

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЕ

А. В. КИТУН, П. Ю. КРУПЕНИН

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 22.02.2021)

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немислимы без рационального использования кормовых ресурсов, а также средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии.

Организация производственного процесса на животноводческом предприятии состоит в обеспечении рационального сочетания в пространстве и во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, направленных на производство определенных видов продукции. Для решения обозначенной задачи в современных условиях рационально использовать методы логистики. Логистическая система животноводческого предприятия включает такие укрупненные блоки, как подготовка кормов к скармливанию, транспортное обеспечение процессов на предприятии, получение и первичную обработку продукции, водоснабжение фермы и автопоение животных на ней, удаление и обработку навоза или помета.

Функционирование технических систем в животноводстве характеризуется наличием сложных связей внутри них. Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой и создается вся система. В статье предложена поэтапная последовательность формирования технической системы на животноводческом предприятии при выполнении условий системного подхода.

Выполнена систематизация возможных структур поточно-технологических линий в животноводстве, на основании которой проанализированы показатели безотказности их работы. Предложены ключевые принципы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме, предусматривающие синхронизацию работы машин различных участков. Обосновано, что при комплектовании поточных линий подготовки компонентов машинами, имеющими одинаковую или регулируемую производительность, следует применять одноточные компоновки с транспортными устройствами, передающими необходимые компоненты от одного технического средства к другому.

Ключевые слова: *поточно-технологическая линия, техническое обеспечение процессов в животноводстве, безотказность, синхронизация работы машин.*

Livestock raising is the most important link in the agro-industrial complex. An increase in the production of livestock products, a decrease in the cost of feed and labor per unit of production is inconceivable without the rational use of feed resources, as well as means of mechanizing technological processes at a livestock enterprise.

The organization of production process at a livestock enterprise is to ensure a rational combination in space and time of the main, auxiliary and service processes aimed at the production of certain types of products. To solve the indicated problem in modern conditions, it is rational to use logistics methods. The logistic system of a livestock enterprise includes such enlarged blocks as preparation of feed for feeding, transport support of processes at the enterprise, receipt and primary processing of products, water supply of the farm and auto-drinking of animals on it, removal and processing of manure or dung.

The functioning of technical systems in animal husbandry is characterized by the presence of complex connections within them. The systems approach presupposes a sequential transition from the general to the particular, when the consideration is based on the ultimate goal, for the sake of which the entire system is created. The article proposes a step-by-step sequence for the formation of a technical system at a livestock enterprise when the conditions of a systematic approach are met.

The systematization of possible structures of production lines in animal husbandry has been carried out, on the basis of which the indicators of reliability of their work have been analyzed. The key principles of formation of production lines at a livestock farm are proposed, providing for the synchronization of operation of machines of different sections. It has been substantiated that when completing production lines for the preparation of components with machines having the same or adjustable performance, one-line layouts with transport devices should be used that transfer the necessary components from one technical device to another.

Key words: *production line, technical support of processes in animal husbandry, reliability, synchronization of machines.*

Введение

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Эта отрасль дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для промышленности. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немислимы без рационального использования кормовых ресурсов, а также средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии.

Также животноводство традиционно является наиболее трудоемкой отраслью сельского хозяйства, механизация которой связана с объективными трудностями [1]:

1) цикличность логистических и производственных процессов в животноводстве, обусловленная биологическим жизненным циклом развития растений, птицы и животных;

2) производимая продукция скоропортящаяся, а значит требуется или ее быстрая переработка и реализация, или обеспечение условий для ее длительного хранения, что уже является дополнительным источником существенных затрат;

3) интенсивное выращивание животных и птицы при поддержании их высокой продуктивности требует особого внимания к качеству и своевременности поставок кормов и добавок;

4) потребность в надежных и эффективных каналах доставки продукции до конечного потребителя имеет критически важную роль, поскольку в большинстве своем продукция животноводства скоропортящаяся и должна транспортироваться в контролируемых условиях.

Преодоление вышеотмеченных трудностей посредством формирования системного подхода при разработке и внедрении поточных технологических линий на животноводческой ферме, является целью данной статьи.

Основная часть

Организация производственного процесса на животноводческом предприятии состоит в обеспечении рационального сочетания в пространстве и во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, направленных на производство определенных видов продукции. Для решения обозначенной задачи в современных условиях рационально использовать методы логистики.

Логистическая система животноводческого предприятия включает такие укрупненные блоки, как подготовка кормов к скармливанию, транспортное обеспечение процессов на предприятии, получение и первичную обработку продукции в условиях предприятия (доение, первичная обработка молока, сбор яиц и др.), водоснабжение фермы и автопоение животных на ней, удаление и обработку навоза или помета [2].

Функционирование технических систем характеризуется наличием сложных связей внутри них. Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой и создается вся система (рис. 1).



Рис. 1. Последовательность формирования систем при системном подходе

Последовательность формирования технической системы на животноводческом предприятии при выполнении условий системного подхода может быть разделена на несколько этапов.

На *первом этапе* определяются и формулируются цели функционирования системы.

В ходе *второго этапа* на основании анализа цели функционирования системы и ограничений внешней среды определяются требования, которым она должна удовлетворять.

Третьим этапом, на базе этого перечня требований, выполняется предварительное формирование отдельных подсистем.

Критериальный анализ различных вариантов, окончательный выбор состава подсистем и их организация в единую систему проводятся на *четвертом этапе*.

Следовательно, под поточной механизированной технологией следует понимать комплект машин и оборудования, расположенных в порядке последовательности выполнения технологических операций с необходимой (заданной) производительностью.

В основу всей работы по организации поточной механизированной технологии должны быть положены взаимосвязанные варианты перспективных, текущих и оперативных планов.

Перспективный подход к формированию материальных потоков предусматривает определение их размеров и структуры на основе оптимизированного динамического баланса в животноводческом производстве сельскохозяйственного субъекта хозяйствования. Для рационального создания производственных подразделений необходимо оптимизировать производственную структуру системы. Имеющаяся на начальный момент инфраструктура хозяйства является отправным пунктом для опре-

деления размеров производственных участков и их местоположения. В тоже время материальные потоки имеющейся системы при необходимости могут быть перенаправлены.

Текущее планирование служит научным обоснованием соотношению между производственными процессами на ферме. На уровне текущего планирования отдельного внимания заслуживает изучение технических средств, обеспечивающих выполнение технологических процессов. Полученные данные позволяют снизить зависимость системы от вариаций динамики ее составляющих, т. е. отдельных машин.

Задача планирования всех звеньев технологической цепи должна решаться на единой взаимоувязанной основе, после решения которой переходят к этапу оперативного управления каждой подсистемой.

На этапе оперативного управления происходит уточнение норм потребления ресурсов, необходимых для обеспечения непрерывности технологических процессов. К числу причин, вызывающих такие колебания, относятся: изменение поголовья животных, погодные условия, сезонность работ, просчеты в планировании, а также другие случайные факторы.

В результате всестороннего анализа материальных потоков получается гармонично согласованная материалопроводящая система с заданными параметрами на выходе. Эту систему отличает высокая степень согласованности входящих в нее производственных линий [3].

По структуре потока линии могут быть однопоточные, многопоточные и смешанные. Однопоточные линии (рисунок 2) обрабатывают обычно только один вид сырья и машины в них соединены последовательно.

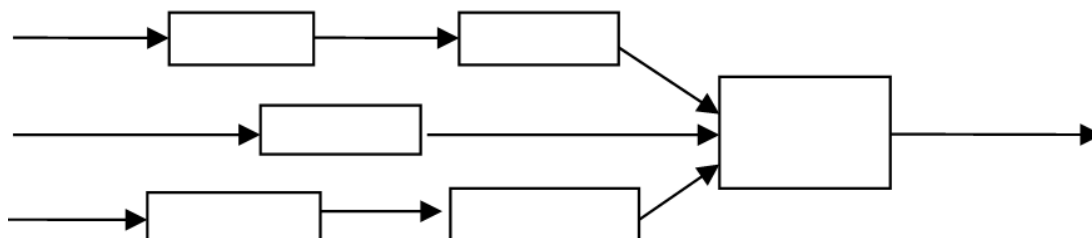


Рис. 2. Схема однопоточной линии

Многопоточные линии (рис. 3) могут быть со сходящимися, расходящимися и параллельными потоками. Линии со сходящимися потоками позволяют выработать один вид изделия из нескольких видов сырья (например, готовить многокомпонентные кормовые смеси), а с расходящимися – наоборот, из одного вида сырья позволяют изготовлять разные виды изделий. Параллельные потоки получаются в тех случаях, когда в линию включены машины, имеющие производительность значительно меньшую, чем общая производительность линии.

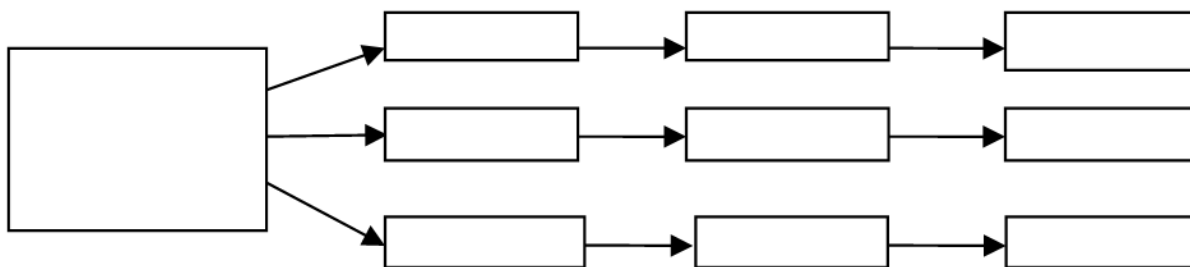


Рис. 3. Схема многопоточной линии

Наряду со структурой потока, для характеристики поточной линии важное значение имеет вид связи между машинами или отдельными ее участками. Связь между машинами в технологических линиях комплекта оборудования может быть нескольких типов: жесткой, гибкой и смешанной.

Жесткая связь (рис. 4) предполагает, что любая машина в линии должна работать с производительностью, не превышающей производительность последующей. Таким образом, общая производительность Q_A линии с жесткой связью задается производительностью последнего элемента линии:

$$Q_A = Q_1 \leq Q_2 \leq Q_3 \dots \leq Q_n \quad (1)$$

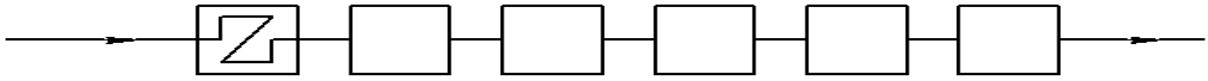


Рис. 4. Принципиальная схема жесткой связи машин в поточных линиях

Технологическая линия с жесткой связью характеризуется последовательным соединением элементов и выход из строя ее любого механизма или устройства приводит к немедленной остановке всей линии. Надежность работы такой линии или комплекта машин принимается как вероятность P_i безотказной работы i -ой машины и в общем виде определяется по формуле:

$$P_c = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (2)$$

где n – число машин, входящих в состав технологической линии; P_i – вероятность безотказной работы i -ой машины.

Из формулы (2) видно, что надежность работы технологической линии с жесткой связью определяется аналогичным показателем каждой машины из числа входящих в ее состав.

Учитывая низкую организацию технического обслуживания машин в животноводстве, малую надежность кормоприготовительных машин, а также обязательное соблюдение зоотехнических нормативов по времени кормления и доения животных, поточные линии с жесткой связью машин не находят широкого применения.

Гибкая связь предусматривает наличие после каждой машины накопительной емкости. В этом случае работа отдельной машины в значительно меньшей степени зависит от впереди стоящей или последующей машины, поскольку оперативные емкости позволяют компенсировать разницу в их производительностях.

В такой технологической линии машины, расположенные до первой накопительной емкости, составляют первую секцию, за ней – вторую и т. д. При подобном расположении отказ отдельной машины приведет к остановке только той секции, в которой она была установлена. Работа предыдущей и последующей секций будет прервана только в том случае, если за время устранения неисправности исчерпается свободный объем промежуточных емкостей или запас материала в них.

При параллельном соединении машин полный отказ наступит в случае остановки всех участков линии. Надежность работы линий с гибкой связью выше, чем с жесткой, а вероятность ее безотказной работы определяется по формуле:

$$P_c = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i). \quad (3)$$

На практике линии с гибкой связью выходят громоздкими, металлоемкими и дорогостоящими. В их состав входят оперативные емкости больших объемов, которые также могут стать причиной отказа линии.

Смешанная связь получается в том случае, когда комплект оборудования кормоцеха делят на отдельные участки, образующиеся соединенных жесткими связями из машин. Участки, в свою очередь, соединены между собой гибкими связями с использованием накопительных емкостей.

В линиях со смешанной связью при возникновении неполадок в работе какой-либо машины останавливается не вся линия, а лишь машины, жестко связанные с отказавшей, остальные же машины продолжают работать. При быстром устранении неисправностей, линия может работать практически без остановок, поскольку простои соседних машин и участков взаимно компенсируются.

Безотказность работы технологической линии со смешанным соединением машин можно определить по формуле:

$$P_c = 1 - \prod_{j=1}^m \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) \right], \quad (4)$$

где m – число параллельно соединенных последовательных групп.

Из выражений (2–4) видно, что надежность комплекта машин со смешанной связью выше, чем двух предыдущих. При остановке одной из машин нарушается ритм работы связанных жестко с ней

машин. Остальное оборудование продолжает выполнять рабочий процесс. Если неисправность незначительна, то комплект машин может работать безостановочно.

Заключение

Формирование поточных технологических линий на животноводческой ферме должно основываться на решении ряда принципиальных вопросов:

- выбор рационального количества машин и оборудования;
- определение оптимального состава машин на каждую операцию;
- рациональная расстановка машин в комплекте оборудования.

Для синхронизации работы машин различных участков продолжительность отдельных технологических процессов должна быть одинаковой. Если входящие в поточные линии подготовки компонентов машины имеют одинаковую или регулируемую производительность, то следует применять однопоточные компоновки с транспортными устройствами, передающими необходимые компоненты от одной машины к другой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Организационно-экономическая оценка машин и машинных технологий в животноводстве и птицеводстве: учебно-методическое пособие / А. В. Китун, И. П. Бусел, В. И. Передня. – Минск, 2008. – 123 с.
2. Китун, А. В. Основы формирования и энергетической оценки поточных технологических линий производства и первичной обработки молока на животноводческой ферме / А. В. Китун // Механизация и электрификация сельского хозяйства : сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Вып. 48. – Т. 2. – Минск, 2014. – С. 111–122.
3. Китун, А. В. Малозатратный способ формирования кормосмеси животным / А. В. Китун. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – № 2. – 2015. – С. 112–117.