

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СБОРКИ ДЛЯ КОНФИГУРИРОВАНИЯ
ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК АГРАРНОЙ ПРОДУКЦИИ
В РЕГИОНАЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ**

D.S. Malygin

**THE PROSPECTS FOR USING DISTRIBUTED ASSEMBLY
INTERFACE FOR CONFIGURING AGRICULTURAL
SUPPLY CHAINS IN A REGIONAL CLUSTER**

Цель исследования – проверка гипотезы о возможности использования программы распределенной сборки, разработанной и апробированной для конфигурирования цепей поставок индивидуализированного позаказного производства, в поставках продукции агропромышленного комплекса в розничные точки, расположенные в разных районах Красноярского края. Программный продукт интерфейс распределенной сборки был специально переформатирован под продукцию сельского хозяйства, продукция сгруппирована по товарной и ценовой матрице. В интерфейс распределенной сборки заложен алгоритм комбинаторики «размещение с повторением», при котором программа последовательно перебирает базы данных и производит выбор оптимальных решений по заданным параметрам. В целях экономико-математического моделирования цепей поставок были собраны базы данных поставщиков, базы данных потребителей, базы данных растояний между населенными пунктами региона, база данных по составу и цене сборок (товарно-ценовая матрица). В качестве заданных параметров выбраны: цена, скорость, качество; подразумевая, что закупщики торговых точек при выборе поставщика и цепи поставок сельскохозяйственной продукции ориентируются на ассортиментную матрицу, остатки в торговой точке, наличие товара у поставщика, минимальную цену и минимальное время поставки. Проведенные численные эксперименты показывают, что интерфейс распределенной сборки хорошо подходит для расчета оптимальных цепей поставок продукции АПК региона и может быть использован для конфигурирования цепей поставок сельскохозяйственной продукции в региональном кластере, то есть большой группы поставщиков, потребителей и перевозчиков, объединенных в интегрированную логистическую сеть. С целью практического применения интерфейс необходимо доработать в части уточнения товарной матрицы и расширения базы поставщиков и клиентов. В качестве использования модели распределенной сборки для оптимизации и конфигурирования цепей по-

ставок аграрной продукции в региональном кластере предложенный интерфейс представляется очень перспективным методологическим инструментарием. Цель исследования достигнута.

Ключевые слова: конфигурирование цепей поставок, аграрная продукция, интерфейс распределенной сборки, сборная поставка.

The purpose of the study was to test the hypothesis about the possibility of using a distributed assembly program developed and tested to configure supply chains for individualized custom production in the supply of agricultural products to retail outlets located in different regions of Krasnoyarsk Territory. The software product of distributed assembly interface was specially reformatted for agricultural products; the products were grouped by product and price matrix. The distributed assembly interface contained the combinatorics algorithm – “placement with repetition”, in which the program sequentially iterated through the databases and selected the optimal solutions for the given parameters. For the purpose of economic and mathematical modeling of supply chains, the databases of suppliers were collected, databases of consumers, databases of distances between settlements in the region, the database on the composition and price of assemblies (commodity-price matrix). As specified parameters the price, speed, quality were selected; implying that purchasers of outlets, when choosing a supplier and supply chain of agricultural products, were guided by the assortment matrix, the residuals in the outlet, the availability of goods from the supplier, the minimum price and minimum delivery time. Numerical experiments show that the distributed assembly interface is well suited for calculating the optimal supply chains of agricultural products in the region and can be used to configure the supply chains of agricultural products in the regional cluster, i.e. a large group of suppliers, consumers, and carriers integrated into an integrated logistics network. For practical use, the interface needs to be improved in terms of clarifying the product matrix and expanding the base of suppliers and customers. To use the distributed assembly model for optimizing and configuring the supply chains of agricultural products in a regional cluster, the proposed interface seems to be a very promising methodological toolkit. The research goal has been achieved.

Keywords: supply chain configuration, agricultural products, distributed assembly interface, group supply.



Важным аспектом регионального развития в сфере аграрно-промышленного комплекса является развитие межрегиональных и региональных инфраструктурных логистических систем, обеспечивающих и стимулирующих эффективность региональной экономики.

Основная проблематика в региональном АПК, отмечаемая исследователями [1–4], может быть представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Проблемы логистики в региональных кластерах
агропромышленной продукции**

Проблема	Пути решения	Логистический подход
Отсутствие качественной логистической инфраструктуры	Цифровизация логистической инфраструктуры	Создание и внедрение программ управления товарными потоками с.-х. продукции
Несбалансированность грузопотоков	Консолидация товарных потоков по направлению и ассортименту	Группировка товаров по ассортиментным и ценовым матрицам
Недостаточное развитие интегративных отношений в сфере АПК	Развитие интегративных отношений среди участников АПК	Создание общей ИТ платформы для поставщиков и потребителей
Низкая эффективность закупок сельскохозяйственной продукции	Кооперирование участников АПК на современных платформах	Автоматизация расчета эффективности закупок в общем информационном поле

Для решения проблемы эффективного конфигурирования цепей поставок аграрной продукции в региональном кластере АПК выдвинута гипотеза об эффективности распределенной сборки [5] для цепей поставок аграрной продукции.

Для исследования товарных потоков аграрной продукции были взяты основные товарные группы регионального рынка Красноярского края: овощи, крупы, мясо. Данная продукция консолидируется и хранится на специализированных складах, с которых распределяется в розничные сети и магазины региона. Заказы на продукцию осуществляют торговые точки и продуктовые сети самостоятельно, используя информацию о ценах рынка, наличии товара, скорости поставки и территориальном размещении складов аграрной продукции. Потребность в сельхозпродукции в каждой розничной точке разная, зависит от множества факторов и определяется логистами предприятий исходя из товарных остатков и размера оптимальной партии для заказа товара.

Для расчета оптимальной цепи поставок продукции АПК каждого заказа в каждый отдельно взятый магазин был использован интерфейс

распределенной сборки для сельскохозяйственной продукции, представленный на рисунке 1.

	РАССЧИТАТЬ ТОВАР	Очистить	
Выбрать товар	Количество	Куда доставить	
Сборка эконом	1	Емельяново	
Состав товара:			
Овощи	Крупы	Мясо	
Эконом	Эконом	Эконом	
Самый выгодный заказ:			
Самая быстрая доставка:			
Список производителей:			
Возможные комбинации:			

Рис. 1. Интерфейс распределенной сборки сельскохозяйственной продукции

Данная программа разработана в программе Excel, оперирует комбинированными товарными сборками (овощи/крупы/мясо), позволяющими закрыть текущие потребности каждой торговой точки в продукции АПК на основании ключевых для клиента показателей: цена, скорость, ассортимент.

Программа интерфейс распределенной сборки оперирует собранными базами данных по составу сборок, данных складов хранения продукции АПК, данных расстояний в региональном сельскохозяйственном кластере.

База данных по составу сборок (ценовой матрице) представлена на рисунке 2.

Список товаров ▾	Овощи ▾	Крупы ▾	Мясо ▾
Сборка эконом	Эконом	Эконом	Эконом
Сборка средняя	Средний	Средний	Средний
Сборка премиум	Премиум	Премиум	Премиум
Сборка мини	Мини	Мини	

Рис. 2. База данных по составу сборок (ценовая матрица)

В товарные сборки мы включили некоторые товары, составляющие основу товарной матрицы сельскохозяйственной продукции региона (табл. 2).

Таблица 2

Товарная матрица сельскохозяйственной продукции

Сборка	Овощи	Крупы	Мясо
Эконом	Картофель Морковь	Овсянка Гречка	Курица
Средняя	Картофель Морковь Свекла Лук	Овсянка Гречка Рис	Свинина
Премиум	Картофель Морковь Свекла Лук Перец Салат	Овсянка Гречка Рис Фасоль Мука	Телятина
Мини	Картофель	Овсянка	-

Представленная в таблице 2 товарная матрица достаточно условна, однако концептуально отражает авторский подход к исследованию цепей поставок сельскохозяйственной продукции. Товарная матрица содержит основные товары аграрной группы, представленные на региональном рынке. Товары поделены по укрупненным группам: овощи, крупы, мясная продукция. Также они поделены по ценовым группам-сборкам, позволяя закупщикам торговых предприятий быстро делать расчеты оптимальных цепей поставок продукции АПК. В зависимости от потребностей каждого конкретного предприятия в момент заказа происходит выбор оптимальной цепи поставок для каждого конкретного заказа.

На рисунке 3 представлена база данных поставщиков сельхозпродукции – распределительных складов, три из которых расположены в городе Красноярске, один в Канске и один в Зеленогорске. В этой же базе отражены цены сборок у каждого поставщика на минимальную логистическую единицу – 1 палето-место. Для чистоты эксперимента цены поставщиков взяты разные, и поставщики географически разнесены по территории региона. Кроме того, у некоторых поставщиков имеются не все товарные группы, что отражает реальную картину на рынке сельхозпродукции регионального рынка.

Производитель	Наименование	Вид изделия	количество	Ед. изм	Цена	Адрес производства
Авангард	Овощи	Мини	1	шт.	6000	КРСК - Ленинский
Авангард	Овощи	Эконом	1	шт.	7000	КРСК - Ленинский
Авангард	Овощи	Средний	1	шт.	9000	КРСК - Ленинский
Авангард	Крупы	Эконом	1	шт.	3000	КРСК - Ленинский
Авангард	Крупы	Средний	1	шт.	4000	КРСК - Ленинский
Авангард	Крупы	Мини	1	шт.	2000	КРСК - Ленинский
Авангард	Мясо	Эконом	1	уп.	20000	КРСК - Ленинский
Авангард	Мясо	Средний	1	уп.	40000	КРСК - Ленинский
Проем	Овощи	Средний	1	шт.	8500	КРСК - Свердловский
Проем	Крупы	Эконом	1	шт.	2800	КРСК - Свердловский
Проем	Крупы	Средний	1	шт.	4000	КРСК - Свердловский
Проем	Мясо	Средний	1	уп.	35000	КРСК - Свердловский
Парнас	Овощи	Эконом	1	шт.	6500	Канск
Парнас	Овощи	Средний	1	шт.	8500	Канск
Парнас	Овощи	Премиум	1	шт.	12000	Канск
Парнас	Овощи	Мини	1	шт.	5000	Канск
Парнас	Крупы	Эконом	1	шт.	2500	Канск
Парнас	Крупы	Средний	1	шт.	3500	Канск
Парнас	Крупы	Премиум	1	шт.	5000	Канск
Парнас	Крупы	Мини	1	шт.	1800	Канск
Парнас	Мясо	Эконом	1	уп.	25000	Канск
Парнас	Мясо	Средний	1	уп.	40000	Канск
Парнас	Мясо	Премиум	1	уп.	50000	Канск
Современник	Овощи	Мини	1	шт.	6000	Березовка
Современник	Овощи	Эконом	1	шт.	6500	Березовка
Современник	Овощи	Средний	1	шт.	8500	Березовка
Современник	Овощи	Премиум	1	шт.	10000	Березовка
Современник	Мясо	Эконом	1	шт.	18000	Березовка
Современник	Мясо	Средний	1	шт.	23000	Березовка
Современник	Мясо	Премиум	1	шт.	50000	Березовка
Комфорт	Овощи	Мини	1	шт.	4000	Зеленогорск
Комфорт	Овощи	Эконом	1	шт.	6500	Зеленогорск
Комфорт	Овощи	Средний	1	шт.	8000	Зеленогорск
Комфорт	Мясо	Эконом	1	шт.	25000	Зеленогорск
Комфорт	Мясо	Средний	1	шт.	35000	Зеленогорск
ССК	Крупы	Мини	1	шт.	1100	КРСК - Советский
ССК	Крупы	Эконом	1	шт.	1600	КРСК - Советский
ССК	Крупы	Средний	1	шт.	2500	КРСК - Советский
ССК	Крупы	Премиум	1	шт.	4000	КРСК - Советский

Рис. 3. База данных поставщиков агропродукции

В интерфейсе распределенной сборки также использована база данных расстояний для расчета логистических затрат на доставку продукции между населенными пунктами (табл. 3).

Карта восточных районов Красноярского края с метками поставщиков и потребителей представлена на рисунке 4.

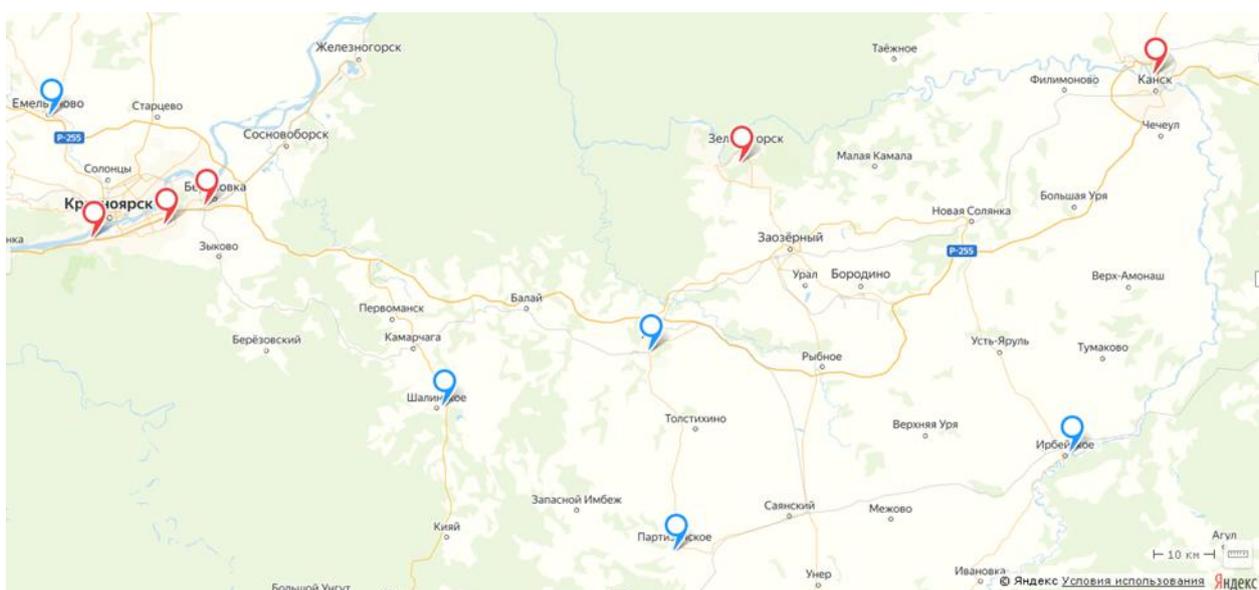
Проведем несколько численных экспериментов для разных комбинаций цепей поставок продукции АПК в интерфейсе распределенной сборки.

Для примера, поставка минимального заказа в пгт Емельяново предполагает два наиболее интересных варианта поставок (цепей поставок) для клиента: по критерию «выгодная цена» – предлагается поставка овощей от поставщика «Комфорт» из Зеленогорска и поставка круп от поставщика «ССК» из Красноярска; а по критерию «быстрая доставка» предлагается поставка от поставщика «Авангард» из Красноярска, результат расчета представлен на рисунке 5. Схема товаропотоков для данной поставки представлена на рисунке 6.

Таблица 3

**База данных расстояний между поставщиками
и потребителями**

Потребитель	Поставщик				
	«Проем», расст. в км	«Авангард», расст. в км	«Современник», расст. в км	«Комфорт», расст. в км	«Парнас», расст. в км
пос. Шалинское	87	74	66	110	200
г. Уяр	120	100	94	58	140
пос. Партизанское	160	140	130	98	150
пос. Ирбейское	230	210	200	100	100
пос. Нижний Ингаш	290	280	270	170	59
пгт Емельяново	37	36	47	170	260



*Рис. 4. Карта восточных районов Красноярского края
с расположением поставщиков и потребителей*

		РАССЧИТАТЬ ТОВАР	Очистить
Выбрать товар	Количество	Куда доставить	
Сборка мини	1	Емельяново	
Состав товара:			
Овощи	Крупы		
Мини	Мини		
Самый выгодный заказ:			
Комфорт	ССК		
Овощи	Крупы		
Мини	Мини		
4000	1100		
Доставка:	Доставка:		
1700	320		
Сумма:	Сумма:	Итого	
5700	1420	7120	
Самая быстрая доставка:			
Авангард	Авангард		
Овощи	Крупы		
Мини	Мини		
6000	2000		
Доставка:	Доставка:		
360	0		
Сумма:	Сумма:	Итого	
6360	2000	8360	

Рис. 5. Расчет цепи поставок для минимального заказа в пгт Емельяново

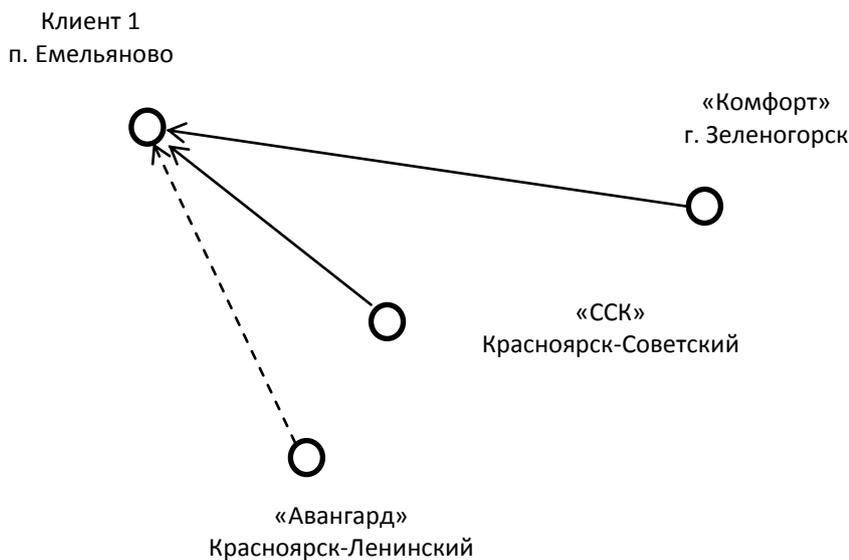


Рис. 6. Схема товарных потоков для поставки в пгт Емельяново

Расчет цепи поставок агропродукции в город Уяр (рис. 7): для сборки эконом в количестве 5 палет интерфейс распределенной сборки предлагает для варианта минимальных цен собрать овощи и мясо от поставщика «Современник» из п. Березовка, а крупы привезти от поставщика «ССК», расположенного в Советском районе г. Красноярска. Цена сборной поставки для клиента в г. Уяр при этом составит 132440 рублей. Вариант «быстрой» доставки для этого же заказа, весь ассортимент по-

ставляется от поставщика «Авангард», расположенного в Ленинском районе г. Красноярска. Цена заказа при таком варианте выше, 151000 рублей, но получаем экономию по стоимости доставки и сроку получения заказа.

		РАССЧИТАТЬ ТОВАР	Очистить	
Выбрать товар	Количество	Куда доставить		
Сборка эконом	5	Уяр		
Состав товара:				
Овощи	Крупы	Мясо		
Эконом	Эконом	Эконом		
Самый выгодный заказ:				
Современник	ССК	Современник		
Овощи	Крупы	Мясо		
Эконом	Эконом	Эконом		
32500	8000	90000		
Доставка:	Доставка:	Доставка:		
940	1000	0		
Сумма:	Сумма:	Сумма:		
33440	9000	90000		
		Итого		
		132440		
Самая быстрая доставка:				
Авангард	Авангард	Авангард		
Овощи	Крупы	Мясо		
Эконом	Эконом	Эконом		
35000	15000	100000		
Доставка:	Доставка:	Доставка:		
1000	0	0		
Сумма:	Сумма:	Сумма:		
36000	15000	100000		
		Итого		
		151000		

Рис. 7. Расчет цепи поставок сборки эконом для г. Уяр

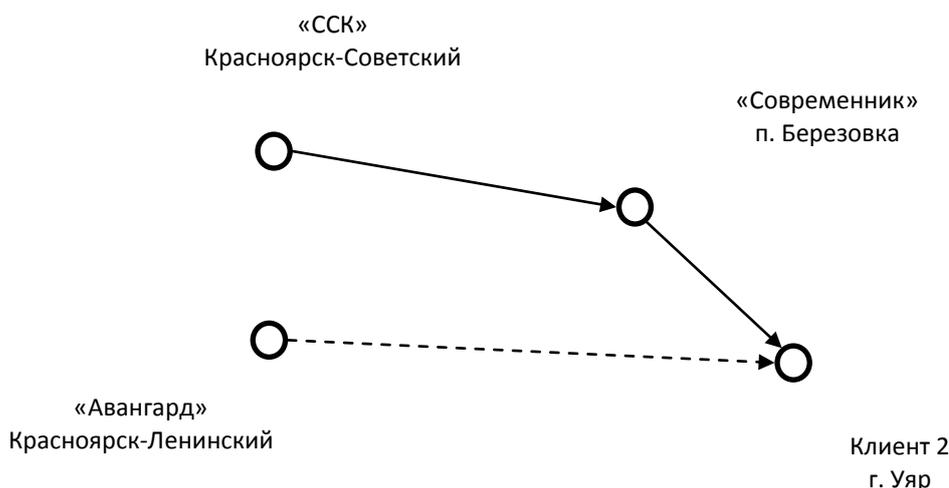


Рис. 8. Схема товаропотоков для поставки в г. Уяр

Расчет цепи поставок агропродукции в с. Нижний Ингащ (рис. 9), для сборки средней, в количестве 3 палет, интерфейс распределенной сборки предлагает для варианта «выгодная цена» скомбинировать поставку от двух поставщиков: «Современник», п. Березовка, и «ССК», Со-

ветский район, г. Красноярск, о цене 107500 рублей. Для варианта «быстрая доставка» предлагается сборка от поставщика «Парнас», г. Канск, по цене 156590 рублей.

		РАССЧИТАТЬ ТОВАР	Очистить	
Выбрать товар	Количество	Куда доставить		
Сборка средняя	3	Ниж.Ингаш		
Состав товара:				
Овощи	Крупы	Мясо		
Средний	Средний	Средний		
Самый выгодный заказ:				
Современник	ССК	Современник		
Овощи	Крупы	Мясо		
Средний	Средний	Средний		
25500	7500	69000		
Доставка:	Доставка:	Доставка:		
2700	2800	0		
Сумма:	Сумма:	Сумма:		
28200	10300	69000		
				Итого
				107500
Самая быстрая доставка:				
Парнас	Парнас	Парнас		
Овощи	Крупы	Мясо		
Средний	Средний	Средний		
25500	10500	120000		
Доставка:	Доставка:	Доставка:		
590	0	0		
Сумма:	Сумма:	Сумма:		
26090	10500	120000		
				Итого
				156590

Рис. 9. Расчет цепи поставок сборки средней в с. Нижний Ингаш

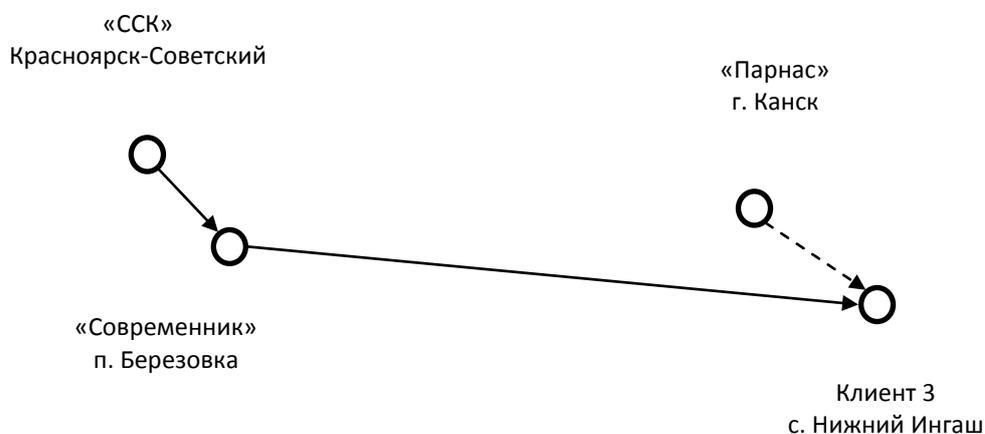


Рис. 10. Схема товаропотоков для поставки агропродукции в с. Нижний Ингаш

Рассмотрим еще один вариант цепи поставок сборки премиум для села Партизанское (рис. 11) в количестве 1 палеты. По двум выбранным показателям эффективности (цена, срок поставки) интерфейс предлагает одинаковый набор поставщиков, что объясняется наличием продукции премиум не у каждого поставщика.

	РАССЧИТАТЬ ТОВАР	Очистить	
Выбрать товар	Количество	Куда доставить	
Сборка премиум	1	Партизанское	
Состав товара:			
Овощи	Крупы	Мясо	
Премиум	Премиум	Премиум	
Самый выгодный заказ:			
Современник	ССК	Современник	
Овощи	Крупы	Мясо	
Премиум	Премиум	Премиум	
10000	4000	50000	
Доставка:	Доставка:	Доставка:	
1300	1400	0	
Сумма:	Сумма:	Сумма:	Итого
11300	5400	50000	66700
Самая быстрая доставка:			
Современник	ССК	Современник	
Овощи	Крупы	Мясо	
Премиум	Премиум	Премиум	
10000	4000	50000	
Доставка:	Доставка:	Доставка:	
1300	1400	0	
Сумма:	Сумма:	Сумма:	Итого
11300	5400	50000	66700
Возможные комбинации:			
1	1	1	
Авангард	Авангард	Авангард	
Овощи	Крупы	Мясо	
Премиум	Премиум	Премиум	
Нет на складе	Нет на складе	Нет на складе	

Рис. 11. Расчет цепи поставок агропродукции премиум сборки в с. Партизанское

Рассмотрев практическое применение интерфейса распределенной сборки для поставки аграрной продукции в региональном логистическом кластере, можно сделать следующие выводы:

- программа позволяет конфигурировать цепи поставок сельскохозяйственной продукции в регионе;
- программа расчета оптимальной цепи поставок проста в использовании и может быть внедрена для закупок в любую розничную точку или торговую сеть;
- программа позволяет выбирать заказы по трем основным показателям: цена, скорость, качество;
- благодаря удобству практического применения разработанный методологический продукт «интерфейс распределенной сборки» имеет значительное народно-хозяйственное значение для АПК региона.

Литература

1. Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ. 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2005. 640 с.
2. Гончаров П.П., Крыгина А.П., Ниетова И.Р. Логистический подход в решении проблем сбыта сельхозпродукции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С.163–166.

3. *Лукиных В.Ф., Мишагин Р.А., Тод Н.А.* Кластерные метаморфозы в цепях поставок АПК // *Логистика: современные тенденции развития: мат-лы XVI Междунар. науч.-практ. конф. (6, 7 апреля 2017 г.): СПб.: Изд-во ГУМРФ им. С.О. Макарова, 2017. Ч. 1. С. 246–250.*
4. *Швалов П.Г.* Логистическая схема консолидации продукции сельскохозяйственных предприятий (на примере Республики Хакасия) // *Актуальные вопросы экономики и социологии: мат-лы XV осенней конференции молодых ученых в новосибирском Академгородке / Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. Новосибирск, 2019. С. 163–171.*
5. *Малыгин Д.С., Лукиных В.Ф., Зырянов А.Ф.* Комбинаторный алгоритм конфигурации цепей поставок в индивидуализированном производстве // *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука и технологии. 2017. № 11. Ч. 8. С. 1021–1026.*

Literatura

1. *Baujersoks D. Dzh., Kloss D.Dzh.* Logistika: integriruvannaja cep' postavok: per. s angl. 2-e izd. M.: Olimp-Biznes, 2005. 640 s.
2. *Goncharov P.P., Krygina A.P., Nietova I.R.* Logisticheskij podhod v reshenii problem sbyta sel'hozprodukcii // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 1 (33). S.163–166.*
3. *Lukinyh V.F., Mishagin R.A., Tod N.A.* Klasternye metamorfozy v cepjakh postavok APK // *Logistika: sovremennye tendencii razvitija: mat-ly XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (6, 7 aprilja 2017 g.): SPb.: Izd-vo GUMRF im. S.O. Makarova, 2017. Ch. 1. S. 246–250.*
4. *Shvalov P.G.* Logisticheskaja shema konsolidacii produkcii sel'skohozjajstvennyh predprijatij (na primere Respubliki Hakasija) // *Aktual'nye voprosy jekonomiki i sociologii: mat-ly XV osennej konferencii molodyh uchennyh v novosibirskom Akademgorodke / Institut jekonomiki i organizacii promyshlennogo proizvodstva SO RAN. Novosibirsk, 2019. S. 163–171.*
5. *Malygin D.S., Lukinyh V.F., Zyrjanov A.F.* Kombinatornyj algoritm konfiguracii cepej postavok v individualizirovannom proizvodstve // *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: jekonomika, nauka i tehnologii. 2017. № 11. Ch. 8. S. 1021–1026.*

