

**Черняков М. К., Норышев Н. А., Цицунников Д. А.**

Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК)

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ «ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ КООПЕРАЦИЯ»**

В данной работе рассмотрено практическое применение цифровой модели «потребительская кооперация». Цель исследования — разработка и апробация математического обеспечения, которое бы охватывало широкий спектр различных видов деятельности хозяйствующих субъектов потребительской кооперации и учитывало особенности их взаимодействия.

**Ключевые слова:** потребительская кооперация, цифровая модель, сеть Петри, имитационная модель.

**Chernyakov M. K., Noryshev N. A., Tsitsulnikov D. A.**

Siberian University of Consumer Cooperation

## **PRACTICAL APPLICATION OF THE DIGITAL MODEL «CONSUMER COOPERATION»**

The paper examines the practical application of the digital model «Consumer cooperation». The purpose of the study is to develop and test mathematical support that would cover a wide range of different activities of economic entities of consumer cooperation and take into account the features of their interaction.

**Keywords:** consumer cooperation, digital model, Petri net, simulation model.

Потребительская кооперация (ПК) представляет собой сверхсложную информационно-экономическую систему, которая имеет много проблем, связанных с ее формализацией [1]. Это связано прежде всего с тем, что в ней функционируют и взаимодействуют организации трех сфер человеческой деятельности: сельского хозяйства (растениеводство, животноводство), индустриальной промышленности (переработка сельскохозяйственной продукции и производство пищевой и сопутствующей ей продукции), сферы услуг (торговля и общественное питание).

Потребительская кооперация объединяет в общества и союзы хозяйствующие субъекты, специализирующие как на одном виде деятельности (выращивание овощей), так и на деятельности различных сфер (производство молока и мяса, их переработка и последующая реализация) в рамках одной организации.

Цель исследования — разработка и апробация математического обеспечения, которое бы охватывало широкий спектр различных видов деятельности и учитывало особенности их взаимодействия.

Иннодиверсификационный подход может быть успешно применен при использовании метода перебора для решения задачи оптимизации хозяйствующих субъектов потребительской кооперации.

Используя математический аппарат теории сетей Петри, эти процессы и системы можно проанализировать на вычислительной технике, применив

современные ИКТ. В частности, пакет прикладных программ «Имитатор» (табл. 1) [5], который применим для анализа организаций ПК любого уровня не только в сельском хозяйстве, но и в других смежных отраслях ПК: в торговле продукцией сельхозпроизводителей, при производстве изделий сельскохозяйственного назначения или оказании им услуг. При анализе производственные системы или технологические процессы могут состоять из любого числа «загрузочных устройств на входе, разгрузочных устройств на выходе и любого количества последовательно расположенных модулей, связанных между собой накопителями заданной емкости. Модуль может состоять из одного или нескольких единиц оборудования и рабочих мест операторов (роботов, манипуляторов или людей). Оператор может обслуживать любое количество оборудования» [2]. Математическое представление имитационной модели в пакете программ полностью соответствует ее графическому изображению, условные обозначения которого представлены на рисунке.

Таблица 1

**Меню пакета прикладных программ (ППП) «Имитатор»**

№ п/п	И м и т а т о р
1	Ввод структуры сети Петри
2	Ввод приоритетов переходов
3	Ввод задерживающих стрелок
4	Ввод задержек на позициях
5	Ввод задержек на переходах
6	Ввод маркировки по позициям
7	Ввод времени моделирования
8	Общий ввод
9	Печать результатов
10	Продолжение рабочего режима
11	Рабочий режим
12	End — конец работ

Пакет прикладных программ «Имитатор» был разработан на основе теории имитационного моделирования, представляющего собой «модель последовательностей событий (Т) при выполнении необходимых условий (Р) в соответствии с установленными связями (А)» [2]. Правильность логики модельного проектирования была доказана по результатам анализа пакета программ с помощью теории сетей Петри. Имитационное моделирование позволяет оптимизировать содержание событий, исключить дублирующие отношения событий и состояний. Модельное проектирование производственно-экономических систем и технологических процессов представляется сетью Петри, содержащей четыре основных параметра (табл. 1):  $C = (P, T, I, O)$ .

Модельное проектирование для формирования структуры сети в пакете прикладных программ «Имитатор» [2] требует в качестве исходных данных

указание этих параметров в следующей последовательности: число позиций (Р), число переходов (Т), все входы (I) и выходы (О) во всех переходах (табл. 1). «Имитатор» демонстрирует сформированную по исходным данным сеть и требует ее утверждения. После этого пользователь устанавливает режим работы. Порядок запусков переходов осуществляется при прочих равных условиях у тех из них, которым назначен наивысший приоритет, значение которого всегда должно быть целым и больше 0. В первую очередь выполняется тот из возможных переходов, который имеет большее значение приоритета (Pr). Меняя значения приоритетов, можно на модели перебирать варианты в направленном поиске оптимального.

В пакете программ учитываются возможные сбои устройств и организационные особенности производства с помощью датчика случайных чисел.

Емкости накопителей или других позиций при необходимости могут быть ограничены при помощи задерживающих стрелок, начало которых выходит из позиции и упирается в переход, выполнение которого задерживается с указанием величины ограничения. При вводе задерживающих стрелок указываются позиция и величина ограничения. Если в переходе нет ограничений, вводится «0».

Всякая позиция маркируется метками (фишками). Маркировка в пакете «Имитатор» реализована в виде функции, переводящей множество позиций в множество целых неотрицательных чисел. При правильном завершении моделирования появляется итоговая таблица результатов.

На первом шаге модельного проектирования создается графическая модель модулей. Графическая модель может быть трансформирована в математическую модель и представлена в виде картежа. В свою очередь, при вводе исходных данных для формирования структуры сети (см. табл. 1) происходит автоматическое преобразование исходной информации в структурированные данные, представляющие собой матрицу бинарных отношений (табл. 2).

Таблица 2

### Матрица бинарных отношений

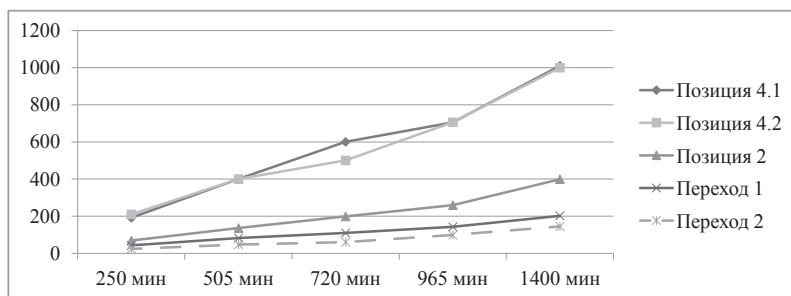
G=		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
	T <sub>1</sub>	0	0	0	1	0	1	0
	T <sub>2</sub>	0	0	0	0	1	1	1
	P <sub>1</sub>	1	0	0	0	0	0	0
	P <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	0	0
	P <sub>3</sub>	1	0	0	0	0	0	0
	P <sub>4</sub>	1	1	0	0	0	0	0
	P <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0

На основе графической модели (см. рисунок) пользователем, не имеющем специальных навыков программирования, в диалоговом режиме формируется таблица для ввода исходных данных (см. табл. 2). Исходные данные обрабатываются с использованием пакета прикладных программ «Имитатор» [2].

Для качественного анализа модельного проектирования требуется выполнить расчет имитационной модели как минимум в пяти точках. Полученные результаты расчетов представляются в сводной таблице, на основании которой для наглядности строится график (см. рисунок).

Анализируя результаты расчета, по исходным данным производится оптимизация структуры модуля и принимаются управленческие решения по модернизации производственной системы или технологических процессов.

После модернизации модуля выполняется расчет оптимального варианта и формулируется заключение по оценке его эффективности в сравнении с базовым, отраженным заказчиком в техническом задании.



Эффективность загрузки оборудования и операций

Далее оптимизируется работа всех хозяйств, состоящих из одного, двух или более модулей, затем кооперативов, объединений, состоящих из одного, двух или более хозяйств, а в заключение работа союза, состоящего из одного, двух или более кооперативов, объединений.

В завершение анализируется работа всех модулей, хозяйств, кооперативов, объединений и отрасли в целом и даются окончательные выводы по эффективности регулирующих воздействий на модернизированный вариант.

Установлено, что имитационное модельное проектирование с использованием инновационных сетей Петри способствует с большей точностью и эффективностью получить целевые результаты.

### Список литературы

1. Черняков, М. К. Трансформация потребительской кооперации в цифровую экономику : монография / М. К. Черняков [и др.]. — Курск: Университетская книга, 2023. — 186 с. — DOI: 10.47581/2023/Chernakov-Chernakov.04.
2. Черняков М. К., Черняков В. М. Программный комплекс «Имитатор» [Электронный ресурс]. — URL: <https://refdb.ru/look/1968832.html> (дата обращения: 14.09.2018).

## Сведения об авторах

*Черняков Михаил Константинович*, д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой информатики; АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации»; 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26; e-mail: mkacadem@mail.ru.

*Норышев Никита Александрович*, студент, Сибирский университет потребительской кооперации; 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26; e-mail: mister.newgo@mail.ru.

*Цицульников Дмитрий Алексеевич*, студент, Сибирский университет потребительской кооперации; 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26; e-mail: pro100dima.2000@mail.ru.

*Chernyakov Mikhail K.*, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Informatics, Professor of the Department of Theoretical and Applied Economics, Siberian University of Consumer Cooperation; 630087, Russia, Novosibirsk, K. Marx Ave., 26; e-mail: mkacadem@mail.ru.

*Noryshev Nikita A.*, Student, Siberian University of Consumer Cooperation; 630087, Russia, Novosibirsk, K. Marx Ave., 26; e-mail: mister.newgo@mail.ru.

*Tsitsulnikov Dmitry A.*, Student, Siberian University of Consumer Cooperation; 630087, Russia, Novosibirsk, K. Marx Ave., 26; e-mail: pro100dima.2000@mail.ru.