

УДК 637.02

**Обоснование рациональных режимов использования  
оборудования для первичной обработки молока**

**Доровских Владимир Иванович**

кандидат технических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник,  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт использования техники и  
нефтепродуктов в сельском хозяйстве,  
тел. 8 (4752) 44-29-60

E-mail: [dorovskih50@mail.ru](mailto:dorovskih50@mail.ru)

**Капустин Василий Петрович**

доктор технических наук, профессор,  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет»,  
[kapustinvp.prof@yandex.ru](mailto:kapustinvp.prof@yandex.ru)

**Доровских Дмитрий Владимирович**

кандидат технических наук, доцент,  
научный сотрудник,  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт использования техники и  
нефтепродуктов в сельском хозяйстве,  
тел. 8 (4752) 44-29-60

E-mail: [dima.dorovskikh@yandex.ru](mailto:dima.dorovskikh@yandex.ru)

**Аль-лами Садек Фенжан Хаснави**

магистр кафедры «Агроинженерия»  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет»,  
[kapustinvp.prof@yandex.ru](mailto:kapustinvp.prof@yandex.ru)

**Реферат.** Рассмотрены условия обеспечения высокого качества сырого молока при сдаче его потребителю. Определены показатели качества технологического процесса первичной обработки молока: плотность, кислотность, бактериальная обсемененность, механическая загрязненность, потери жирности в процессе обработки, а также эксплуатационно-технологические показатели. Определены границы эффективного использования оборудования в зависимости от факторов производства. Разработан алгоритм и средства контроля позволяющие выявлять

конкретные резервы повышения эффективности использования оборудования для первичной обработки молока, разрабатывать мероприятия, направленные на их реализацию, а также прогнозировать результаты внедрения этих мероприятий. Определены основные резервы повышения эффективности использования линий первичной обработки молока: снижение начальной бактериальной обсеменённости молока путем качественного и своевременного удаления механических примесей, а также улучшения режима промывки и санитарного состояния оборудования; выбор рациональной схемы компоновки линии исходя из условий производства и технических возможностей оборудования; выбор рационального режима хранения молока на основе начальных показателей качества молока, продолжительности хранения и условий доставки его потребителю. Разработан вариант комбинированной технологической схемы предварительного охлаждения молока в потоке с использованием проточных охладителей, сбором подогретой воды в промежуточных емкостях и дальнейшем ее использовании для поения животных обеспечивающий сокращение времени выхода на режим охлаждения танка охладителя и как следствие снижение потребления электроэнергии; сокращение фазы интенсивного размножения бактерий, повышение качества молока, возможность более длительного его хранения; повышение продуктивности животных, в результате поения их подогретой водой.

**Ключевые слова:** молоко, качество, показатели, границы эффективности, алгоритм оценки, ресурсы производства.

### **Justification of rational modes of use equipment for primary processing of milk**

Dorovskih Vladimir Ivanovich, Ph.D., Associate Professor,  
Leading Researcher, Scientific Research Institute the use  
of technology and petroleum products in agriculture,  
tel. 8 (4752) 44-29-60

E-mail: dorovskih50@mail.ru

Kapustin Vasily Petrovich doctor, of technical sciences, professor,  
VPO " Tambov Stat Technical University"

[kapustinvp.prof@yandex.ru](mailto:kapustinvp.prof@yandex.ru)

Dorovskih Dmitry Vladimirovich, Ph.D., Associate Professor,  
Researcher Scientific Research  
Institute the use of technology and  
petroleum products in agriculture,  
tel. 8 (4752) 44-29-60  
E-mail: dima.dorovskikh@yandex.  
Sadeq al-Lami Fenzhan Hasnavi  
Master Chair "Agroengineering"  
VPO "Tambov State Technical University",  
[kapustinvp.prof@yandex.ru](mailto:kapustinvp.prof@yandex.ru)

**Abstract.** The conditions to ensure the highest quality of raw milk upon delivery to the consumer. Defined quality parameters of the process of primary processing of milk density, acidity, bacterial contamination, mechanical impurities, fat loss during processing, as well as operational and technological parameters. The boundaries of the effective use of the equipment, depending on the factors of production. The algorithm and controls allow the detection of specific reserves of increase of efficiency of use of the equipment for the primary processing of milk, to develop activities aimed at their implementation, as well as to predict the results of the implementation of these measures. The main reserves of increase of efficiency of use of primary processing line Molokai: lower initial bacterial obsemenënnosti milk by quality and timely removal of mechanical impurities and improve the washing mode and the sanitary condition of the equipment; choice rational line layout scheme based on the conditions of production and technical capabilities of the equipment; choice of rational modes of storage of milk on the basis of the initial indicators of the quality of milk, storage time and conditions of delivery to the consumer. A variant of the combined technological scheme of pre-cooling milk in a stream using the flow coolers, collection of heated water in the intermediate tank and subsequently using it for watering the animals providing faster time to cooling tank cooling mode and as a result of reduction of energy consumption; reduction of the intensive phase of bacterial growth, improving the quality of milk, the possibil-

ity of a more prolonged storage; increase animal productivity, as a result of their drinking warm water.

Keywords: milk, quality, performance, efficiency frontier, evaluation algorithm, production resources.

**Введение.** В настоящее время одним из существенных факторов получения молока высокого качества является его первичная обработка. Качественные характеристики этого процесса определяют конечный результат производства молока, а также качество продуктов его переработки и, как следствие, эффективность производства в целом. Поэтому, в сложившихся экономических условиях особенно насущно встает вопрос о совершенствовании системы управления качеством первичной обработки молока.

**Материалы и методы.** Эффективность существующих в настоящее время систем управления качеством первичной обработки молока недостаточно высока, что объясняется действием многих факторов, снижающих качество молока в процессе выполнения технологических операций.

Согласно ГОСТ Р 52054-2003 молоко, прошедшее первичную обработку и поступающее к потребителю должно иметь определенные свойства, обуславливающие качество молока.

По органолептическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к органолептическим показателям молока.

Наименование показателя	Норма для молока сорта			
	высшего	первого	второго	несортového
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев. Замораживание не допускается			Наличие хлопьев белка, механических примесей
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку			Выраженный кормовой привкус и запах

		Допускается в зимне-весенний период, слабовыраженный кормовой привкус и запах	
Цвет	От белого до светло-кремового	Кремовый, от светло-серого до серого	

По физико-химическим показателям молоко должно соответствовать нормам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к физико-химическим показателям молока.

Наименование показателя	Норма для молока сорта			
	высшего	первого	второго	несортового
Кислотность, °Т	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 20,99	Менее 15,99 или более 21,00
Группа чистоты, не ниже	I	I	II	III
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1028,0	1027,0	1027,0	Менее 1026,9
Температура замерзания, °С*	Не выше минус 0,520			Выше минус 0,520
* Может использоваться взамен определения плотности молока.				

Содержание токсичных элементов, афлатоксина М<sub>1</sub>, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов, пестицидов, патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонелл, КМАФАнМ и соматических клеток в молоке должно соответствовать действующим санитарным нормам.

Молоко, предназначенное для изготовления продуктов детского и диетического питания, должно соответствовать требованиям высшего сорта и по термоустойчивости должно быть не ниже II группы в соответствии с ГОСТ 25228.

Базисная общероссийская норма массовой доли жира молока - 3,4%, базисная норма массовой доли белка – 3,0%.

Молоко после дойки должно быть профильтровано (очищено). Охлаждение молока проводят в хозяйствах не позднее 2 ч после дойки до температуры (4±2) °С.

**Результаты и обсуждение.** Согласно проведенным нами исследованиям [1 - 4] бактерицидная фаза определяется по формуле:

$$t_b = 7,22 \cdot 10^6 / \left( B_0 2^{(0,1T_n)^{1,61}} \right), \quad (1)$$

где  $B_0$  - начальная бактериальная обсемененность;

$T_n$  - температура хранения молока.

Бактериальная обсемененность при времени хранения  $T_n < t_b$ :

$$B = B_0 \left( 6,35 \cdot 10^{-5} T_n^{3,82} t_n + 1 \right) \quad (2)$$

При  $T_n > t_b$ :  $T_n > t$ :

$$B = B_0 \left( 6,35 \cdot 10^{-3} T_n^{3,82} t_n + 1 \right) \left( 2^{t_n - t_b / 2,13 - 0,046 T_n + 1} - 1 \right); \quad (3)$$

При оценке влияния качества молока учитываются исходные показатели качества молока – начальная температура ( $T_0$ ), бактериальная обсемененность ( $B_0$ ), механическая загрязненность ( $K$ ), жирность молока ( $g$ ); режим хранения – температура ( $T_{xp}$ ) и время хранения ( $t_{xp}$ ), а также дифференциация цен на рынке по качеству молока ( $C_i$ ).

Алгоритм определения потерь от снижения качества молока представлен на рисунке 1.

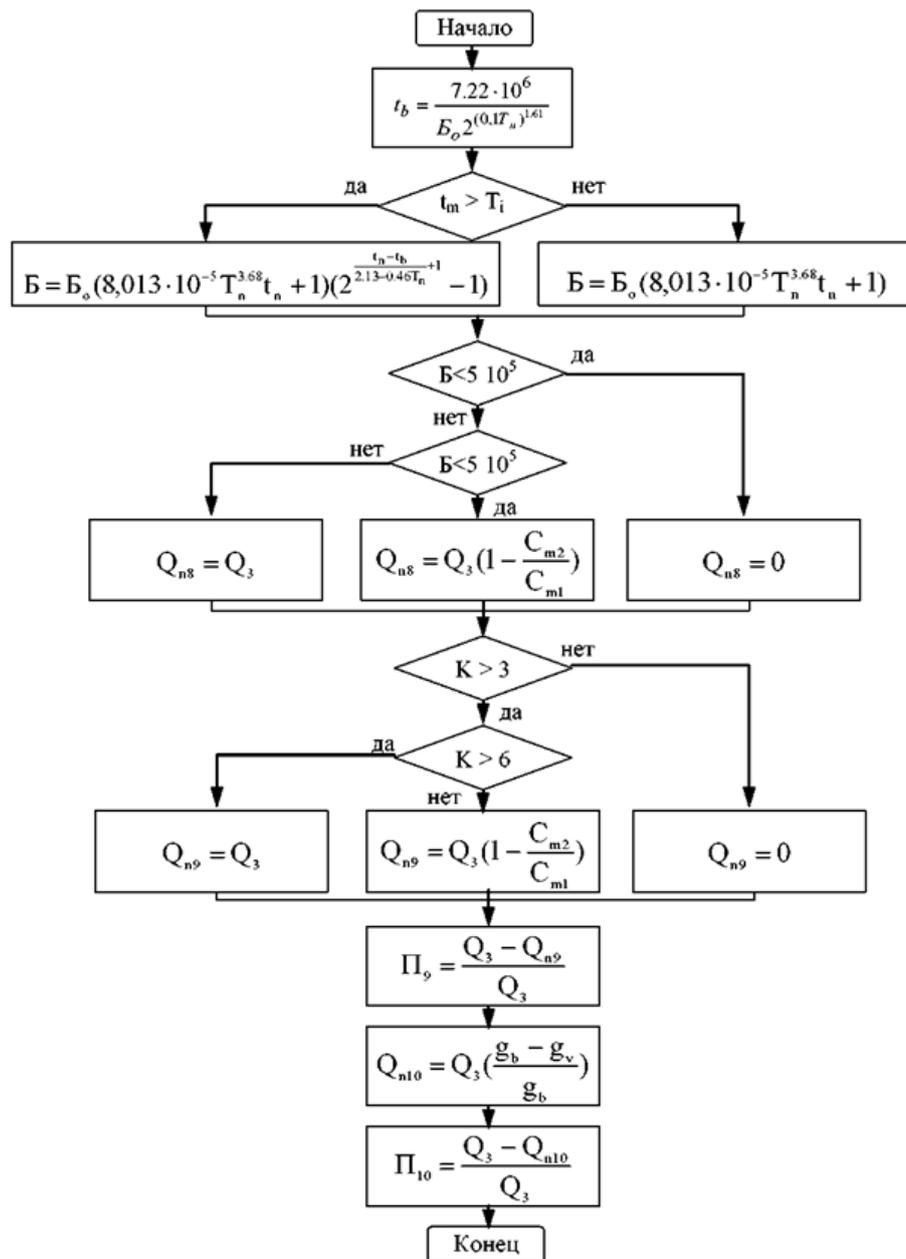


Рисунок 1 - Алгоритм определения потерь от снижения качества молока.

Из анализа, выполненного в соответствии с алгоритмом оценки следует, что в зависимости от объема получаемого молока, удаленности ферм и комплексов от молокоприёмных пунктов и потребителей молочных изделий, от климатических условий и наличия современной техники, без вредного воздействия на окружающую среду можно разработать комбинированные технологические схемы (КТС) с использованием искусственных и естественных источников холода и подогревом воды для поения животных. При обосновании предлагаемых схем должны учитываться следующие требования: качество молока в результате первичной обработки не должно

снижаться, себестоимость молока и уровень воздействия на окружающую среду не должны повышаться, количество наименований молочной продукции также не должно сокращаться. Таким образом, КТС является функцией следующих факторов:  $KTC = f(W, S, K, T_T, Э_K)$ ,

где  $W$ - годовой объем производства молока, т;

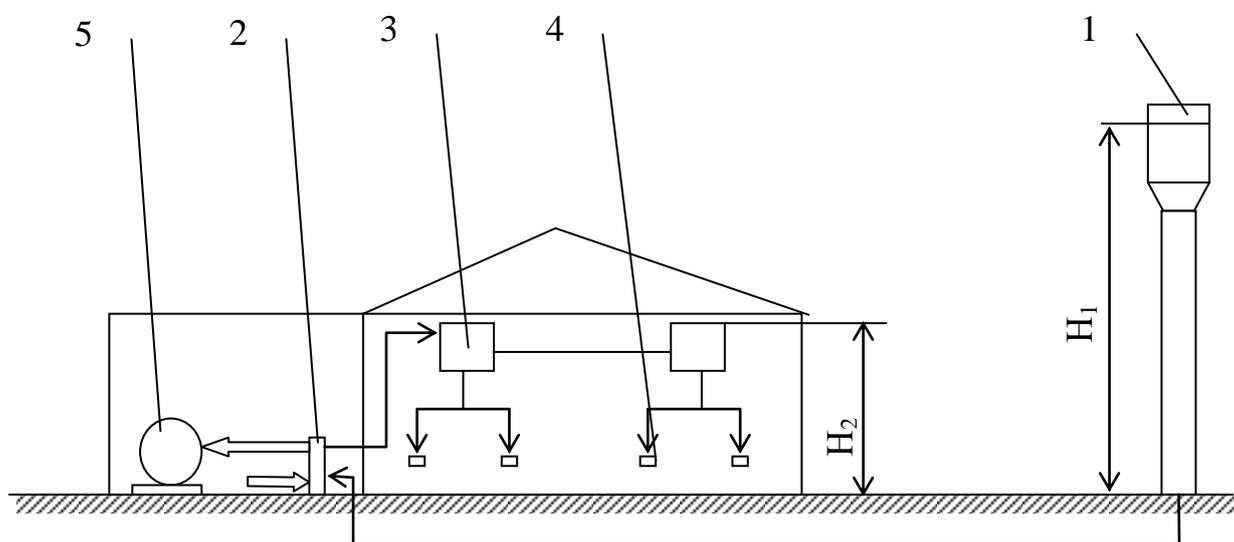
$S$  - расстояние от предприятия производителя молока до пункта приема или использования, км;

$K$ - климатические условия – количество дней в году с положительными и отрицательными значениями температуры, °С;

$T_T$  – наличие современной техники для первичной обработки молока;

$Э_K$  – степень воздействия на экологическую среду, %.

Для повышения качества молока и экономии энергии разработан вариант комбинированной технологической схемы предварительного охлаждения молока в потоке с использованием проточных охладителей, сбором подогретой воды в промежуточных емкостях и дальнейшем ее использовании для поения животных (рисунки 2 - 3).



1 - водонапорная башня; 2 - проточный охладитель; 3 - емкость промежуточная;  
4 - автопоилка; 5 - танк-охладитель молока

Обозначения: → - охлаждающая вода; ⇒ - молоко.

Рисунок 2 - Технологическая схема совмещенной системы охлаждения молока и поения животных.



а



б

Рисунок 3 - Общий вид коммуникаций (а) и проточного теплообменника (б).

Интенсивность охлаждения молока в зависимости от вариантов технологии представлена на рисунке 4.

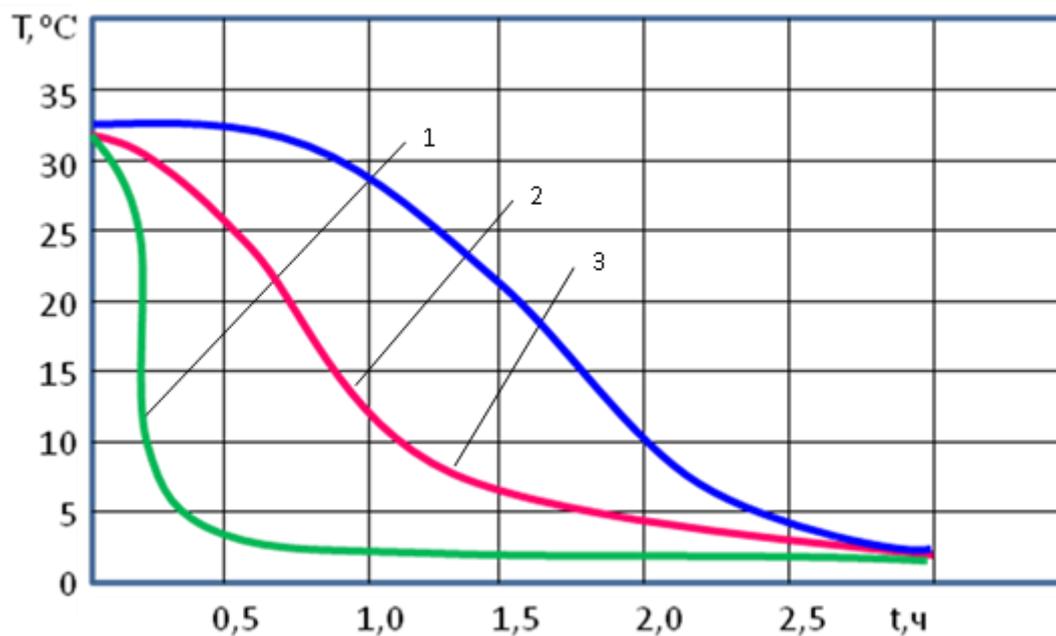


Рисунок 4 - Интенсивность охлаждения молока.

Из рисунка видно, что при предварительном охлаждении молока в потоке (кривая 1) время охлаждения до 5°C примерно в 4 раза меньше чем в варианте с наморозкой льда (кривая 2) и в 6 раз меньше чем при непосредственном охлаждении (кривая 3).

**Выводы.** Разработанный алгоритм оценки и средства контроля позволяют выявлять конкретные резервы повышения эффективности использования оборудования для первичной обработки молока, разрабатывать мероприятия, направленные на их реализацию, а также прогнозировать результаты внедрения этих мероприятий.

Основными резервами повышения эффективности использования линий первичной обработки молока является: снижение начальной бактериальной обсеменённости молока путем качественного и своевременного удаления механических примесей, а также улучшения режима промывки и санитарного состояния оборудования; выбор рациональной схемы компоновки линии исходя из условий производства и технических возможностей оборудования; выбор рационального режима

хранения молока на основе начальных показателей качества молока, продолжительности хранения и условий доставки его потребителю.

Разработанная комбинированная технологическая схема обеспечивает: сокращение времени выхода на режим охлаждения ( $4^{\circ}\text{C}$ ) танка охладителя и как следствие снижение потребления электроэнергии; сокращение фазы интенсивного размножения бактерий, повышение качества молока, возможность более длительного его хранения; повышение продуктивности животных, в результате поения их подогретой водой.

### **Список литературы**

1. Доровских, В.И. Повышение эффективности использования доильных установок / В.И. Доровских // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Саратов. -1996.
2. Доровских, В.И. Пути повышения эффективности функционирования средств механизации на семейных молочных фермах / В.И. Доровских, Д.В. Доровских, О.А. Аткешов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2012. - №2. - С. 47-51.
3. Филиппова, О.Б. Физиологическая оценка доильного оборудования / О.Б. Филиппова, Доровских В.И., Кийко Е.И. // Вестник ВИЭСХ . - 2014. - №3 (16). –С. 64 – 65.
4. Доровских, В.И. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве / В.И. Доровских, Д.В. Доровских // Наука в центральной России. – 2014. - №6 (12) – С.22-28.

### **Spisok literaturih**

1. Dorovskikh, V.I. Povichshenie ehffektivnosti ispoljzovaniya doiljnihkh ustanovok / V.I. Dorovskikh // Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoyj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. - Saratov. -1996.
2. Dorovskikh, V.I. Puti povihsheniya ehffektivnosti funkcionirovaniya sredstv mekhanizacii na semejnihkh molochnihkh fermakh / V.I. Dorovskikh, D.V.

- Dorovskikh, O.A. Atkeshov // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovateljskogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. - 2012. - №2. - S. 47-51.
3. Filippova, O.B. Fiziologicheskaya ocenka doiljnogo oborudovaniya / O.B. Filippova, Dorovskikh V.I., Kiyjko E.I. // Vestnik VIEhSKh . - 2014. - №3 (16). –S. 64 – 65.
4. Dorovskikh, V.I. Principih upravleniya kachestvom tekhnologicheskikh processov v molochnom zhivotnovodstve / V.I. Dorovskikh, D.V. Dorovskikh // Nauka v central'noy Rossii. – 2014. - №6 (12) – S.22-28.