

---

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И  
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ  
МАЛЫХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

---

**Валерий Иванович Лойко  
Татьяна Петровна Барановская  
Дмитрий Витальевич Башак**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Авторами проведена работа по построению программного обеспечения, позволяющего проводить компьютерный анализ эффективности работы малых перерабатывающих предприятий, являющихся структурными подразделениями АПК. Разработаны математические модели, а также схемы организации материальных и финансовых потоков в малом однопродуктовом и многопродуктовом перерабатывающем предприятии и фермерском хозяйстве, развивающем переработку одного из видов производимой сельскохозяйственной продукции. В основу решения данной задачи легли формулы расчета эффективности функционирования предприятий АПК. Делается вывод о том, что эффективность фермерского хозяйства, развивающего переработку одного из видов производимой продукции, в отличие от малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, характеризуется отношением среднерыночной цены на агросырье к затратам на его производство, то есть находится в абсолютной зависимости от эффективности фермерского производства. Представлены алгоритм решения поставленной задачи, позволяющий оценивать эффективность функционирования одно- и многопродуктовых перерабатывающих предприятий, а также интерфейс разработанного программного обеспечения и примеры построения графического представления эффективности анализируемых предприятий. Комплекс программных инструментов разработан на языке программирования C# и платформе .NET. Выбор языка программирования обусловлен несколькими критериями, одним из которых является кроссплатформенность, обеспечивающая возможность использования разработанного алгоритма для генерации программных решений с использованием любых доступных платформ, вторым – удобство работы с графиками и диаграммами. Кроме того, в языке программирования C# имеется стандартная библиотека, позволяющая эффективно реализовать функции построения инфографики. Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процессы оценки экономической эффективности перерабатывающих структур и представлять результаты оценки в табличном и графическом виде.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эффективность, денежные потоки, материальные потоки, программный комплекс, малые предприятия.

---

**MATHEMATICAL, ALGORITHMIC AND SOFTWARE SUPPORT OF  
THE INFORMATION SUBSYSTEM FOR MANAGING THE EFFICIENCY  
OF SMALL PROCESSING AGROINDUSTRIAL ENTERPRISES**

---

**Valery I. Loyko  
Tatyana P. Baranovskaya  
Dmitry V. Bashak**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

The authors have worked on designing the software that allows performing a computer analysis of efficiency of small processing enterprises, which are structural divisions of the agroindustrial complex. Mathematical models have been developed, as well as schemes for organizing material and financial flows in a small single-product and multi-product processing enterprise and a farm enterprise that develops the processing of one type of agricultural products being produced. The basis for solving this problem was the formula for calculating the efficiency of agroindustrial enterprises. It is concluded that in contrast to a small single-product processing enterprise, the efficiency of a farm enterprise developing the processing of one type of manufactured products is characterized by the ratio of the average market price for agricultural raw materials to the costs of their production, i.e. it is absolutely dependent on the efficiency of farm production. This article presents an algorithm for solving this problem that allows evaluating the efficiency of single- and multi-product processing enterprises, as well as the interface of the developed software and examples of building a graphical representation of the efficiency of the analyzed enterprises. A set of software tools has been developed using C# programming language and the .NET platform. The choice of programming language is determined by several criteria, one of which is cross-platform compatibility, which makes it possible to use the developed algorithm to generate software solutions using any available platforms, and the second criteria is the convenience of working with graphs and charts. Moreover, C# programming language has a standard library that allows an efficient implementation of the function of infographics building. The developed software allows automating the processes of assessing the economic efficiency of processing enterprises and presenting the results of assessments in tabular and graphical forms.

**KEYWORDS:** efficiency, cash flows, material flows, software package, small enterprises.

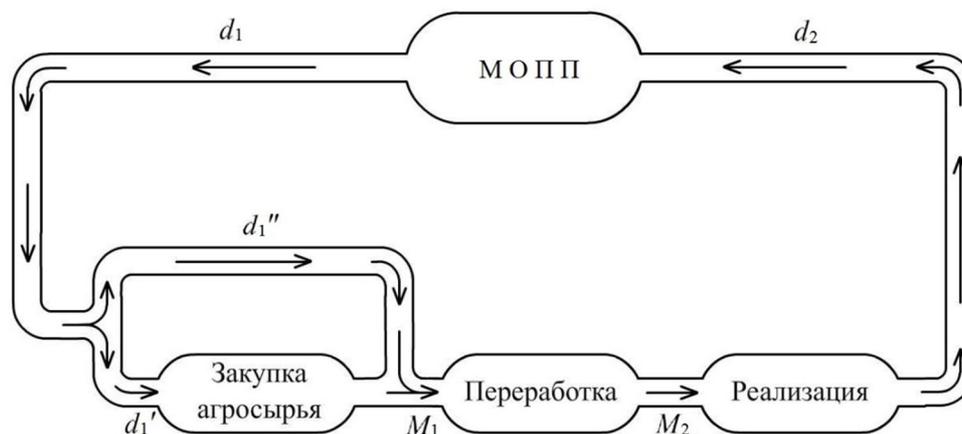
**В** настоящее время в России в системе управления производственными предприятиями потребительской кооперации идут процессы реструктуризации, требующие глубокого анализа экономических процессов, происходящих в современном производстве, на основе обобщения практического опыта ведущих сельскохозяйственных производителей и последних достижений современной науки [8, 9, 11, 12].

Перерабатывающая промышленность занимает ведущие позиции в российской экономике. Огромную роль в развитии переработки закупленного у населения сельскохозяйственного сырья играют малые фермерские и производственные предприятия, так как они максимально приближены к местным сырьевым источникам и к потребителям. Промышленность потребительской кооперации является надежным источником поступления продовольственных товаров в собственную торговую сеть, что способствует более полному удовлетворению потребностей пайщиков и обслуживаемого населения в товарах высокого качества и достаточно широкого ассортимента.

Актуальной и особо важной задачей субъектов малого предпринимательства, развивающих переработку сельскохозяйственной продукции, является повышение эффективности функционирования, что возможно за счет формирования стратегии развития, роста качества управления материальными потоками и запасами, ассортиментом выпускаемой продукции, а также за счет развития информатизации процессов управления, в том числе через разработку программного обеспечения, реализующего функции анализа и управления параметрами эффективности [1–7, 10].

В рыночной экономике малый и средний бизнес является ведущим сектором, который определяет темпы экономического роста, структуру и качество валового национального продукта. Малые предприятия более динамичны, они быстрее и эффективнее реагируют на изменение конъюнктуры рынка, способствуют созданию новых рабочих мест, государственная поддержка малого бизнеса эффективнее по затратам. Существенный вклад малый бизнес вносит в формирование конкурентной среды, способствуя преодолению отраслевого и территориального монополизма.

На рисунке 1 схематично представлена модель малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, стрелками показаны финансовые потоки.



**Рис. 1. Материально-финансовые потоки в малом однопродуктовом перерабатывающем предприятии (МОПП)**

На рисунках 1 и 2 использованы следующие условные обозначения:

$d_1$  – денежный поток компенсации затрат на производство продукции переработки;

$d_1'$  – денежный поток затрат на закупку агросырья;

$d_1''$  – денежный поток затрат на переработку агросырья в конечную продукцию;

$d_2$  – денежный поток в виде выручки от реализации продукции переработки;

$M_1$  – материальный поток (объем) закупленного агросырья;

$M_2$  – материальный поток (объем) готовой товарной продукции.

Для расчета эффективности малого однопродуктового перерабатывающего предприятия предлагается использовать следующую формулу:

$$\mathcal{E}_{ps} = \frac{P_p}{P_a m_p + C_p}, \quad (1)$$

где  $P_p$  – цена, по которой реализуется готовый продукт;  
 $P_a$  – стоимость закупки единицы агросырья;  
 $m_p$  – норма преобразования (количество сырья, требуемое для производства единицы продукции переработки).  
 $C_p$  – сумма затрат, понесенных на переработку единицы агросырья.

На рисунке 2 приведена схема формирования материально-финансовых потоков в фермерском однопродуктовом перерабатывающем хозяйстве.

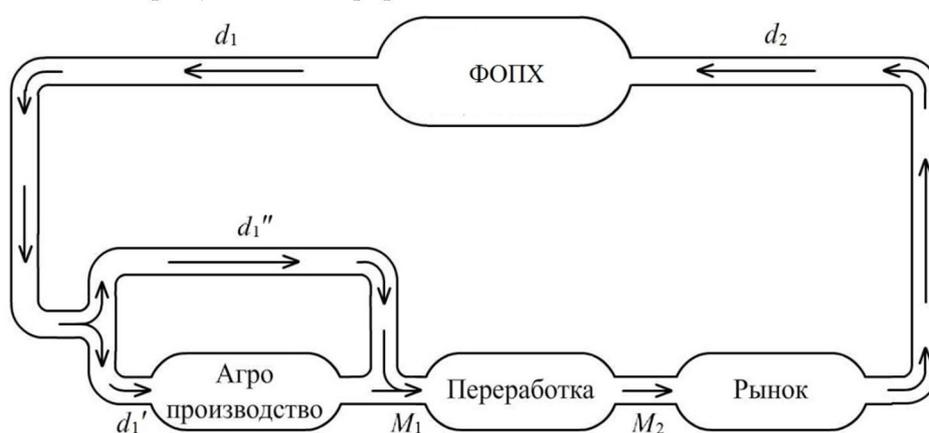


Рис. 2. Материально-финансовые потоки в фермерском однопродуктовом перерабатывающем хозяйстве (ФОПХ)

Оценка эффективности фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства проводится через расчет отношения цены готовой продукции к произведению затрат на производство сырья  $C_a$  и нормы преобразования  $m_p$ , сложенному с затратами на получение переработанной продукции  $C_p$ :

$$\mathcal{E}_{fps} = \frac{P_{fp}}{C_a m_p + C_p}, \quad (2)$$

где  $C_a$  – затраты на производство единицы агросырья.

Если предположить, что цены реализации готовой продукции в однопродуктовом перерабатывающем и фермерском предприятиях равны  $P_p = P_{fp}$ , а также величина, обратная технологической норме преобразования  $m_p$ , и затраты на получение единицы перерабатываемой продукции  $C_p$  взаимно равны, то отличие моделей эффективностей заключается в том, что в формуле для  $\mathcal{E}_{fps}$  множителем у нормы преобразования агросырья в готовую продукцию  $m_p$  стоят удельные затраты на производство агросырья  $C_a$ , а у модели эффективности  $\mathcal{E}_{ps}$  – стоимость закупки единицы агросырья  $P_a$ .

Отнеся, при указанных выше условиях,  $\mathcal{E}_{fps}$  к  $\mathcal{E}_{ps}$ , получим базу для определения сравнительной эффективности  $\mathcal{E}$ :

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{fps}}{\mathcal{E}_{ps}} = \frac{P_a m_p + C_p}{C_a m_p + C_p} \quad (3)$$

или

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_f = \frac{P_a}{C_a}. \quad (4)$$

Эффективность фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства, в отличие от малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, характеризуется отношением среднерыночной цены на агросырье к затратам на его производство, то есть находится в абсолютной зависимости от эффективности фермерского производства.

Эффективность будет определяться в соответствии с выражением (5) для фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства, а для малого однопродуктового перерабатывающего предприятия в соответствии с выражением (6):

$$\mathcal{E}_{fps} = \frac{\varepsilon_f}{\alpha + 1}, \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_{ps} = \frac{\varepsilon_p}{\mathcal{E}_f \alpha + 1}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – соотношение нормированных затрат производства агросырья.

При  $\varepsilon_p = \varepsilon_f$  сравнительная эффективность  $\mathcal{E}$  будет равна

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{fps}}{\mathcal{E}_{ps}} = \frac{\mathcal{E}_f \alpha + 1}{\alpha + 1}. \quad (7)$$

На рисунке 3 в виде графика представлен анализ эффективности фермерского однопродуктового перерабатывающего предприятия.

Построенная диаграмма показывает зависимость соотношения нормированных затрат производства агросырья  $\alpha$  к эффективности  $\mathcal{E}$  при различных параметрах эффективности производства.

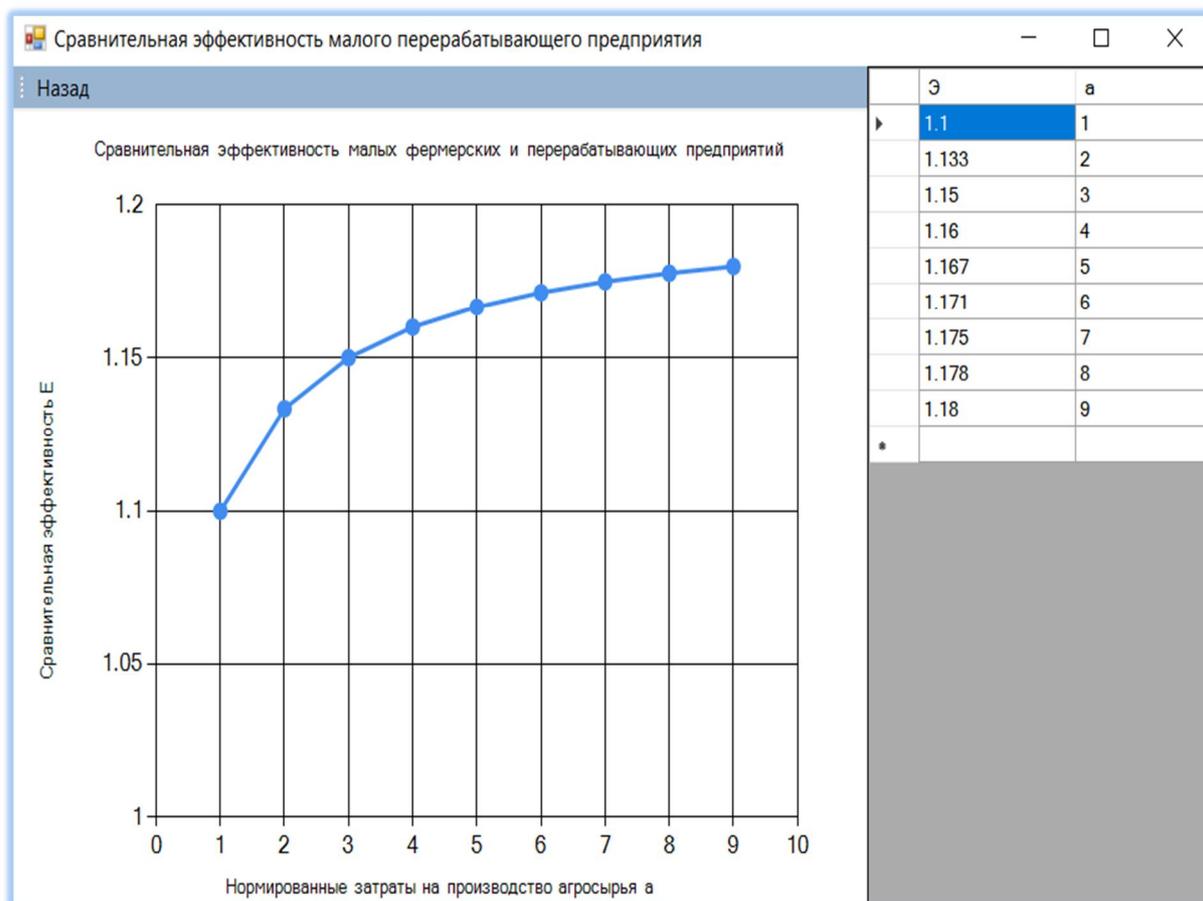


Рис. 3. Зависимость сравнительной эффективности  $\mathcal{E}$  от нормированных затрат на производство агросырья  $\alpha$  при эффективности агропроизводства  $\mathcal{E}_f = 1,2$

Зависимость нормированных минимальных цен реализации переработанной продукции  $\varepsilon_{f \min}$  и  $\varepsilon_{p \min}$  от нормированных затрат на производство агросырья  $\alpha$  при различных значениях эффективности агропроизводства  $\varepsilon_f$  является линейной.

Следует отметить, что прямые нормированные минимальные цены сходятся на оси ординат, а с возрастанием эффективности производства угол наклона к оси абсцисс увеличивается. Для построения данного графика использовалась библиотека `c# chart`, позволяющая повысить наглядность значений, полученных в результате эксперимента. Сами значения представлены в правой табличной части формы.

Для малых многопродуктовых перерабатывающих предприятий схема потоков несколько усложняется (рис. 4).

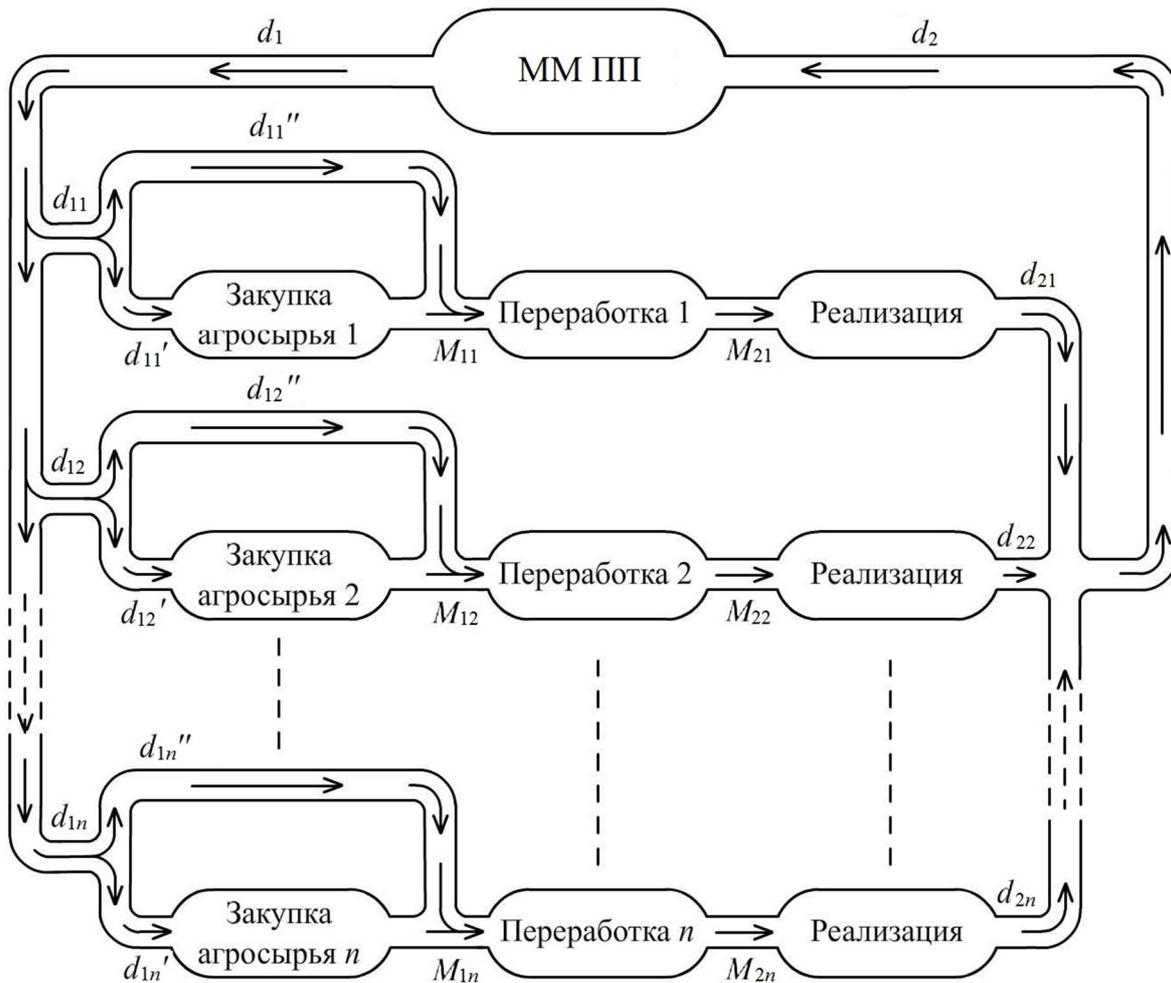


Рис. 4. Схема материально-финансовых потоков в малом многопродуктовом перерабатывающем предприятии (ММП):

$n$  – количество производственных цепочек в малом многопродуктовом перерабатывающем предприятии;

$d_1$  – совокупный денежный поток затрат на производство продукции переработки;

$d_{11}, d_{12}, d_{1n}$  – денежный поток затрат на производство продукции переработки конкретного вида;

$d_{11}', d_{12}', d_{1n}'$  – денежный поток затрат на закупку агросырья для продукции конкретного вида;

$d_{11}'', d_{12}'', d_{1n}''$  – денежный поток затрат на переработку агросырья в готовую продукцию конкретного вида;

$d_2$  – совокупный денежный поток от реализации продукции переработки;

$d_{21}, d_{22}, d_{2n}$  – денежный поток от реализации продукции переработки конкретного вида;

$M_{11}, M_{12}, M_{1n}$  – материальный поток (объем) закупленного агросырья для производства продукции конкретного вида;

$M_{21}, M_{22}, M_{2n}$  – материальный поток (объем) готовой продукции переработки конкретного вида.

Эффективность функционирования данного предприятия определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{pi} = \frac{P_{pi}}{P_{ai} m_{pi} + C_{pi}} . \quad (8)$$

Алгоритм работы программы, позволяющей оценивать эффективность функционирования одно- и многопродуктовых перерабатывающих предприятий, предполагает использование девяти пользовательских форм: одной основной, четырех форм ввода данных и четырех результирующих форм (рис. 5).

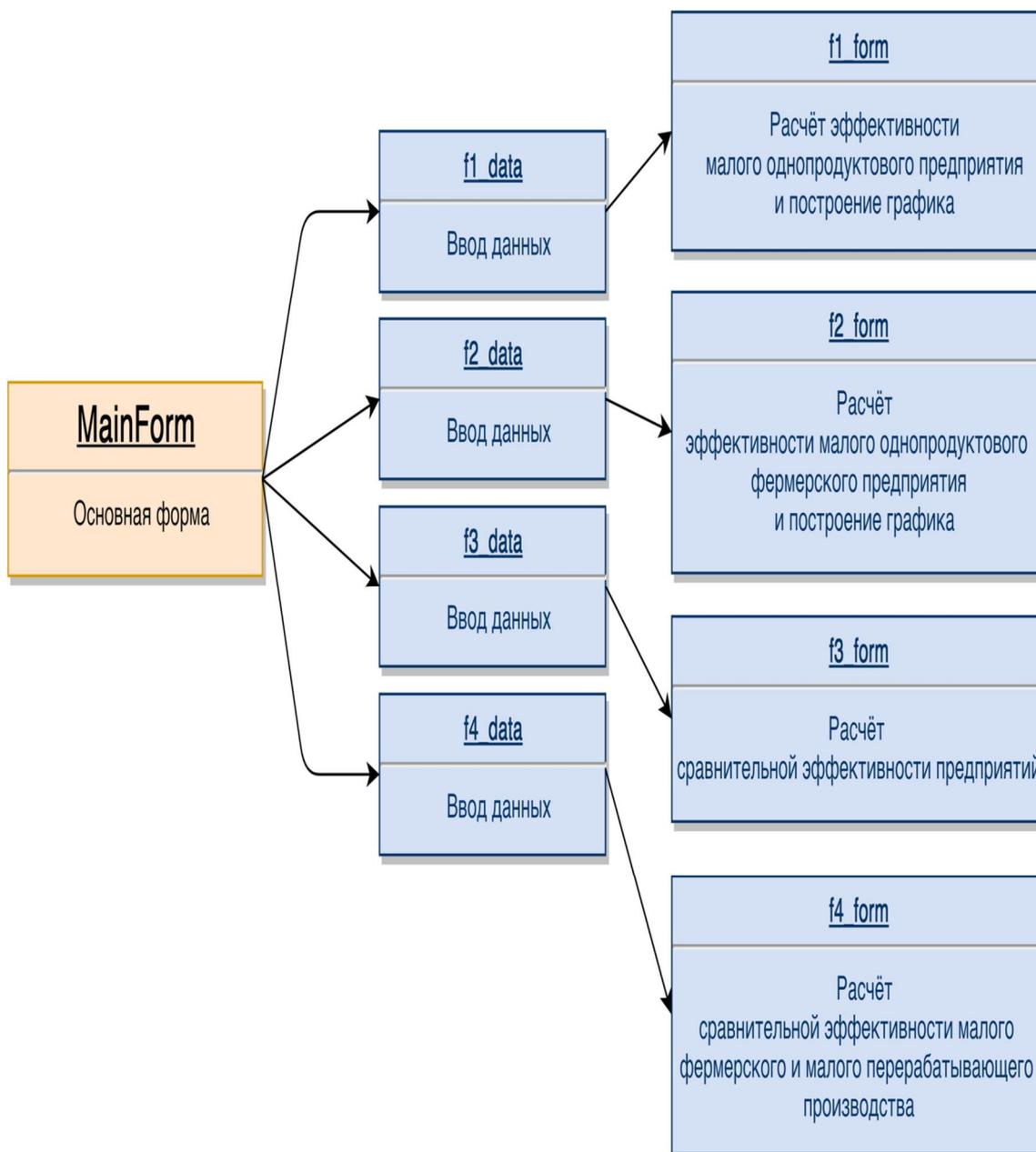


Рис. 5. Схема разработанного программного комплекса

На рисунке 6 в минималистическом стиле представлен интерфейс программного обеспечения, разработанного на языке C#, демонстрирующий основные функциональные возможности информационной системы.

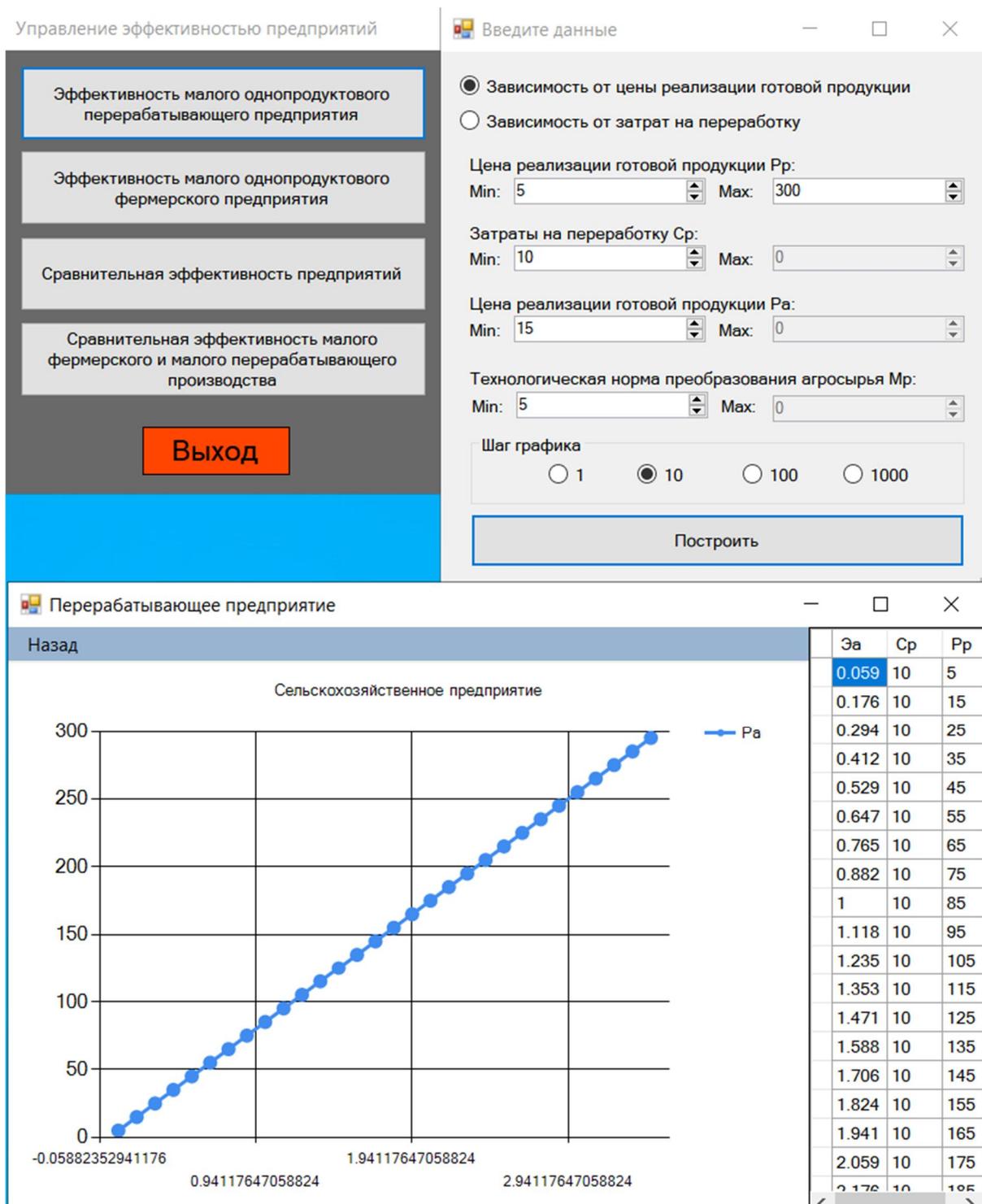


Рис. 6. Пользовательские формы приложения

Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процессы оценки экономической эффективности перерабатывающих структур и представлять результаты оценки в табличном и графическом виде.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-02-00085-ОГН*

### Библиографический список

1. Барановская Т.П. Модели эффективности малых перерабатывающих предприятий АПК (часть 1) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2017. – № 131. – С. 1311–1338. DOI: 10.21515/1990-4665-131-109.
2. Барановская Т.П. Модели эффективности малых перерабатывающих предприятий АПК (часть 2) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2017. – № 132. – С. 1442–1463. DOI: 10.21515/1990-4665-132-120.
3. Крохмаль В.В. К вопросу о развитии агропромышленной интеграции в Краснодарском крае / В.В. Крохмаль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2004. – № 3. – С. 279–293.
4. Крохмаль В.В. Проблемы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона : монография / В.В. Крохмаль. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2003. – 201 с.
5. Крохмаль В.В. Экономическая устойчивость агроперерабатывающего комплекса региона : монография / В.В. Крохмаль. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 329 с.
6. Макаревич Л.О. Формы взаимодействия субъектов агропромышленной интеграции / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 7. – С. 53–59.
7. Макаревич О.А. К вопросу об управлении корпоративными интегрированными структурами агропромышленного сектора экономики Краснодарского края / О.А. Макаревич // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11, №11 (296). – С. 29–38.
8. Макаревич О.А. Конкретизация модели оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы / О.А. Макаревич // Прикладная информатика. – 2010. – № 6 (30). – С. 120–124.
9. Макаревич О.А. Обобщенная модель оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы (на примере АПК) / О.А. Макаревич // Прикладная информатика. – 2010. – № 5 (29). – С. 125–129.
10. Семенова И.М. Экономические интересы сельского населения: сущность и механизмы реализации / И.М. Семенова, А.В. Улезько, А.П. Курносов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 229–239.
11. Ткачев А.Н. Место и роль сельского хозяйства в экономике региона / А.Н. Ткачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2003. – № 2. – С. 157–169.
12. Ткачев А.Н. Методология инвестиционного управления агропромышленным комплексом региона / А.Н. Ткачев. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 435 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Иванович Лойко – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: loyko.v@kubsau.ru.

Татьяна Петровна Барановская – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: baranovskaya.t@kubsau.ru.

Дмитрий Витальевич Башак – магистрант кафедры компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: bashak.d@kubsau.ru.

Дата поступления в редакцию 10.11.2019

Дата принятия к печати 24.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery I. Loiko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: loyko.V@kubsau.ru.

Tatyana P. Baranovskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: baranovskaya.t@kubsau.ru.

Dmitry V. Bashak, Master's Degree Student, the Dept. of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: bashak.d@kubsau.ru.

Received November 10, 2019

Accepted after revision December 24, 2019