнительными механизмами (включая размещение оборудования в неотопляемых помещениях и вне помещений);
- исключительно высокая надежность аппаратно-программных средств;
- высокая достижимая в эксплуатации точность дозирования компонентов комбикормов и премиксов;
- повышенные (в сравнении с нормами) меры и средства безопасности участвующих в производстве людей.

## Структура АСУ ТП

В обычном для современного производства случае аппаратно-программный комплекс АСУ ТП от ГК «Элтикон» имеет четыре выделенных уровня управления (рис. 1).

К первому, полемому, уровню управления относятся распределенные устройства связи с объектом (УСО). Под УСО понимается все оборудование АСУ ТП, кроме вычислительных устройств, а именно:

- шкафы автоматики с модулями удаленного ввода, вывода дискретных и аналоговых сигналов, коммуникационными модулями, блоками вторичного электропитания, переключателями режимов управления исполнительными механизмами «местный/дистанционный» и т.д.;
- шкафы силового электрооборудования распределительной сети питания (включения/отключения) электро- и пневмоприводов исполнительных механизмов;
- терминалы локализованного директивного управления некоторыми автоматизированными процессами, например, загрузки (завалки) растариваемого сырья в

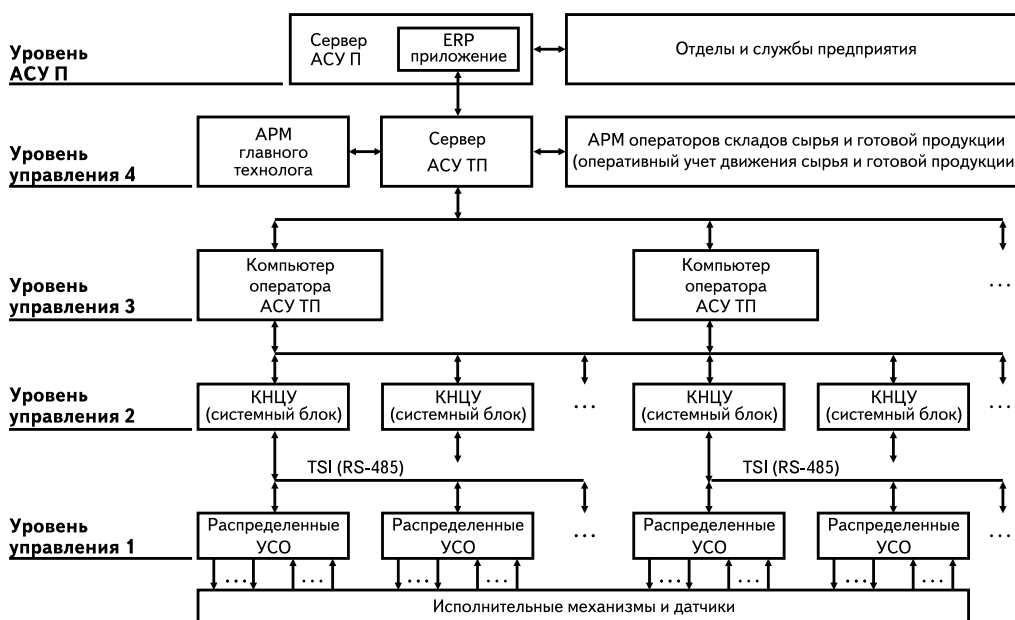


Рис. 1. Схема аппаратно-программного комплекса АСУ ТП от ГК «Элтикон»

оперативные наддозаторные бункера или отгрузки готовой продукции в автотранспорт и другое с необходимыми средствами защиты от ошибок занятого в управлении персонала;

- блоки прецизионного аналого-цифрового преобразования (АЦП) сигналов тензометрических датчиков силы (веса) из расчета: один блок на один дозатор сырьевых компонентов или некоторого продукта;
- посты и пульта местного управления, размещаемые в непосредственной близости от исполнительных механизмов для их опробования и наладки;

кнопки, выключатели, разъединители экстренного отключения (останова) исполнительных механизмов; силовые и другая аппаратура предпусковой и иной сигнализации; др.

Все оборудование АСУ ТП первого (полевого) уровня управления предназначено для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от  $-40$  ( $-50$ )°С до  $70$  ( $85$ )°С. Приведенное требование в отношении диапазона рабочей температуры полевого оборудования было концептуально определено в ГК «Элтикон» в виде стандарта предприятия более 20 лет назад и с тех пор неукоснительно выполняется. Это позволяет распределять оборудование на объекте с любой необходимой степенью децентрализации. В частности, размещать шкафы автоматики, силового электрооборудования, терминалы, блоки АЦП и другое, как в пультовых помещениях, РП, так и в производственных помещениях, неотапливаемых складах, надсиловых и подсиловых отделениях элеваторов, на кровлях зданий и открытых площадках предприятия. В результате достигается существенная экономия кабельной продукции, снижение затрат на строительно-монтажные работы и в конечном счете — снижение стоимости АСУ ТП при прочих равных условиях. И, наконец, как на новых, так и реконструируемых объектах заказчики предпочитают, как правило, а в последние годы практически всегда, АСУ ТП с «максимально распределенными» УСО. Что, собственно, и реализуется в выполняемых проектах. Исключение составляют только те проекты, в которых реконструкция ограничивается заменой устаревших систем автоматизации на новые АСУ ТП и не затрагивает технологическое, транспортное оборудование и силовое электрооборудование на объектах автоматизации.

Ко второму уровню управления относятся контроллеры непосредственного цифрового управления (КНЦУ) технологическими процессами. В качестве КНЦУ неизменно применяются безвентиляторные IBM PC-совместимые компьютеры промышленного исполнения, исторически различных моделей (что непринципиально), в компактных оболочках со степенью защиты IP65, оснащаемые твердотельными дисками хранения данных и программ, работающие под управлением операционной системы DOS с ядром реального времени. Применяемая операционная система апробирована более чем на 500 объектах, с суммарной безотказной наработкой порядка 10 млн часов, что с практической точки зрения позволяет считать ее безусловно надежной (отказоустойчивой).

Для разработки прикладного ПО КНЦУ применяются языки программирования высокого уровня с инструментарием объектно-ориентированного программирования, а также наработанная за 20 лет библиотека методов (объектов), что в совокупности позволяет создавать ПО управления технологическими процессами практически любой необходимой системной, функционально-алгоритмической и математической сложности.

ПО непосредственного цифрового управления технологическими процессами локализовано в КНЦУ и никоим образом не переносится на более высокие уровни управления. Разработанное для конкретного объекта ПО тестируется и отлаживается с применением наработанных средств моделирования (эмуляции) автоматизируемых объектов. Обычные атрибуты компьютера (монитор, клавиатура, «мышь» и т.д.) в КНЦУ отсутствуют за ненадобностью. Нет в КНЦУ и резидентных средств ввода/вывода сигналов с объекта/на объект. Для взаимодействия с внешней средой в каждом КНЦУ имеются только порт интерфейса Ethernet и порт полевого интерфейса TSI (RS-485).

Каждый КНЦУ объединяется в сеть с модулями удаленного ввода/вывода сигналов, блоками АЦП весоизмерительных каналов и др., распределенных УСО посредством интерфейса TSI-помехоустойчивой версии интерфейса RS-485. Помехоустойчивость каналов передачи данных полевого интерфейса — это еще одно требование, которому ГК «Элтикон» следует на протяжении 20 лет. Для сравнения обратимся, например, к руководству по применению Profibus, в котором содержатся следующие сведения о монтаже RS-485 на объекте: «Рекомендуется эквипотенциальное соединение всех полевых устройств в сети. Кабель данных (витая пара в экране) должен располагаться как можно дальше от силовых линий». Указания практически невыполнимы при достаточном удалении ( $\sim 100$  м и более) устройств в сети. В итоге имеется непредсказуемое качество функционирования интерфейса в промышленных условиях. Для TSI подобные ограничения (указания) отсутствуют: эквипотенциальность устройств в сети не требуется, кабель данных можно прокладывать различным образом, в общих лотках с силовыми кабелями и фидерами питания от ТП. При этом объективные данные имеющихся в КНЦУ средств регистрации событий указывают на то, что в реальных условиях эксплуатации вероятность ошибок (искажения) данных в каналах передачи данных TSI заведомо меньше  $10^{-12}$ , даже при удалении устройств в сети до  $\sim 1000$  м, а с ретрансляторами сигналов в каналах передачи данных — до  $\sim 2000$  м. Иначе говоря, с практической точки зрения TSI — это, безусловно, помехоустойчивый полевой интерфейс.

Для оснащения комбикормового цеха на втором уровне управления обычно требуется один-два КНЦУ, завода — два-четыре КНЦУ. ПО всех КНЦУ функционирует в едином информационном пространстве благодаря обмену данными по каналам Ethernet, а для ответственных блокировок — по каналам TSI. Размещаются КНЦУ обычно в пультовом помещении (пультовых помещениях).

К третьему уровню управления относятся полные комплекты компьютеров оператора/операторов АСУ ТП для осуществления функций директивного супервизорного управления технологическими процессами на заводе (предприятии). При современной организации производства все компьютеры третьего уровня управления

концентрируются в одном пультовом помещении и образуют автоматизированное рабочее место (АРМ) одного сменного оператора АСУ ТП. Как показывает опыт, при высокой степени автоматизации технологических процессов, рациональной локализации определенных функций автоматизированного управления через терминалы (для выполнения технологических операций, требующих участия людей, например завальщиков сырья) один оператор АСУ ТП в состоянии контролировать в нормальном рабочем ритме все технологические процессы на заводе.

К четвертому уровню управления относятся автоматизированные рабочие места главного технолога (технолога) и операторов складов (материально ответственных лиц). На этом уровне осуществляется планирование процесса производства, подготовка заданий (технологических карт) производства отдельных партий готовой продукции, оперативный контроль движения сырья и готовой продукции и т.д. в пределах функций, отнесенных по договоренности к управлению технологическими процессами.

**Функции прикладного ПО**

Каждое задание на партию продукции, согласованное с отделами и службами предприятия на уровне АСУ П, передается по сети на сервер АСУ ТП и далее на АРМ технолога со статусом «Не подготовлено», означающим, что не утверждена (не верифицирована) технологическая карта производства. В принятом задании имеются общие его атрибуты, рецепт продукции, дополнительные данные о сырье, плановое количество и сроки производства

партии продукции и т.д. Программа АРМ автоматически генерирует (предлагает) технологическую карту производства с учетом текущей раскладки сырьевых компонентов в оперативных бункерах. Технологи достаточно подтвердить предлагаемый вариант карты и при необходимости объявить задание в очереди на исполнение. Статус задания при этом изменяется соответственно на «Подготовлено» и «В очереди». Возможные коллизии (например, для исполнения задания недостает сырьевых компонентов в оперативных бункерах или раскладка компонентов не устраивает технолога) разрешаются технологом: либо вносятся в раскладку необходимые изменения, либо откладывается задание на некоторое время с первоначальным статусом «Не подготовлено». Технолог имеет возможность разделить задание с большим плановым количеством продукции на отдельные исполняемые части. Управление назначением оперативных бункеров на производстве, бункеров (силосов) хранения сырья и готовой продукции (то есть управление раскладкой продуктов с учетом их назначения, наименований, кодов и других признаков) относится к исключительной компетенции технолога.

Данные имеющихся на сервере АСУ ТП заданий доступны на рабочем месте оператора АСУ ТП так, как это, например, выглядит на копии кадра «Задания» (рис. 2) линии порционного дозирования, дробления, смешивания компонентов комбикормов в ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» (копия сделана в период пуска-наладочных работ линии). Список заданий со статусом «В очереди» является планом производства продукции

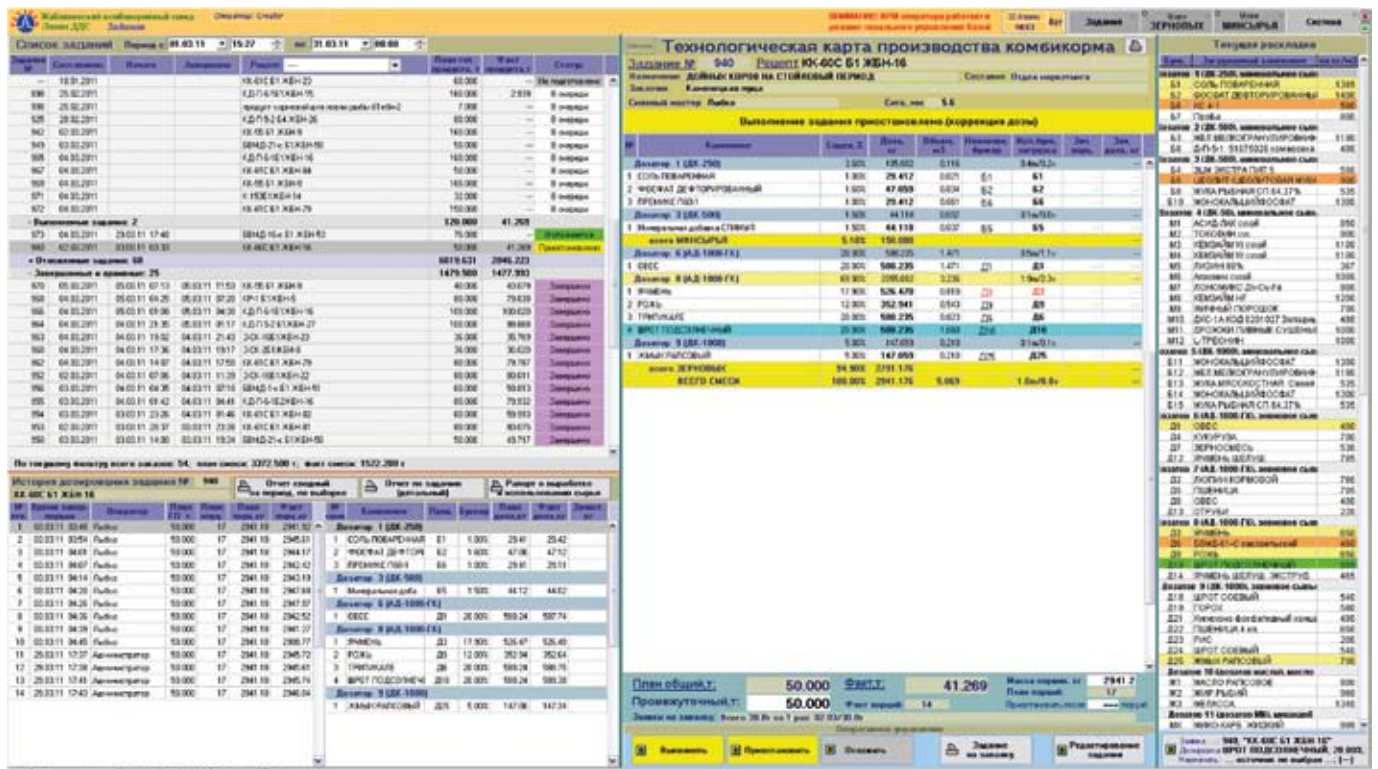


Рис. 2. Пример экранной формы «Задания» на рабочем месте оператора АСУ ТП

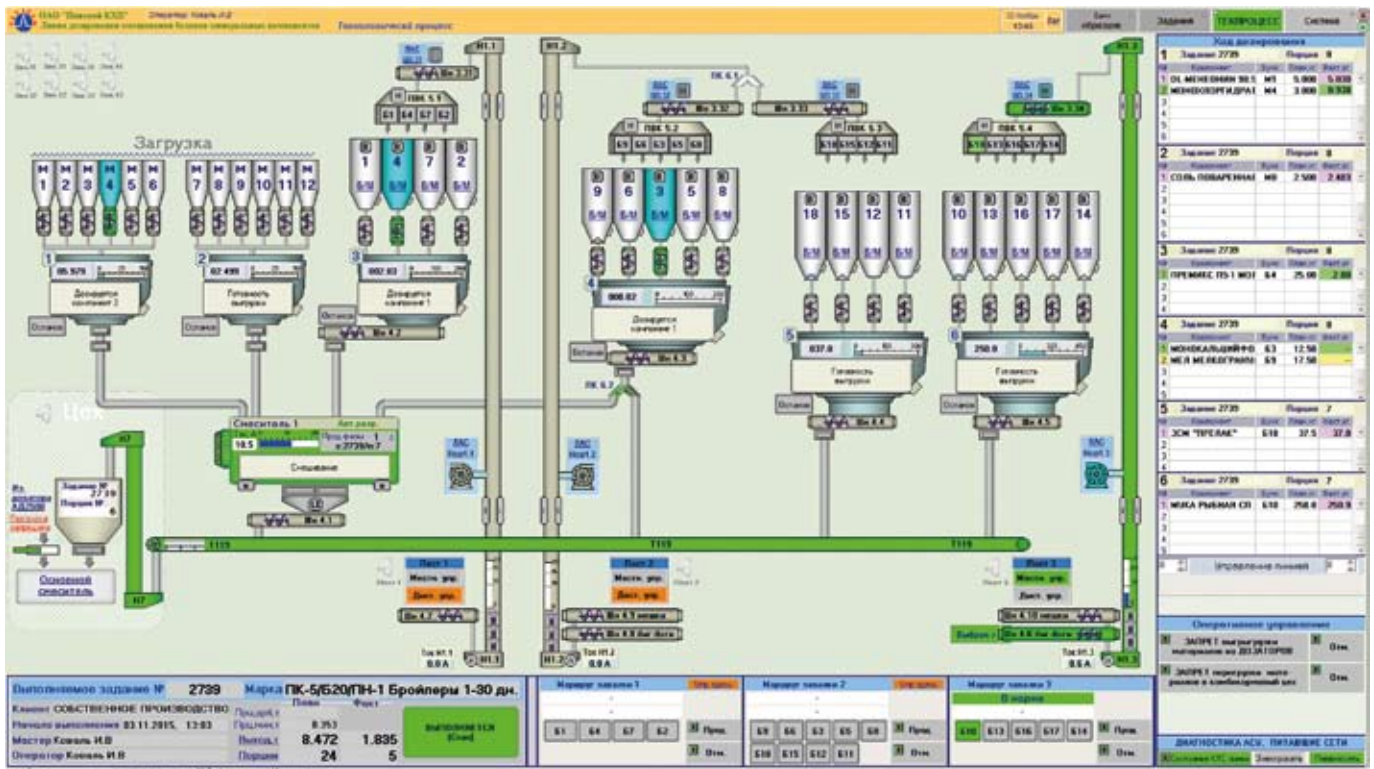


Рис. 3. Пример визуализации технологического процесса на рабочем месте оператора АСУ ТП

на несколько ближайших суток. Оператор АСУ ТП выбирает из этого списка (с соблюдением или без соблюдения хронологического порядка) определенное задание и нажатием одной кнопки инициирует его исполнение. При этом в КНЦУ передаются данные выбранного задания в необходимом формате и далее оно выполняется в автоматическом режиме. У оператора АСУ ТП имеется возможность отложить или приостановить исполнение текущего задания (с автоматическим корректным завершением последней начатой порции) и вместо него, например, «вклинить» (без технологической паузы) исполнение другого задания, что обеспечивает необходимую гибкость управления производственным процессом на оперативном уровне. Оператор АСУ ТП осуществляет также директивное управление маршрутами транспортирования сырья, продуктов переработки и готовой продукции на заводе (предприятии).

Отчетные данные об исполнении заданий, как в общем виде, так и с детализацией, включая результаты дозирования каждого компонента в каждой порции комбикорма, доступны на уровне АСУ П и на рабочих местах технолога и оператора АСУ ТП.

Функции и характеристики ПО КНЦУ весьма специфичны и многочисленны для краткого изложения. Поэтому ниже приводятся наиболее общие и значимые из них:

- принимаемые с верхнего уровня управления задания исполняются программой КНЦУ в автоматическом режиме управления процессами дозирования, дробления, смешивания компонентов комбикормов, транспортирования сырья, продуктов переработки и готовой продукции и т.д.

с соблюдением необходимых блокировок и защит, норм промышленной безопасности и безопасности людей. Вмешательства команд «Остановить», «Продолжить» и других в тот или иной процесс возможны только в виде директив, прямое дистанционное управление исполнительными механизмами оператору (пользователю) недоступно;

- программа КНЦУ поставляет данные интерпретирующих текстовых сообщений о текущих (всех возможных) штатных, нештатных, аварийных состояниях технологических агрегатов (дозаторов, измельчителей (дробилок), смесителей, пресс-грануляторов и др.), а также технологических линий, участков, постов завалки, отгрузки продукции, транспортных маршрутов и т.д., что вместе с другими средствами визуализации и сигнализации создает функциональную, легко воспринимаемую среду отображения технологических процессов. Для примера на рисунке 3 приведена копия кадра (экранной формы) линии предсмесей на рабочем месте оператора АСУ ТП комбикормового цеха ОАО «Пинский комбинат хлебопродуктов»;

- существенной особенностью ПО КНЦУ является высокая степень детализации исходных данных (параметров) для описания и реализации правил управления процессами и оборудованием. Например, для того, чтобы учесть необходимые соотношения физики процесса дозирования (и иметь в итоге минимальные погрешности дозирования), требуется около ста «физических» параметров для каждого дозатора и соответствующее ПО, в котором эти параметры применяются. Если далее учесть остальные не-

обходимые параметры методов управления процессами и оборудованием, то только для ПО линии порционного дозирования, дробления, смешивания компонентов комбикормов требуется в сумме несколько тысяч параметров «настройки» на объект, а для ПО комбикормового завода — не менее 5000 параметров. Причем значения этих параметров должны следовать из технологических решений комбикормового производства, так как в обычной практике других источников исходных данных для разработки АСУ ТП нет. В действительности, технологические решения в классических проектах не имеют той степени детализации, при которой из них можно извлечь даже десятую часть необходимых данных. В ГК «Элтикон» такая коллизия классического проектирования разрешена давно: в проектах имеются системно-технологические решения смежных задач различных разделов, которые

и обеспечивают необходимую степень детализации исходных данных для разработки АСУ ТП.

**ГК «Элтикон» выполняет все виды работ по реконструкции и строительству объектов комбикормовой промышленности, включая разработку проектно-сметной документации (в том числе технологических, системно-технологических решений), поставку оборудования (в том числе дозирующего и другого оборудования собственного производства), поставку средств автоматизации, выполнение строительно-монтажных, пусконаладочных работ и ввод объектов в эксплуатацию «под ключ». Возможно выполнение отдельных видов работ. ГК «Элтикон» имеет необходимые разрешительные документы, в том числе декларацию и сертификат соответствия № TC RU Д-РУ.МЮ62.В.01089, № TC RU С-ВУ.ГБ06.В.00430. ■**



## ИНФОРМАЦИЯ

**Министр сельского хозяйства** Российской Федерации Александр Ткачев принял участие в заседании Правительства Российской Федерации, проходившем под председательством Премьер-министра Дмитрия Медведева. В ходе заседания были рассмотрены вопросы о распределении субсидий между регионами на 2016 г. на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов агропромышленного комплекса, включая приобретение техники и оборудования.

Общий объем поддержки по шести направлениям в текущем году из федерального бюджета составит 16,041 млрд руб., в том числе 8,95 млрд руб. пойдут на создание и модернизацию: молочных ферм — 4,022 млрд руб.; тепличных комплексов — 3,039 млрд руб.; плодохранилищ — 812 млн руб.; селекционно-генетических центров в животноводстве и селекционно-семеноводческих центров в растениеводстве — 379 млн руб.; картофелехранилищ и овощехранилищ — 276 млн руб.; на создание оптово-распределительных центров — 426 млн руб. В ближайшее время ведомство также планирует провести комиссию по отбору представленных регионами инвести-

ционных проектов и распределить оставшуюся часть средств федерального бюджета — 7,086 млрд руб.  
*Пресс-служба Минсельхоза России, департамент экономики и государственной поддержки АПК*  
\*\*\*

**В Минсельхозе России** определены предельные минимальные уровни цен на зерно урожая 2016 г. при проведении закупочных интервенций. Указ, подписанный А. Ткачевым, находится на согласовании в Минюсте России. Устанавливаются следующие цены по всем субъектам РФ: на мягкую пшеницу 3 класса — 10,9 тыс. руб./т, 4 класса — 10,4 тыс. руб./т, 5 класса — 8,8 тыс. руб./т; на рожь не ниже 3 класса — 7,4 тыс. руб./т; на ячмень — 8 тыс. руб./т; на кукурузу 3 класса — 7,9 тыс. руб./т.

*mcx.ru*

\*\*\*

**Геннадий Шичкин**, заместитель директора департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России, с рабочей поездкой посетил ОАО «Залесье» Ярославской области и провел рабочее совещание по развитию свиноводства в регионе. В 2015 г. поголовье свиней на предприятии составляло около 43 тыс.,

что на 11,3% больше уровня 2014 г. В прошлом году реализовано свиней на убой более 7 тыс. т, или около 75% от общего объема производства этого вида мяса в области.

Вместе с тем финансово-экономическое положение предприятий остается сложным. Из-за роста цен на корма и резкого снижения цен на реализованных свиней — с 105–110 руб./кг до 85–90 руб./кг — экономика находится в зоне убыточности.

Для стабилизации финансово-экономической ситуации в «Залесье» и других свинокомплексах участники совещания предложили разработать меры по снижению затрат кормов на единицу продукции с 3,5 корм. ед. до 2,8–3 корм. ед.; использовать современную конкурентоспособную генетику свиней, повышающую количественные и качественные показатели; организовать глубокую переработку свинины, расширять ассортимент продукции и развивать собственную торговую сеть в области.

Важно и то, что в регионе сейчас прорабатывается вопрос о предоставлении субсидий на возмещение части затрат свиноводов на производство свиней.

*Департамент животноводства и племенного дела Минсельхоза России*