

УДК 631.363

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ**

Солонщиков П.Н., кандидат технических наук, доцент

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»,  
г. Киров, Россия

Аннотация. Целью работы является разработка механических средств для контроля и управления поточно-технологическими линиями. В процессе производства, где применяют поточные технологические линии (ПТЛ), всегда необходим контроль за параметрами этих линий. Можно утверждать с достаточным основанием, что измерения, дающие необходимые количественные сведения (информацию) о работающих ПТЛ в животноводстве, в значительной степени определяют прогресс развития этих ПТЛ. Поэтому, базой любого производства являются методы и средства измерения, контроля и управления производственными процессами. Трудно не согласиться, что именно измерение связывает науку с математикой, с одной стороны, а с торговлей и технической практикой – с другой. Поэтому «контролировать» – это вместе: следить, знать, принимать соответствующие решения. Иными словами, контроль – это проверка, систематический учет и наблюдение. Контроль может быть оперативный, то есть проверка состояния элементов, узлов, агрегатов, целых ПТЛ, во времени или технологический, относящийся к наблюдению режима производственного процесса или качеству продукции.

Ключевые слова: поточно-технологическая линия, процесс, измерение, контроль, система, информация, состояние, прибор, управление, схема, работа.

## **DEVELOPING THE SYSTEM FOR CONTROLLING AND MANAGING PRODUCTION FLOW LINES**

Solonshchikov P.N., candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia

Annotation. The article is aimed at developing the mechanical means for controlling and managing the production flow lines (PFLs). In the production process, where production flow lines operate, it is always necessary to control the parameters of these lines. It can be stated that the measurements providing the necessary quantitative information about the working PFLs in animal husbandry largely determine the progress of these PFLs development. Therefore, the basis of



any production is the methods and means of measuring, controlling and managing the production processes. Everyone agrees that it is measurement that links science with mathematics on the one hand, and with trade and technical practice on the other hand. That`s why, “to control” is at the same time: to follow, to know, to make appropriate decisions. Or in a general sense, control is verification, systematic accounting and observation. Control can be operational, that is, checking the state of elements, assemblies, entire PFLs in time, or it can be technological, related to monitoring the production process mode or the product quality.

Keywords: production flow line, process, measurement, control, system, information, state, device, management, scheme, work.

Процессы измерения и контроля имеют очень много общего как по цели, выполнению которой они служат, так и по составу операций. Цель – получение информации о некотором процессе, или объекте, или ПТЛ (в том и другом случае). Для получения результата, как при измерении, так и при контроле необходимо выполнение операций сравнения, кодирования и обработки информации. Часто условно называют систему измерительной или контрольной, настолько они общие. Однако различие имеется в количественных оценках. При измерении – диапазон (область существования) распространяется обычно на большее число частей, чем при контроле. Поэтому при измерении можно больше получить информации, при контроле – убрать избыточную (ненужную) информацию и получить только необходимое ее количество. При измерении есть число (результат), а при контроле чаще высказывание (суждение) о состоянии ПТЛ или объекта. Исполнение контроля может быть визуальное, при помощи системы средств контроля (ССК) [1, 2, 3, 4].

Визуальный контроль (контроль по интуиции) уходит в прошлое. В промышленности уже не встретишь процесса, не увидишь поточную линию, где бы оператор принимал решение, не имея для контроля никаких средств. В животноводстве такие ПТЛ встречаются, но все же большая часть ПТЛ в этой отрасли имеет некоторые только единичные приборы контроля. Они обычно расположены на отдельных машинах в линиях и дают информацию не обо всем процессе или объекте, а выполняют, как правило, отдельную частную задачу. На



ПТЛ уборки навоза из коровников, раздачи кормов и в большинстве линий кормоцехов вообще нет приборов контроля. Они работают в процессе эксплуатации почти всегда «до поломок». По данным поточным линиям и по другим, не имеющих приборов контроля, большая часть суждений по качеству работы и по техническому состоянию принимается на основании инструкции и опыта работы обслуживающего персонала. Скорость таких проверок низкая, стоимость в ряде случаев высокая, а достоверность, как правило, недостаточная. Простои ПТЛ тяжело отражаются на производстве [5, 6, 7].

На практике современными технологическими процессами, объектами и ПТЛ невозможно управлять без помощи измерительных приборов. Для того, чтобы правильно судить о ходе процесса, о состоянии ПТЛ, нужно измерять большое число параметров, характеризующих этот процесс или ПТЛ. Результаты измерений отсчитываются по шкале приборов, и при отклонении показателей (качества или количества) от нормы оператор воздействует на органы управления, стремясь восстановить нормальный режим. Это возможно при условии, что процесс протекает сравнительно медленно и известна четкая формулировка закона, по которому следует вести управление. Стремление к повышению производительности и технико-экономической эффективности ПТЛ заставляет усложнять их и увеличивать размеры. Контроль за одним и тем же технологическим процессом в крупных установках нельзя получить нескольким одновременно и независимо действующим операторам, здесь снова нужны приборы.

Пользуясь приборами контроля при управлении отдельными машинами и ПТЛ решаются задачи:

- определение величин и показателей, недоступных для непосредственного восприятия органами чувств человека;
- объективная оценка показателей производственных процессов и состояний;
- автоматическая регистрация и суммирование контролируемых величин;



– подача показаний на расстоянии (из недоступных мест);

– централизация контроля в условиях удобства наблюдения за работой оборудования ПТЛ и протеканием технологических процессов по ряду показателей с одного места (с пульта управления).

Для контроля имеется, разрабатывается и внедряется самая различная аппаратура. Все острее выдвигается задача освобождения человека от функций контроля. Все больше возникает необходимость оповещения обслуживающего персонала о производимой в контролируемом объекте операции, о достижении параметрами предельных или характерных промежуточных значений, о происходящих переменах в ходе технологического процесса, о возникновении опасных (аварийных) режимов работы или состояний объекта и о необходимости принятия мер в целях улучшения или предотвращения аварии. Создаются средства автоматического контроля, позволяющие контролировать технологический процесс и работу ПТЛ, физические параметры которых не могут быть оценены человеком непосредственно.

Однако, прежде чем регулировать и управлять, необходимо иметь данные контроля [1]. Контроль является логически первой ступенью автоматизации любого процесса. Поэтому складывается представление о необходимости перехода от применения отдельных измерительных приборов к измерительным системам средств контроля (ССК), состоящим из датчиков первичной информации, преобразователей и устройств переработки этой информации на основе элементов вычислительной техники.

Что такое система? Это приборы, соединенные по определенной схеме и предназначенные для выполнения заданной целевой последовательности действий с потоком информации. Обычно каждая система служит для выполнения одного целевого назначения, но может выполнять одновременно и несколько других функций по отношению к контролируемому параметру (например, контроль (измерение) и регулирование).



Упрощенная система средств контроля предусматривает: рациональное размещение приборов на щите (панели); применение сигнализаторов вместо указывающих приборов; применение комбинированных и интегральных приборов контроля. Простые системы применяются для контроля, регулирования и управления только одним параметром. Они выполняют заданную целевую последовательность действий с информацией об одном контролируемом параметре в данном технологическом процессе или у данной ПТЛ. Но сложные ПТЛ требуют контроля многих параметров [2]. Кроме этого, простая система чаще всего не позволяет производить количественную оценку параметров и документальную регистрацию результатов контроля.

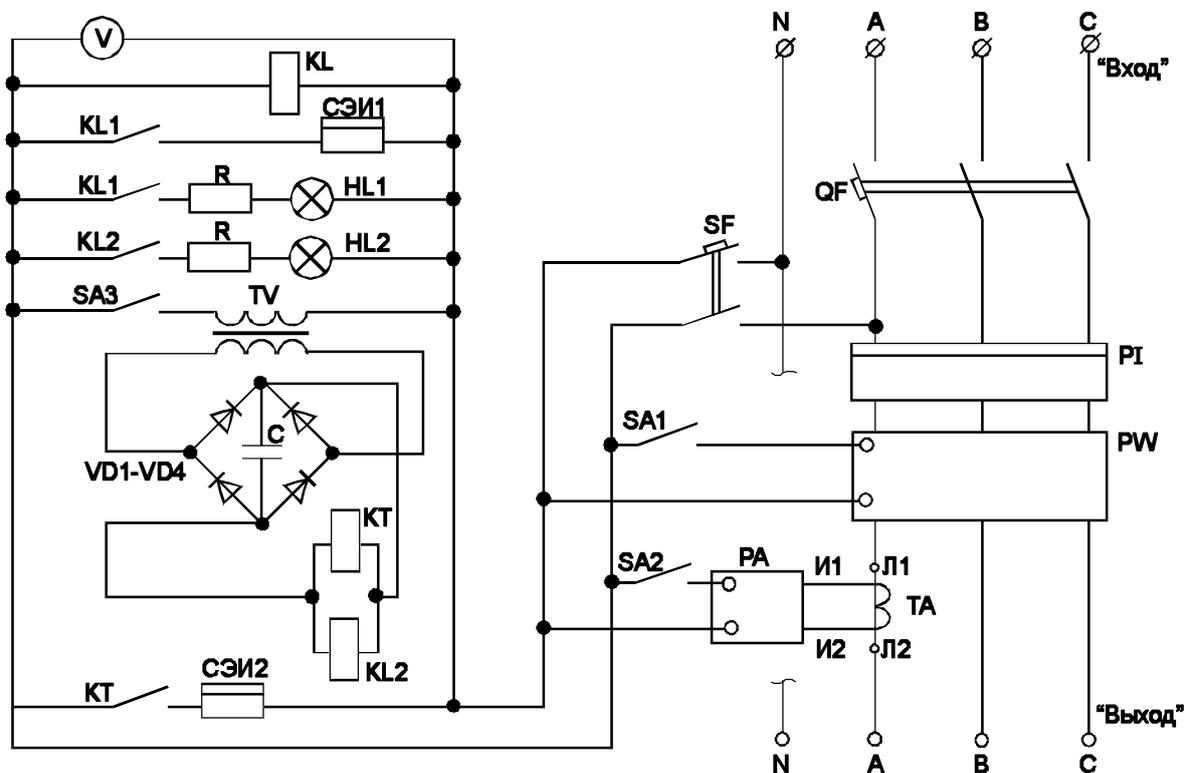
Большое число измерительных приборов, необходимых для получения информации о сложном процессе или параметрах ПТЛ, приходится располагать вместе. Поэтому большинство схем регулирования и управления требуют системы средств контроля (ССК), предполагающей наличие оператора, который с помощью ССК получает информацию о состоянии процесса, ПТЛ и, по мере необходимости, вмешивается в его протекание.

При чрезмерном увеличении информации оператор перегружается, превращаясь в «узкое место» в логической цепи действий, и вероятность ошибок в отчетах и решениях возрастает. Поэтому информацию надо выдать в учебном виде и самым простым способом свести к единому центру данные о контролируемом процессе, режиме, ПТЛ и подготовить их для непосредственного восприятия человеком или для ввода в вычислительные машины.

Поэтому авторами была поставлена задача – разработка универсальной электрической схемы ССК для определения временных, энергетических и некоторых других показателей работы ПТЛ навозоудаления, раздачи и приготовления кормов в кормоцехе. ССК разрабатывалась на базе отечественных общедоступных приборов и устройств для определения численных показателей контролируемых параметров или их записи на



бумажную ленту. Разработка системы происходила по блокам (рисунок 1-4), а затем они были соединены в единую схему. Электрическая схема блока для регистрации основных энергетических и временных параметров показана на рисунке 1.



Условные обозначения: *SF*, *QF* – автоматические выключатели; *PW* – ваттметр–самописец; *PI* – счетчик энергии; *PA* – амперметр–самописец; *KL* – реле промежуточные; *СЭИ* – счетчики импульсов; *TV* – трансформатор напряжения; *TA* – трансформатор тока; *VD1-VD4* – мостовая схема; *C* – конденсатор; *KT* – часы электрические; *HL* – лампы сигнальные; *SA1-SA3* – тумблеры; *V* – вольтметр; *N, A, B, C* «ВХОД» – входные клеммы (генератор); *N, A, B, C* «ВЫХОД» – выходные клеммы (нагрузка).

Рисунок 1 – Блок-схема для регистрации энергетической и временной группы параметров

Работа схемы осуществляется следующим образом. Клеммы «ВХОД» подключаются к выходным клеммам магнитного пускателя, который применяется для включения в работу электродвигателя, а клеммы «ВЫХОД»



подсоединяются к двигателю. После этого включаются  $QF$  и  $SF$ ;  $SA1$ ,  $SA2$ ,  $SA3$  где:  $SA1$  и  $SA2$  – включатель двигателя лентопротяжных механизмов приборов-самописцев ваттметра и амперметра, а  $SA3$  – соответственно включают цепь счетчика количества включений, трансформатора и электрических часов.

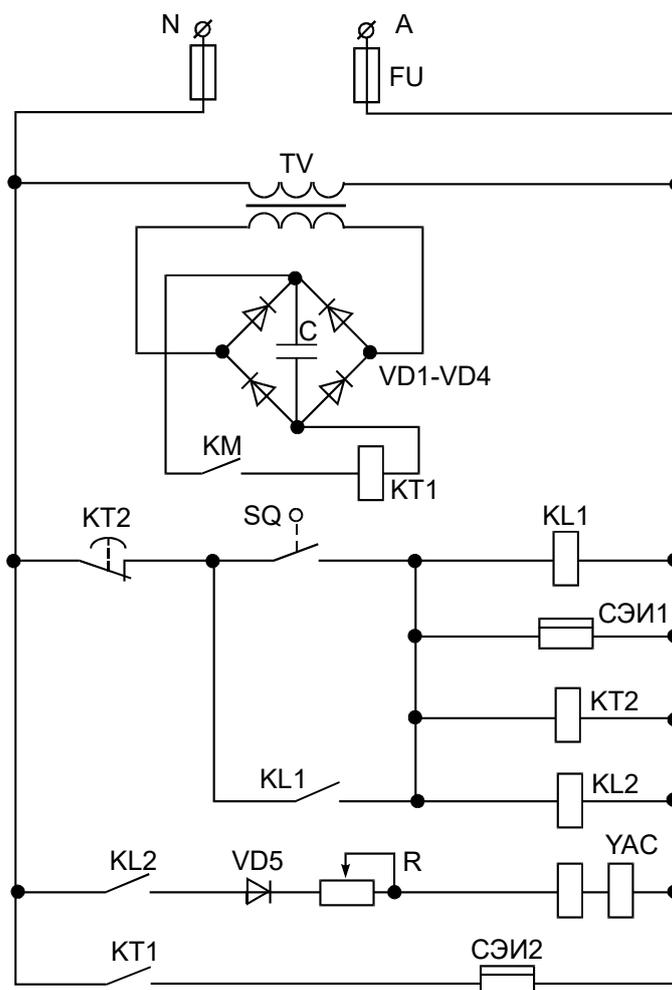
После включения любой ПТЛ (на приготовление и раздачу кормов, навозоудаления и других) в работу все приборы окажутся под напряжением и будут фиксировать определенную группу параметров. При отключении лентопротяжных механизмов приборы-самописцы работают как показывающие. Пользуясь выключателями, можно отсоединять определенные группы приборов при необходимости.

Электрическая схема блока регистрации количества приготавливаемого или раздаваемого корма, убранного навоза или определения количества любого сыпучего или жидкого материала представлена на рисунке 2.

Работа схемы осуществляется следующим образом. После того как мерное устройство [3] наполнилось и под действием груза сжало пружину, произошло замыкание  $SQ$ . В результате чего под напряжением оказываются реле промежуточное  $KL1$ , счетчик количества порций груза  $СЭИ1$ , реле времени  $KT$  и реле  $KL2$ . При этом замыкаются контакты  $KL1$  и  $KL2$  и под напряжением оказываются электромагниты  $УАС$ , открывающие защелки, которые удерживают мерное устройство в исходном положении. После опрокидывания система снова находится в исходном положении. Защелки остаются открытыми определенное время, которое устанавливается на реле времени, после чего контакт  $KT2$  размыкается и все приборы обесточиваются. При этом защелка становится в исходное положение. Электрические часы  $KT1$  фиксируют время работы ПТЛ. Имея показания счетчика  $СЭИ2$ , зная среднюю порцию груза в мерном устройстве, легко определить количество приготовленного или раздаваемого корма, убранного навоза или другого продукта, а также производительность ПТЛ. Размыкающий контакт  $KL1$



находится в цепи управления магнитного пускателя *КМ* электродвигателя транспортера.

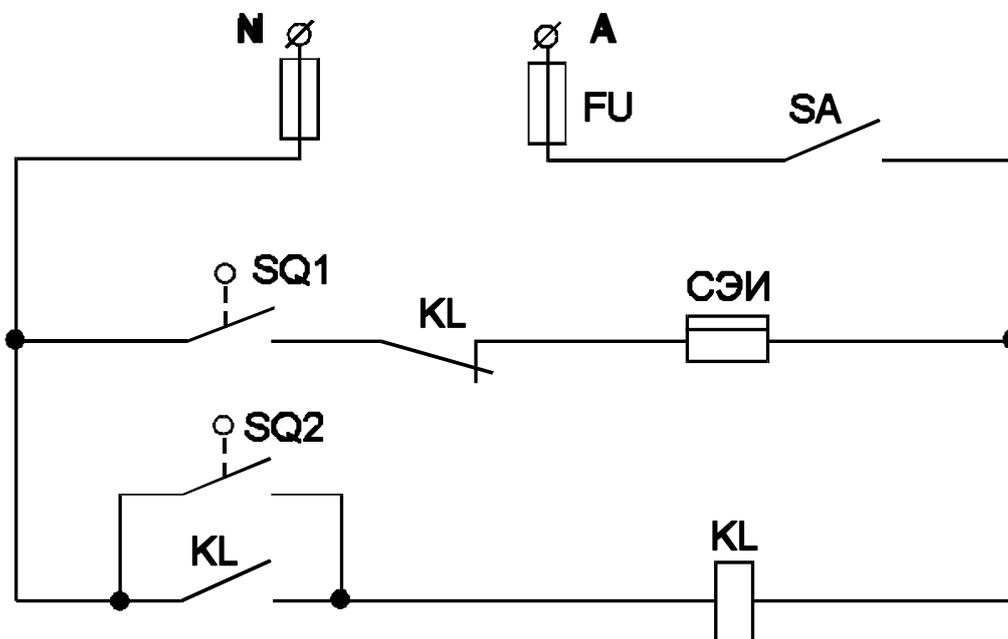


Условные обозначения: *TV*– трансформатор напряжения; *C* – конденсатор; *КТ1* – часы электрические; *KL* – реле промежуточное; *СЭИ* – счетчики импульсов; *KT2* – реле времени; *SQ* – контакт от мерного устройства количества приготавливаемого или раздаваемого корма, убранного навоза или определения количества любого сыпучего или жидкого материала; *D1-D5* – диоды силовые; *R* – сопротивление регулируемое; *YAC* – электромагниты; *FU* – предохранители; *КМ* – блок-контакт магнитного пускателя

Рисунок 2 – Блок-схема приборов для определения количественных показателей ПТЛ (определение производительности)



Электрическая схема блока регистрации количества скребков на транспортерных линиях представлена на рисунке 3, а электрическая схема блока регистрации скорости движения транспортерных линий – на рисунке 4.

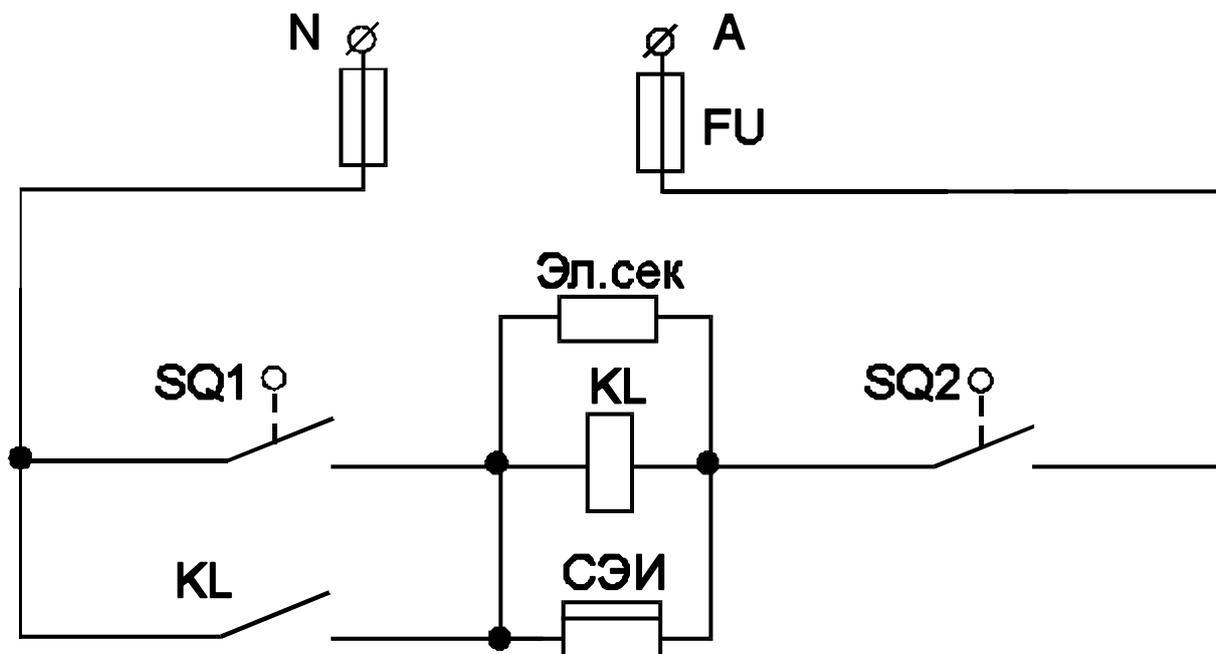


Условные обозначения: *KL* – реле промежуточное; *СЭИ* – счетчик импульсов; *SA* – тумблер; *SQ1* – контакт отсчета скребков; *SQ2* – контакт отсчета количества скребков за один оборот транспортера; *FU* – предохранители

Рисунок 3 – Блок-схема приборов для определения количества поломанных скребков на транспортерах

Все выше перечисленные блоки соединены в единую систему по схеме, и работает данная система средств контроля (ССК) следующим образом. Клеммы «ВХОД» подключаются к сети (выходным клеммам МП), а клеммы «ВЫХОД» – к двигателю (нагрузка). После этого последовательно включаются *SF*, *QF* и все тумблеры. При включении оператором любой нагрузки в работу (транспортер, ПТЛ и далее) все приборы окажутся под напряжением. В результате чего все показания приборов и устройств будут фиксироваться в интегральной форме или на бумажной ленте.





Условные обозначения: Эл.сек – электрический секундомер; *KL* – реле промежуточное; *СЭИ* – счетчик импульсов; *SQ1*, *SQ2* – контакты отсчета пути; *FU* – предохранители

Рисунок 4 – Блок-схема приборов для определения средней скорости движения транспортеров

Таким образом, наличие приборов-самописцев позволяет снять пусковую характеристику узкого звена и выяснить некоторые вопросы динамики потребления мощности. Электрические часы, диаграммы записи мощности, тока и напряжения, счетчики энергии и импульсов, другие приборы и устройства, включенные в систему средств контроля, дают достаточно полное представление об эксплуатации данного объекта (ПТЛ) в реальных условиях с последующим принятием решений.

#### Список источников

1. Булатов С. Ю. Разработка и совершенствование технологических линий и технических средств приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования: дис. ... докт. техн. наук. Княгинино : [б. и.], 2018. 412 с.



2. Механизация и технология животноводства / В. В. Кирсанов, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич [и др.]. М. : Колос С, 2007. 584 с.
3. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / под ред. Д. Н. Мурусидзе, В. В. Кирсанова, А. И. Чугунова [и др.]. М. : Колос С, 2006. 296 с.
4. Мельников С. В Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Агропромиздат. Ленингр. Отд-ние, 1985. 640 с.
5. Машины и технологии в животноводстве : учебник / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов [и др.]. Киров : Радуга-ПРЕСС, 2022. 460 с.
6. Солонщиков П. Н. Оценка эксплуатационных показателей установки для приготовления жидких кормовых смесей // Вестник Вятского ГАТУ. 2022. № 2 (12).
7. Модель приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования / С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин, В. Н. Нечаев [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 4 (310). С. 26-30.

