

## Исследование процесса расхода рабочей жидкости и программирования процессов стрижки и купания овец

С. О. Назаров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кыргызский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина

✉ E-mail: n.sadyk53@mail.ru

**Аннотация.** При купании овец определенная часть их шерсти пропитывается жидкостью. Это приводит к расходу рабочей жидкости ванны, который прямо пропорционален площади шерсти и общему количеству обработанных овец. Поэтому в большинстве случаев обработка овец производится после стрижки. *Целью работы* является исследование процесса расхода рабочей жидкости и программирования процессов стрижки и купания овец. *Методы исследования* – системный подход, анализ и синтез, оптимизации процессов, происходящих при стрижке и купании овец. Длина остаточной шерсти после стрижки оказывает существенное влияние на расход жидкости в ванне для купания. Чем меньше будет короткая стрижка, тем большее количество овец можно будет обрабатывать. Изменение расхода рабочей жидкости сильно зависит от количества обработанных овец. Математическая модель процесса стрижки и купания овец разработана для совместимых с IBM персональных компьютеров с операционной системой Windows 98/2000/XP/NT/7/10 на языке программирования Delphi 7. Реализованы оконный пользовательский интерфейс ввода данных, а также графическое представление результатов расчета. Выходными параметрами математической модели являются: график изменения температуры рабочей жидкости в ванне для купания овец; график по определению временного диапазона, в котором достигается допустимое значение температуры; график по определению количества овец, после которых необходимо дополнить жидкость. *Научной новизной работы* является полученное математическое описание процесса стрижки и купания овец, позволяющее определить: расход рабочей жидкости в ванне для купания овец, а также временной диапазон, в котором достигается допустимое значение температуры в ванне для купания. *В результате исследования* разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать оптимальный температурный режим и автоматизацию процесса стрижки и купания овец, а также провести расчет на компьютере.

**Ключевые слова:** овцы, стрижка овец, ванна для купания, рабочая жидкость, эксперимент, математическая модель, оптимизация.

**Для цитирования:** Назаров С. А. Исследование процесса расхода рабочей жидкости и программирования процессов стрижки и купания овец // Аграрный вестник Урала. 2019. № 12 (191). С. 45–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2019-191-12-45-51.

**Дата поступления статьи:** 03.10.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

При купании овец определенная часть их шерсти пропитывается жидкостью, что приводит в итоге к расходу рабочей жидкости ванны. Он прямо пропорционален площади шерсти и общему количеству обработанных овец. Поэтому в большинстве случаев обработка овец производится после стрижки. Качество стрижки овец также влияет на купание овец.

*Целью настоящей работы* является исследование процесса расхода рабочей жидкости и программирования процессов стрижки и купания овец.

### Методология и методы исследования (Methods)

*Методами исследования* стали системный подход; анализ и синтез; оптимизация процессов, происходящие при стрижке и купании овец; программа, позволяющая провести расчет на компьютере

Рассмотрим процесс уменьшения или расхода рабочей жидкости ванны. Начальный объем ванны для купания овец –  $V_0$ , после купания  $N$  овец жидкость в ванне уменьшается на объем  $V$  и требуется дополнительный объем  $V_{\text{доп}}$ .

Когда расход рабочей жидкости в ванне  $V$  доходит до объема  $V_{\text{доп}}$ , купальщик должен дополнить жидкость в ванне. Для этого расход рабочей жидкости находится по следующей формуле

$$V = V_0 - V_{\text{доп}}. \quad (1)$$

Изменение расхода рабочей жидкости  $V$  сильно зависит от количества обработанных овец  $N$ , тогда можно записать уравнение изменения объема  $V$  рабочей жидкости в ванне:

$$dV = kSl dN, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, показывающий расход насыщения жидкостью шерсти;

$S$  – площадь наружного покрова одной овцы,  $\text{м}^2$ ;

$l$  – длина шерсти овцы после стрижки,  $\text{м}$ .

Из уравнения (2) получим

$$\int_0^{V_{\text{доп}}} dV = kSl \int_0^N dN. \quad (3)$$

Если дополнительного объема  $V_{\text{доп}}$  рабочей жидкости ванны требуется  $l/i$  часть общего объема жидкости, тогда можно определить расход до дополнительного объема.

$$\int_0^{V_0^{\frac{1}{i}}} dV = kSl \int_0^N dN, \quad (4)$$

где  $i$  – число, показывающие часть общего объема жидкости ванны.

Число  $i$  найдется из соотношения

$$i = \frac{V_{\text{дон}}}{V_0}.$$

Из уравнения (4) можно определить количество овец до зарядки ванны:

$$N = \frac{iV_0}{kSl}. \quad (5)$$

Уравнение (5) определяет количество овец, после которого нужно дополнить жидкость.

График изменения обрабатываемого количества овец в зависимости от длины остаточной шерсти после стрижки при разных значениях объема изображен на рис. 2.

График (рис. 2), показывает, что качество стрижки, т. е. длина остаточной шерсти после стрижки, оказывает существенное влияние на расход жидкости в ванне для купания. Чем меньше будет короткая стрижка, тем большее количество овец можно будет обрабатывать.

График изменения расхода жидкости в зависимости от количества овец при разных значениях длины остаточной шерсти после стрижки представлен на рис. 3.

### Результаты (Results)

Для анализа оптимизации процессов, происходящих при стрижке и купании овец, по вышеописанным уравнениям нами была создана программа, позволяющая провести расчет на компьютере.

Математическая модель процесса стрижки и купания овец разработана для совместимых с IBM персональных компьютеров с операционной системой Windows 98/2000/XP/NT/7/10 на языке программирования Delphi 7. Реализован оконный пользовательский интерфейс ввода данных, а также графическое представление результатов расчета.

Технические требования для работы программы следующие: персональный компьютер серии IBM 486 и выше, операционная система Windows 98 и выше и наличие пакета программ Office. Программа также протестирована в операционных системах Windows XP и Windows 7. Свободное место на жестком диске должно быть не менее 15 Мб, так как объем исполняемого файла составляет 1,5 Мб. Требование к оперативной памяти – не менее 64 Мб. Как правило, скорость работы программы зависит от быстродействия компьютера, а также от размера свободной оперативной памяти.

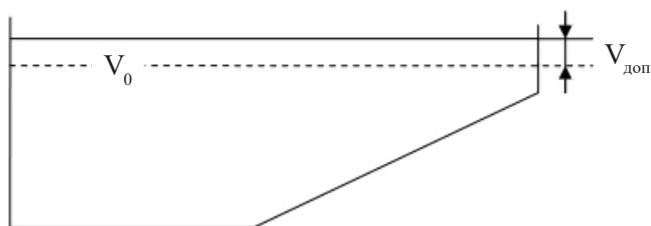


Рис. 1. Общий вид ванны для купания овец

Программа, реализующая вычислительный эксперимент состоит из четырех окон (форм). На рис. 4 изображено стартовое окно выбора вывода результатов численных расчетов на математической модели. После выбора вывода графических результатов следует нажать на кнопку «ПЕРЕЙТИ» в правом нижнем углу окна для перехода к выбранному окну ввода.

При выборе «ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ВАННЫ» и нажатии на кнопку «ПЕРЕЙТИ» открывается окно «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ КУПОЧНОЙ ВАННЫ». Для вывода графика изменения температуры рабочей жидкости ванны для купания во времени следует ввести начальное и конечное время в секундах и нажать кнопку «ВЫВОД» (рис. 5 и 6).

Окончание работы в текущем окне производится нажатием на кнопку «ГЛАВНОЕ ОКНО».

При выборе «ВРЕМЯ, ЗА КОТОРОЕ ДОСТИГАЕТСЯ ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ» и нажатия на кнопку «ПЕРЕЙТИ» открывается окно «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ, ЗА КОТОРОЕ ДОСТИГАЕТСЯ ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ». Для вывода графика по определению временного диапазона, в котором достигается допустимое значение температуры, следует ввести минимальное и максимальное количество овец и нажать кнопку «ВЫВОД» (рис. 7 и 8).

Окончание работы в текущем окне производится нажатием на кнопку «ГЛАВНОЕ ОКНО». При выборе «РАСХОД РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ВАННЫ» и нажатия на кнопку «ПЕРЕЙТИ» открывается окно «ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ КУПОЧНОЙ ВАННЫ». Для вывода графика *изменения обрабатываемых* количеств овец в зависимости длины остаточной шерсти после стрижки следует ввести минимальное и максимальное значения длины остаточной шерсти после стрижки и нажать кнопку «ВЫВОД» (рис. 9 и 10).

Окончание работы в текущем окне производится нажатием на кнопку «ГЛАВНОЕ ОКНО».

По причине того, что ввод входных данных занимает значительное время, программой предусмотрено сохранение и загрузка входных параметров с файлов, что позволяет облегчить задачу и сэкономить время.

Выходными параметрами математической модели являются: график изменения температуры рабочей жидкости в ванне для купания овец; график по определению временного диапазона, в котором достигается допустимое значение температуры; график по определению количества овец, после которых нужно дополнить жидкость.

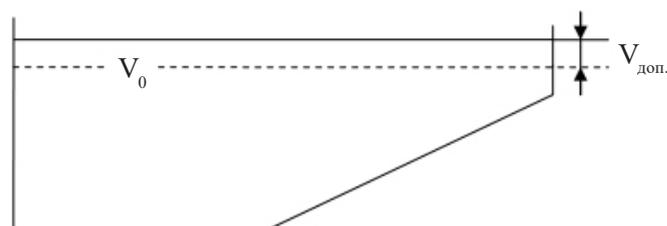


Fig. 1. General view of the bathtub for bathing sheep

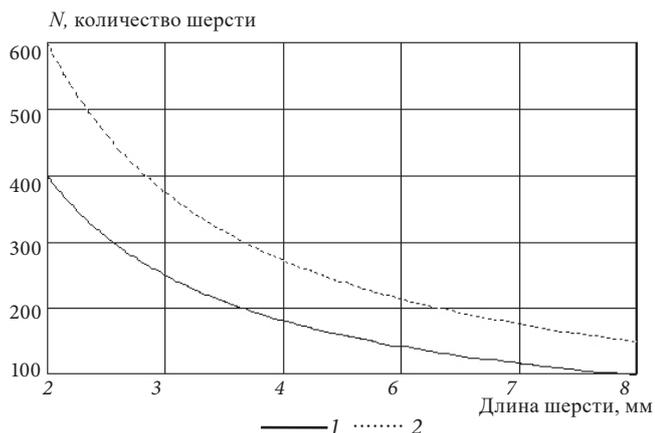


Рис. 2. График изменения обрабатываемого количества овец в зависимости от длины остаточной шерсти после стрижки: 1 – при объеме  $V = 4000$  л; 2 – при объеме  $V = 6000$  л

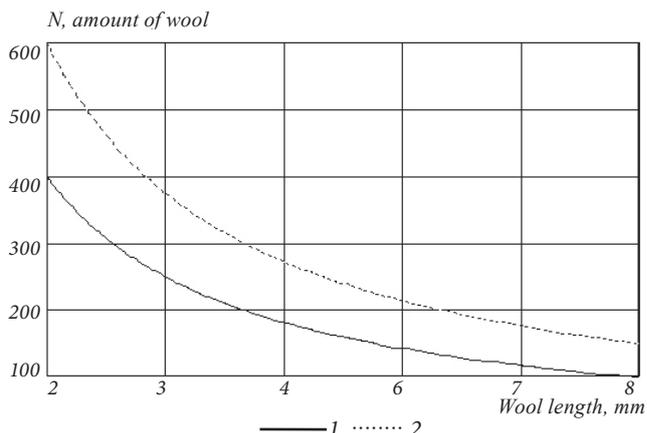


Fig. 2. Schedule changes in the processed quantities of sheep depending on the length residual hair after shearing: 1 – with a volume of  $V = 4000$  l; 2 – with a volume of  $V = 6000$  l

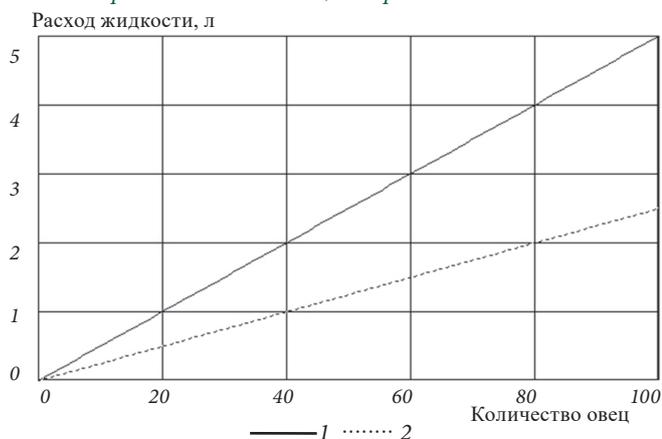


Рис. 3. График изменения расхода жидкости в зависимости от количества овец: 1 – при значении длины остаточной шерсти после стрижки  $l = 8$  мм; 2 – при значении длины остаточной шерсти после стрижки  $l = 4$  мм

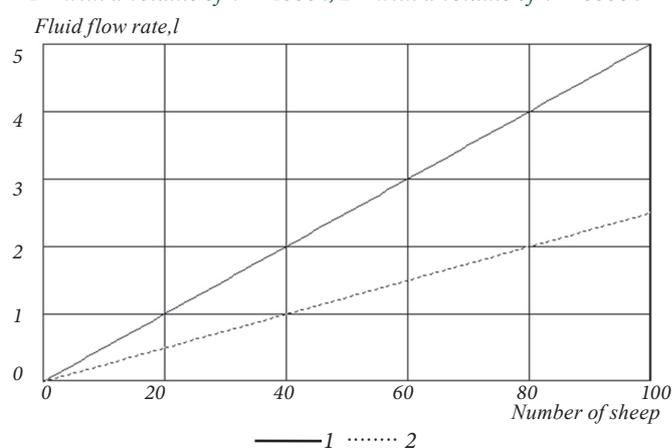


Fig. 3. Schedule changes in fluid flow from the number of sheep: 1 – with the value of the length of the residual hair after shearing  $l = 8$  mm; 2 – with the value of the length of the residual hair after cutting,  $l = 4$  mm

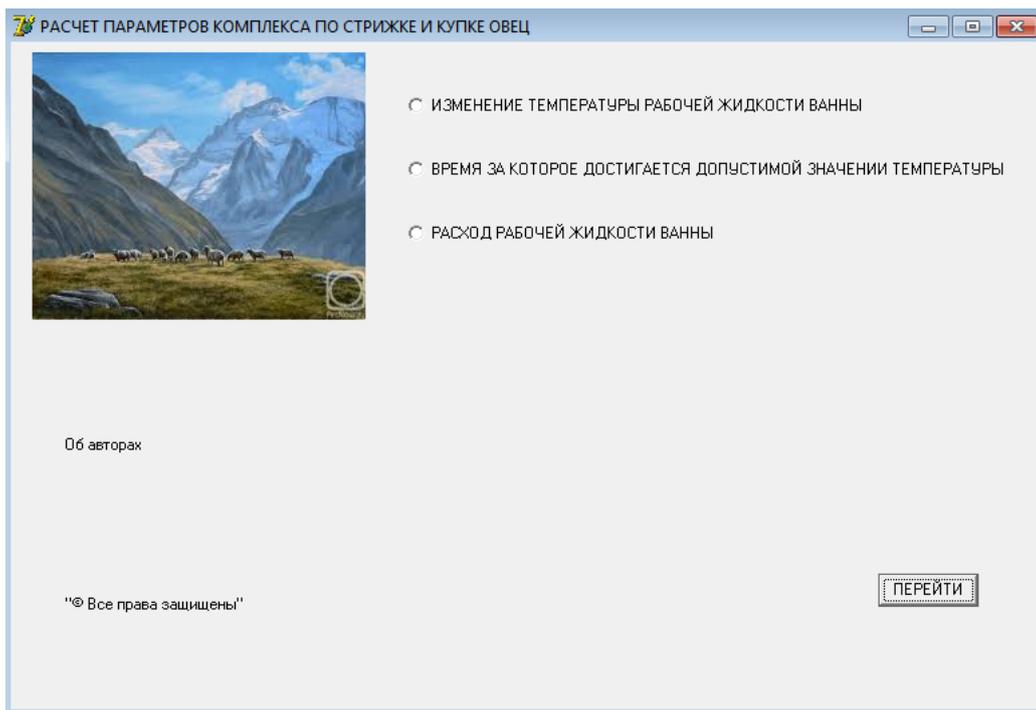


Рис. 4. Окно выбора вывода результатов численных расчетов на математической модели  
Fig. 4. Window for selecting the output of the results of numerical calculations on a mathematical model

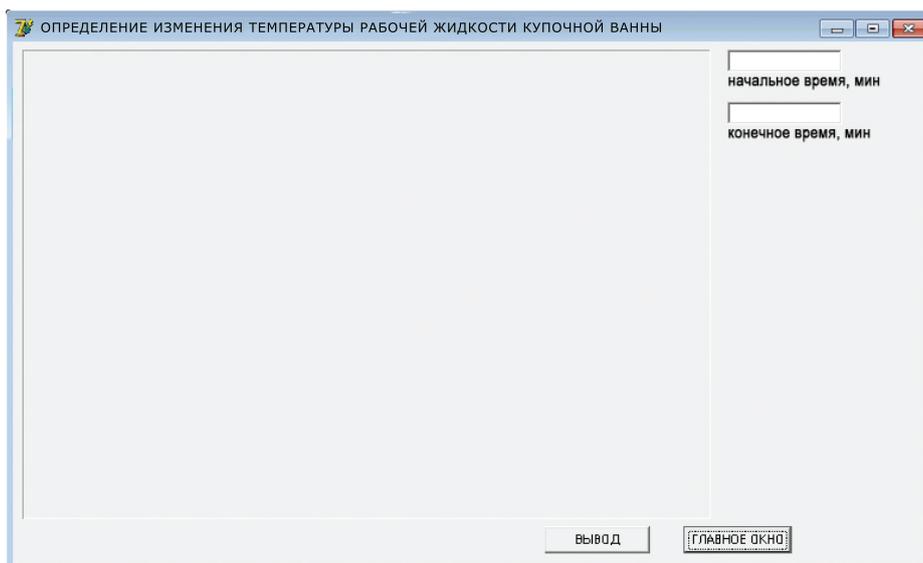


Рис. 5. Окно вывода графика изменения температуры рабочей жидкости ванны для купания во времени  
 Fig. 5. The window for displaying a graph of the temperature change of the working fluid of the bathtub for bathing in time

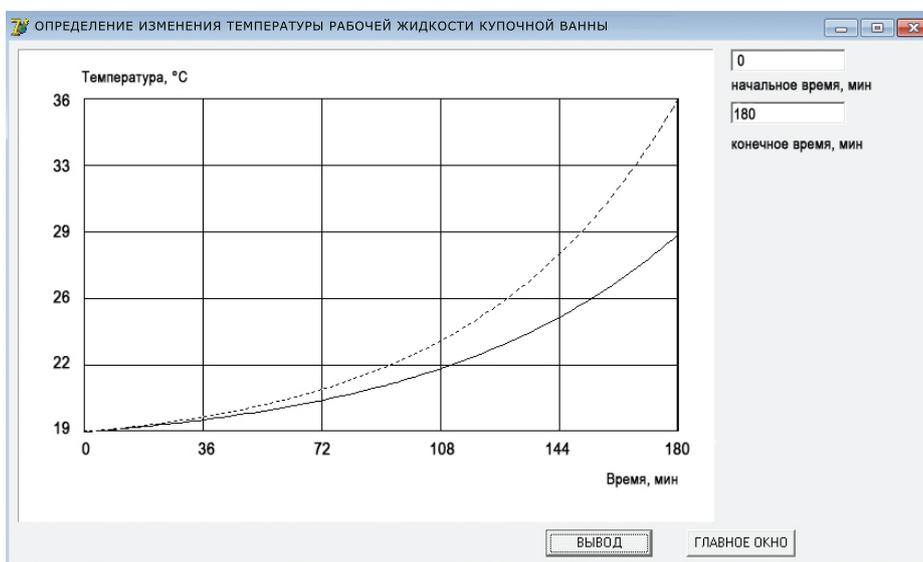


Рис. 6. График изменения температуры рабочей жидкости ванны для купания со временем  
 Fig. 6. Schedule changes in the temperature of the working fluid of the bathtub with time

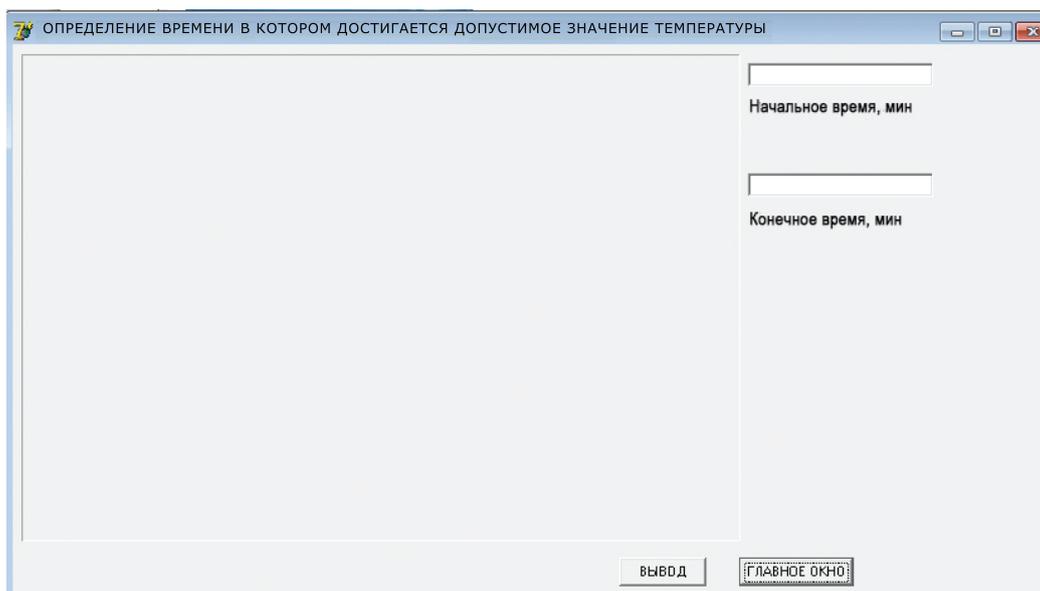


Рис. 7. Окно вывода графика по определению временного диапазона, в котором достигается допустимое значение температуры  
 Fig. 7. The graph output window for determining the time range in which the permissible temperature value is reached



Рис. 8. График изменения временного диапазона, в котором достигается допустимое значение температуры  
 Fig. 8. The graph of the time range in which the permissible temperature value is reached

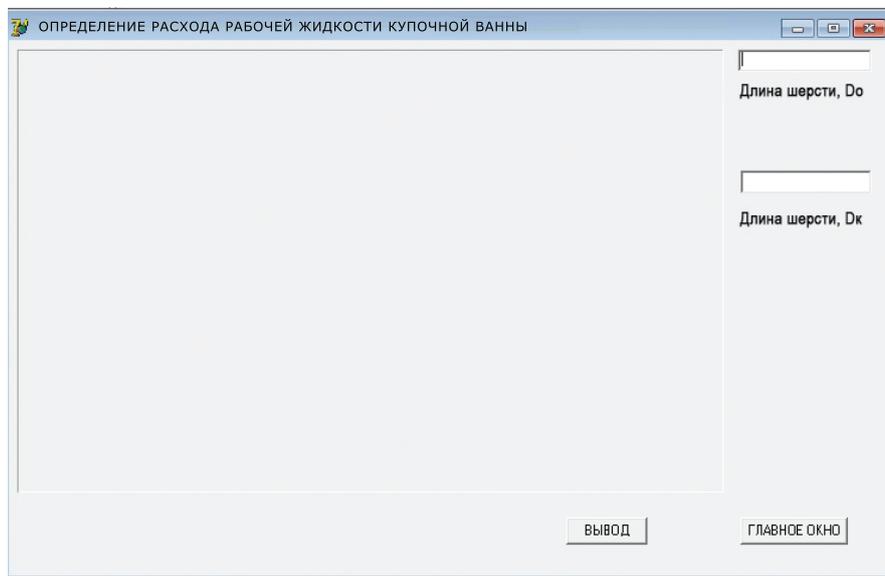


Рис. 9. Окно вывода графика изменения обрабатываемого количества овец в зависимости от длины остаточной шерсти после стрижки  
 Fig. 9. The window for displaying the graph of changes in the processed quantities of sheep depending on the length of the residual wool after shearing



Рис. 10. График изменения обрабатываемого количества овец в зависимости от длины остаточной шерсти после стрижки  
 Fig. 10. Schedule of changes in the processed quantities of sheep depending on the length of the residual wool after shearing

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Окончание работы производится нажатием на кнопку «□». При этом программа автоматически выгружается из памяти компьютера. Разработан специальный код программы.

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1. Получено математическое описание процесса стрижки и купания овец, позволяющее определить: рас-

ход рабочей жидкости в ванне для купания овец, а также временной диапазон, в котором достигается допустимое значение температуры в ванне для купания.

2. Разработанная математическая модель предназначена:

– для прогнозирования оптимального температурного режима при купании овец;

– для контроля поиска рационального режима и автоматизации процесса стрижки и купания овец.

**Библиографический список**

1. Алексеев Г. В. Оптимизация в стационарных задачах тепломассопереноса и магнитной гидродинамики. М.: Научный мир, 2010. 261 с.
2. Алифанов О. М. Обратные задачи в исследовании сложного теплообмена. М.: Янус-К, 2009. 178 с.
3. Schweiger, G., Gomes C., Engel G., Hafner I., Schoeggel J., Posch A., Nouidui T. An Empirical Survey on Co-Simulation: Promising Standards, Challenges and Research Needs // *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2019. Vol. 95. Pp. 148–163. DOI: 10.1016/j.simpat.2019.05.001.
4. Исаченко В. П. Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. М.: Наука, 1975. 311 с.
5. Фаронов В. В. Система программирования Delphi. В подлиннике. СПб., 2003. 912 с.
6. Баженова И. Ю. Delphi 7. Самоучитель программиста. М., 2003. 448 с.
7. Керман Митчелл К. Программирование и отладка в Delphi. Учебный курс. М., 2004. 720 с.
8. Lin S., Shen L., Xiong C., Li. X. Multi-Criteria Group Decision Making and Group Agreement Quotient Analysis Based on the Delphi Method // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 993. Pp. 237–246. DOI: 10.1007/978-3-030-22354-0\_22.
9. Глушаков С. В., Клевцов А. Л. Программирование в среде Delphi 7.0. М., 2003. 528 с.
10. Wang S., Wang Z. Research on Regression Model Based on Uncertain System // *Lecture Notes in Electrical Engineering*. 2020. Vol. 592. Pp. 24–29. DOI: 10.1007/978-981-32-9682-4\_3.
11. Хомоненко А., Гофман В. Самоучитель Delphi. СПб., 2013. 576 с.
12. Simões-Marques M., Filomena Teodoro M., Calhamonas G., Nunes I. L. Applying a Variation of Delphi Method for Knowledge Elicitation in the Context of an Intelligent System Design // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 959. Pp. 386–398. DOI: 10.1007/978-3-030-20040-4\_35.
13. Тюкачев Н. А., Михайлова Е. Е., Рыбак К. С. Программирование в Delphi для начинающих. СПб., 2007. 672 с.
14. Can G. F., Demirok S. Universal Usability Evaluation by using an Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Approach // *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*. 2019. Vol. 12 (2). Pp. 194–223. DOI: 10.1108/IJICC-05-2018-0060.
15. Laciak M., Raskayova D., Flegner P., Kacur J., Durdan M. Automated System for Optimizing Input Parameters of the UCG Process // *Proceedings of the 20th International Carpathian Control Conference*. Kraków-Wieliczka, 2019. DOI: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765962.

**Об авторах:**

Садык Омурбекович Назаров<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID 0000-0002-0586-7645; n.sadyk53@mail.ru

<sup>1</sup> Кыргызский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина, Бишкек, Кыргызстан

## Research of the process of expense of working liquid and programming processes of sheep crutching and dipping operation

S. O. Nazarov<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Scryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

✉ E-mail: n.sadyk53@mail.ru

**Abstract.** When clipping sheep, their wool soaks a certain part of the liquid. This leads to a certain consumption of the working liquid of the bath. The consumption of bath liquid is directly proportional to the area of wool and the total number of treated sheep. The length of the residual wool after crutching has a significant effect on the bath liquid consumption. The smaller the short shearing is, the greater the number of sheep can be processed. The change of consumption of the working liquid is strongly dependent on the number of sheep treated. The mathematical model of the process of sheep crutching and dipping operation was developed for IBM-compatible personal computers with the Windows 98/2000/XP/NT/7/10 operating

systems in the Delphi 7 programming language. The window based front panel for data entry is implemented, as well as a graphic representation of the calculation results. The output parameters of the mathematical model are: a graph of changes in the temperature of the working liquid in a bath for sheep dipping operation; a graph to determine the time range in which the permissible temperature value is reached; a graph to determine the number of sheep, after which the liquid must be added. A mathematical description of the process of sheep crutching and dipping operation is obtained, which allows determining: the flow rate of the working liquid in the bath for sheep dipping operation, as well as the time range in which the allowable temperature value in the bath for dipping is reached. The developed mathematical model is designed to predict the optimal temperature and automate the process of crutching, as well as the sheep dipping operation.

**Keywords:** sheep, sheep crutching, cattle bath, working liquid, experiment, mathematical model, optimization.

**For citation:** Nazarov S. O. Issledovanie protsessa raskhoda rabochey zhidkosti i programmirovaniya protsessov strizhki i kupaniya ovets [Research of the process of expense of working liquid and programming processes of sheep crutching and dipping operation] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 12 (191). Pp. 45–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2019-191-12-45-51. (In Russian.)

**Paper submitted:** 03.10.2019.

### References

1. Alekseev G. V. Optimizatsiya v stacionarnykh zadachakh teplomassoperenosa i magnitnoy gidrodinamiki [Optimization in stationary problems of heat and mass transfer and magnetic hydrodynamics]. Moscow: Nauchnyy mir, 2010. 261 p. (In Russian.)
2. Alifanov O. M. Obratnye zadachi v issledovanii slozhnogo teploobmena [Inverse problems in the study of complex heat transfer]. Moscow: Yanus-K, 2009. 178 p. (In Russian.)
3. Schweiger, G., Gomes C., Engel G., Hafner I., Schoeggl J., Posch A., Nouidui T. An Empirical Survey on Co-Simulation: Promising Standards, Challenges and Research Needs // Simulation Modelling Practice and Theory. 2019. Vol. 95. Pp. 148–163. DOI: 10.1016/j.simpat.2019.05.001.
4. Isachenko V. P. Osipova V. A., Sukomel A. S. Teploperedacha [Heat transfer]. Moscow: Nauka, 1975. 311 p. (In Russian.)
5. Faronov V. V. Sistema programmirovaniya Delphi. V podlinnike [Programming system Delphi. In the original]. Saint Petersburg, 2003. 912 p. (In Russian.)
6. Bazhenova I. Yu. Delphi 7. Samouchitel' programmista [Delphi 7. Self-taught programmer]. Moscow, 2003. 448 p. (In Russian.)
7. Kerman Mitchell K. Programmirovaniye i otladka v Delphi. Uchebnyy kurs [Programming and Debugging in Delphi. Training course]. Moscow, 2004. 720 p. (In Russian.)
8. Lin S., Shen L., Xiong C., Li. X. Multi-Criteria Group Decision Making and Group Agreement Quotient Analysis Based on the Delphi Method // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 993. Pp. 237–246. DOI: 10.1007/978-3-030-22354-0\_22.
9. Glushakov S. V., Klevtsov A. L. Programmirovaniye v srede Delphi 7.0. [Programming in the environment of Delphi 7.0.]. Moscow, 2003. 528 p. (In Russian.)
10. Wang S., Wang Z. Research on Regression Model Based on Uncertain System // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2020. Vol. 592. Pp. 24–29. DOI: 10.1007/978-981-32-9682-4\_3.
11. Khomonenko A., Gofman V. Samouchitel' Delphi [Tutorial Delphi]. Saint Petersburg, 2013. 576 p. (In Russian.)
12. Simões-Marques M., Filomena Teodoro M., Calhomonas G., Nunes I. L. Applying a Variation of Delphi Method for Knowledge Elicitation in the Context of an Intelligent System Design // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 959. Pp. 386–398. DOI: 10.1007/978-3-030-20040-4\_35.
13. Tyukachev N. A., Mikhaylova E. E., Rybak K. S. Programmirovaniye v Delphi dlya nachinayushchikh [Delphi programming for beginners]. Saint Petersburg, 2007. 672 p. (In Russian.)
14. Can G. F., Demirok S. Universal Usability Evaluation by using an Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Approach // International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics. 2019. Vol. 12 (2). Pp. 194–223. DOI: 10.1108/IJICC-05-2018-0060.
15. Laciak M., Raskayova D., Flegner P., Kacur J., Durdan M. Automated System for Optimizing Input Parameters of the UCG Process // Proceedings of the 20th International Carpathian Control Conference. Kraków-Wieliczka, 2019. DOI: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765962.

### Authors' information:

Sadyk O. Nazarov<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-0586-7645; n.sadyk53@mail.ru

<sup>1</sup> Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyzstan