

§ 4.9 Системное моделирование потоков интернет-магазина в сфере сельского хозяйства

Аннотация

В статье освещается вопрос моделирования потоков интернет-магазина в сфере поставки продукции сельхозпроизводителей. Показана целесообразность использования аппарата теории сетей Петри для моделирования схемы его работы. Построена модель в виде модифицированной сети Петри. На ее основе создан программный комплекс, позволяющий анализировать информационные, материальные потоки и прогнозировать развитие внештатных ситуаций. Рассматривается один из возможных подходов к моделированию материальных и информационных потоков интернет-магазина, поставляющего продукцию, изготовленную, фермерскими хозяйствами. Актуальность данной работы заключается в том, что без должного управления информационными и материальными потоками в интернет-магазине начнется несогласованность, которая будет сильнейшим ударом по организации бизнеса и приведет к существенным экономическим потерям.

Ключевые слова: сельхозпроизводители, интернет-услуги, потоки (материальные, информационные), модифицированные сети Петри, экономико-технические системы, системный анализ.

§ 4.9 System modeling of online store flows in the field of the shop sale agricultural products

Abstract

The article highlights the issue of modeling the flows of an online store in the supply of agricultural products. The expediency of using the apparatus of the theory of Petri nets for modeling the scheme of its work is shown. The model is built in the form of a modified Petri net. On its basis, a software package has been created that allows you to analyze information and material flows and predict the development of emergency situations. One of the possible approaches to modeling the material and information flows of an online store that supplies products manufactured by farms is considered. The relevance of this work lies in the fact that without proper management of information and material flows in the online store, inconsistency will begin, which will be a severe blow to business organization and lead to significant economic losses.

Keywords: agricultural producers, supply of goods and food, Internet services, flows (material, information), modified Petri nets, economic and technical systems, system analysis.

Введение

Очевидно, что период пандемии, подрывающий различные сферы экономики, особенно остро затронул сельхозпроизводителей, которые и в лучшие времена испытывали трудности в продажах своей продукции. И, несмотря на то, что фермеры, использующие каналы прямого сбыта своей продукции, составляют небольшую часть сельскохозяйственных производителей, они напрямую заинтересованы использовать инновационные методы продаж в своей деятельности, так как каналы прямого сбыта, такие как фермерские рынки, придорожные лотки, рестораны, использующие продукты, выращенные местными фермерами, становятся всё менее маржинальными в условиях пандемии. Эта отрасль вынуждена начать реструктуризацию и повышать активность в области управления информационными и материальными потоками.

Выходом из этой ситуации могло бы быть создание маркетплейса, который бы работал на платформе, объединяющей цифровые сервисы для сельского хозяйства. Учитывая, что в среднем россиянин тратит на еду 34 % своих доходов, можно ожидать, что сервис по доставке продуктов через интернет-магазин сможет принести ощутимую пользу мелким сельхозпроизводителям.

Торговать онлайн выгодно, даже когда нет локдауна. Когда бизнес торгует офлайн, ему приходится платить за аренду, зарплату продавцам, тратиться на доставку товара до ярмарки, а его остатков — обратно на склад. Интернет-магазин решает эту проблему.

Проект охватывает сразу две целевые аудитории: фермеров и покупателей их продукции. Первые получают дополнительные каналы сбыта (а это критично для малого агробизнеса), вторые же — возможность приобрести натуральную фермерскую продукцию непосредственно у производителя.

В условиях современной экономики информационно-сетевого типа электронная коммерция становится перспективной областью, имеющей высокий потенциал для развития. Связано это с тем, что подобная форма предпринимательской деятельности открывает высокие возможности для роста конкурентоспособности хозяйствующих субъектов в условиях современного рынка. Использование Интернет-ресурсов способствует формированию благоприятных условий для повышения комфортности покупок, значительному сокращению затрат, ускорению всех стадий предпринимательской деятельности. Покупатели получают возможности осуществлять покупки в любое время и в любом месте, а производители сельхозпродукции готовы поставлять продукты питания незамедлительно, так как многие из этих продуктов имеют ограниченный срок реализации.

Основу направления розничного сектора электронной коммерции в эпоху пандемии составляют электронные магазины (интернет-магазины) [1]. Потребитель фермерских продуктов может при помощи электронного магазина не только выбрать и приобрести необходимый ассортимент сельскохозяйственной продукции – овощи, зелень, молоко и молочнокислые продукты, мясо, рыбу у местных производителей, но и существенно сэкономить, не оплачивая упаковку, маркетинговые услуги, логистические затраты и т.п.

Опыт создания таких маркетплейсов уже имеется и пользуется спросом. Например, у Россельхозбанка филиалы в

78 регионах, маркетплейс работает в 70 из них. На площадке зарегистрировано более 1000 фермерских хозяйств и представлено более 5000 товаров в 17 категориях. И эти числа непрерывно растут. Фермеры учатся обрабатывать заказы, загружать фотографии, работать с текстами, иллюстрациями и другими вещами, разбираться в платформе.

Однако, нужно учесть, что Интернет - магазины имеют сложную многоуровневую структуру, поэтому должны рассматриваться как сложные системы. При их изучении используется стратегия системного анализа. В силу сложности задач моделирования и анализа таких систем для их решения необходимо привлечение современных методов математического и компьютерного моделирования [1, 2].

Целью исследования является повышение эффективности процесса управления потоками интернет-магазина, поставляющего продукцию сельхозпроизводителей, на основе системного анализа.

Методы исследования

При решении поставленных в исследовании задач использовались методы системного анализа, теории сетей Петри, теории графов.

В современном интернет-бизнесе выигрывает тот, кто эффективнее собирает, обрабатывает и использует информационную поддержку в качестве управления интернет-магазином.

Несмотря на то, что информационный обмен имеет большое значение в деятельности интернет-магазина, практика показывает, что часто поток данных о заказанном товаре теряется по пути к адресату, искажается или приходит с опозданием. Поэтому важными условиями эффективной работы магазина являются: отсутствие «узких мест» и правильная ад-

ресация информационных потоков. В противном случае, возможностей понести убытки у магазина куда больше, чем получить прибыль [2].

Интернет–магазины характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные экономико-технические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания процесса [1].

К основным положениям системного анализа, позволяющим решать указанные задачи, можно отнести следующие [3]: четкую формулировку цели исследования; постановку задачи по реализации этой цели; определение критерия эффективности; разработку стратегии исследования с определением основных этапов в решении целевой задачи; пропорционально последовательное продвижение по всему комплексу взаимосвязанных этапов и возможных направлений; организацию последовательных приближений и повторных циклов исследований на отдельных этапах; принцип нисходящей иерархии анализа и восходящей иерархии синтеза. в решении частных и общей задач.

Основные этапы исследования экономико-технологических систем (ЭТС) приведены ниже:

постановка задачи — определение цели исследования, выбор критерия оптимальности;

анализ системы — качественный анализ структуры системы, декомпозиции ЭТС на подсистемы; формализация системы, построение математических моделей элементов ЭТС; идентификация математических моделей элементов;

синтез системы — построение общей математической модели ЭТС; работка алгоритма расчета и оптимизации системы по модели; расчет на ЭВМ вариантов функционирования ЭТС, ее параметров;

решение задачи — определение оптимальной структуры ЭТС, параметров ее функционирования, исходя из критерия эффективности.

Рассмотренный системный подход к исследованию ЭТС применим также при изучении отдельных ее подсистем и элементов. В последнем случае отдельные элементы ЭТС рассматриваются как сложные системы с характерными составляющими, определяющими поведение системы на микро- и макроуровнях.

Центральным понятием системного анализа является понятие системы. Система — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство.

Концепция сложной системы состоит в следующем [4]:

1. Рассматриваемая система (объект материального мира) может быть расчленена на конечное число частей, называемых подсистемами сложной системы. Каждая подсистема в свою очередь может быть расчленена на конечное число более мелких подсистем и так далее - до получения, в результате конечного числа шагов, таких элементов сложной системы, которые в условиях данной задачи не подлежат дальнейшему расчленению на части. Элементы сложной системы функционируют не изолированно друг от друга, а во взаимодействии, при котором свойства одного зависят от условий, определяемых поведением других элементов.

2. Свойства сложной системы в целом определяются не только свойствами элементов, но и характером взаимодействия между элементами.

Одним из основных этапов исследования, анализа, создания сложных систем является математическое моделирование объекта. В истории науки выделены два подхода к моделированию реальных объектов. Первый подход - представление объекта как динамической системы с непрерывной переменной (ДСНП). Функциональная математическая модель такого объекта представляет систему обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных и алгебраических полиномов, полученных на основе регрессионного анализа, характеризующих входы/выходы системы.

С другой стороны, современная наука и техника создают динамические системы, не поддающиеся описанию традиционными методами. Функционирование таких систем зависит от сложного взаимодействия дискретных событий (поступления сигнала, начала или завершения сообщения). Такие объекты получили название динамических систем с дискретными событиями (ДСДС). К классу ДСДС относятся также дискретно-непрерывные экономико-технические системы (ДНЭТС). Задача построения модели ДСДС заключается в определении множества состояний этой системы и в установлении закономерностей смены состояний системы. Выделим следующие особенности, которым должна удовлетворять математическая модель:

1. Дискретный характер событий. Фазовая траектория ДСДС - кусочно-постоянная функция.
2. Непрерывный характер целевой функции (критерия оптимизации).

3. Важность стохастической формулировки проблемы. Однако, детерминированный подход также возможен.

4. Системный подход, отражающий динамику внутреннего функционирования объектов.

5. Реализуемость компьютерных расчетов. Комбинаторика зависимостей числа состояний ДСДС от числа элементов не должна обуславливать прогрессирующий рост размерностей модели, что делает ее малоприменимой для практического применения.

Для решения задачи компьютерного исследования оптимизации ДНЭТС требуется построение моделей, учитывающих параллельность функционирования элементов, дискретность во времени управляющих воздействий, синхронизацию взаимодействия элементов. В зависимости от вида исследуемой гибкости, можно выделить три уровня моделирования ДНЭТС как сложной системы [5]. Первый уровень: элементы систем - фазовые переменные, распределенные в пространстве.

Модели первого уровня чаще всего - системы дифференциальных уравнений в частных производных высоких порядков. Такие модели разрешимы только численно и для ДНЭТС с ограниченным числом элементов. Второй уровень: элементы системы - процессы, то есть объекты, рассматриваемые на первом уровне как системы; Модели представляют собой обыкновенные дифференциальные уравнения и алгебраические зависимости. На третьем уровне ДНЭТС представляет собой систему, которая функционирует в дискретном времени (то есть ДСДС). Смена состояний системы происходит в моменты взаимодействия элементов.

Выделяют следующие этапы исследования систем методом моделирования:

- формализация проблемы;
- разработка модели;
- программная реализация модели;
- оценка адекватности модели;
- компьютерный эксперимент;
- анализ результатов эксперимента.

Решение задач организации управления подобных дискретных динамических систем требует применения специальных математических методов. Традиционно для этих целей используются методы конечных автоматов, логико-лингвистического и имитационного моделирования [6], а также аппарат теории графов и сетей и другие.

Одним из первых и традиционных подходов для моделирования и исследования ДСДС является метод имитационного моделирования [6].

Идея метода имитационного моделирования заключается в том, что вместо аналитического описания между входами и выходами системы строится алгоритм, отображающий последовательность развития процессов внутри исследуемого объекта, затем проигрывается поведение системы на ЭВМ.

Под состоянием моделируемого объекта в момент времени t понимают набор состояний - компонентов системы:

$$X(t) = [x_1(t), \dots, x_m(t)]$$

Важнейшее свойство алгоритмических моделей - наличие рекуррентных по времени соотношений, позволяющих отразить основные особенности моделируемого процесса.

Совокупность рекуррентных соотношений, представленных в виде алгоритма, называют симулятором (simulation):

$$x_i(t_j) = F[X(t(j-1))]$$

Привлечение случайности составляет основное содержание другой части имитационной модели, называемой ими-

татором. Имитатор вводит в модель случайные величины (Y_j), характеризующие возмущения функционирования объекта, и, тем самым, обеспечивает появление статистической информации.

Таким образом, значения критерия Z , получаемые функционированием модели в течение времени T , зависят от симулятора F и имитатора, воспроизводящего распределение $P(Y)$:

$$Z = f\{F[X(t)], P(Y)\}$$

При разработке алгоритмической модели нет необходимости упрощать, отбрасывать существенные детали, сохраняется логическая структура функционирования, последовательность событий. Это сильная сторона имитационного моделирования.

Имитационное моделирование - это исследование прежде всего процессов с дискретными событиями, и при таком исследовании используют универсальные или специальные инструментальные средства: языки для описания модели, интерпретаторы, включающие в себя моделирующую часть, сервисную и прикладную компоненты. Это еще одна сильная сторона метода имитационного моделирования. Языки имитационного моделирования [7] различаются по принципам построения поискового управляющего алгоритма. Каждая из поисковых схем, а соответственно и языки, ее реализующие, имеют свои преимущества. Для любой из них существуют ситуации, в которой какая-либо одна эффективнее остальных. В [7] приводится классификация особенностей языков имитационного моделирования и рекомендации их использования в зависимости от свойств моделируемых объектов. Одним из направлений создания специализированных языков моделирования служит создание универсальных ППП, способных

настраиваться на любой объект моделирования из заданного класса. В составе языков - специальные средства для описания динамического поведения систем, изменение состояния которых происходит в дискретные моменты времени под влиянием некоторых событий.

Однако, имитационное моделирование при остаточной степени детализации требует чрезвычайно больших затрат компьютерного времени, а, следовательно, реализуется медленно. Перспективным подходом, позволяющим ускорить исследования, является распределенное имитационное моделирование. Поскольку большинство ДСДС состоят из параллельно работающих элементов, присущий им параллелизм используется при разработке имитационного моделирования, и имитация проводится в многопроцессорном ЭВМ или в сети ПЭВМ [8]. Используют пять способов распределенного моделирования [8]:

- использование параллелизирующих компьютеров;
- распределение независимых имитаций при машинных экспериментах на несколько процессоров с последующим их усреднением;
- распределение функций языка моделирования (распределение вспомогательных задач и моделирование (генерация случайного числа, отработка событий, ввод - вывод и т. д.) на несколько процессоров);
- распределение событий - составление списка событий и конвейерная имитация событий по освобождению одного из процессоров;
- моделирование отдельных компонентов с использованием объектно-ориентированного программирования.

Наряду с методами имитационного моделирования сложных систем широкое развитие получили методы теории

конечных автоматов. Развитию данного направления при моделировании и исследовании в устройствах и системах управления посвящены многочисленные работы известных российских и зарубежных учёных [9]. Определим конечный автомат A как устройство, функционирующее в дискретном времени $t=0,1,2,\dots$ и задаваемое кортежем:

$$A = (Q, E, D, S, G),$$

где Q - множество внутренних состояний $\{q_1, q_2, \dots, q_k\}$;

E - входной алфавит (множество входных сигналов);

D - выходной алфавит (множество выходных сигналов);

$S: Q \times E \rightarrow Q$ - функция следующего состояния, отображающая текущее состояние и текущий вход в следующее состояние;

$G: Q \times E \rightarrow D$ - функция выхода, отображающая текущее состояние и текущий вход в выходной символ (последовательность переходов).

Поведение автомата заключается в том, что последовательность входных сигналов преобразуется в две последовательности:

- последовательность состояний автомата;
- последовательность выходных сигналов автомата.

Задача построения конечного автомата сводится к задаче построения, для заданных последовательностей входных и выходных сигналов, заданного автоматного отображения определения последовательности состояний автомата и функций состояний S и выходов G .

С развитием ЭВМ и методов программирования важным направлением в развитии теории конечных автоматов стала разработка программных реализаций управляющих автоматов. Несмотря на растущую тактовую частоту и объем ОЗУ ПЭВМ, основным из критериев эффективности программной

реализации остается оптимальное соотношение быстродействия и объема памяти, занимаемой программой. Конечный автомат, у которого выходные сигналы зависят только от параметров состояния, называют автоматом Мура. Если же выходные сигналы зависят также и от входных сигналов, такой конечный автомат называют автоматом Миля. В [10] отмечается, что по данному критерию более эффективны в общем случае автоматы Мура. Различные варианты программной реализации автоматов Мура и автоматов Миля описаны в [11].

В [12] приведен подход, названный авторами логико-динамической моделью системы, совмещающей конечноавтоматностную модель изменения режимов системы, функциональные модели этих режимов и представляющей собой систему векторных уравнений с матричными коэффициентами.

Как и для имитационных моделей, для описания конечных автоматов создан ряд конечноавтоматностных языков: язык граф-схем, язык логических схем алгоритмов. Для описания процессов в сетях конечных автоматов разработаны композиционно-автоматные языки.

При моделировании систем, состоящих из десятков элементов, число комбинаторных связей между ними велико. Поэтому представляет интерес подход, основанный на математической логике [11]: модели, основанные на логике высказываний, логико-предикатные модели, логико-лингвистические модели, фреймовские модели. Процесс смены событий в ДСДС представляется в виде логических аксиом состояний ДСДС и логических следствий в результате логических операций, заданных на языке логики предикатов. Фреймовские модели используются для описания обобщенных вариативных ситуаций, возникающих при комбинаторном взаимодействии элементов, и значительно снижают количество исследуемых

вариантов взаимодействия при получении конкретной информации о функционировании системы.

Среди множества моделей, ориентированных на решение разнообразных задач моделирования, анализа и синтеза ДСДС, в последнее время активно развиваются и используются сети Петри.

Сети Петри впервые были предложены Карлом Адамом Петри [13] в 1962 году для моделирования динамики поведения дискретных систем с асинхронными параллельными процессами. Сеть Петри - наглядная и хорошо формализованная модель поведения параллельных систем с асинхронными взаимодействиями. Она в компактной форме отображает структуру взаимоотношений элементов системы и динамику изменения ее состояний при заданных начальных условиях.

СП позволяют моделировать дискретные параллельные асинхронные процессы, получать графическое представление сети, описать системы на различных уровнях абстракции, представить системную иерархию, анализировать модели с помощью современных пакетов прикладных программ [13].

Аппарат теории сетей Петри - наиболее удобный инструментарий для моделирования структуры и функционирования экономико-технических систем. Для моделирования экономико-технических систем нами было решено использовать временные детерминированные сети Петри, допускающие ингибиторные дуги и приоритетные переходы. Следует отметить, что данные модификации использованы нами для удобства моделирования и программной реализации сетевых моделей. Аппарат классических сетей Петри позволяет моделировать функционирование экономико-технических систем, но СП - модель будет громоздкой, ненаглядной и большой размерности

Результаты

При моделировании считается, что каждому материальному потоку соответствует информационный поток. Такое соответствие не всегда бывает изолированным (полным). Часто информационный и материальный потоки протекают в разных временных интервалах. Путь, по которому движется информационный поток в общем случае, может не совпадать с маршрутом движения материального потока. Информационный поток может опережать материальный, следовать одновременно с ним или после него. При этом информационный поток может быть направлен как в одну сторону с материальным, так и в противоположную [6]:

- опережающий информационный поток во встречном направлении содержит, как правило, сведения о заказе;
- опережающий информационный поток в прямом направлении - это предварительные сообщения о предстоящем прибытии груза;
- одновременно с материальным потоком идет информация в прямом направлении о количественных и качественных параметрах материального потока;
- вслед за материальным потоком во встречном направлении может проходить информация о результатах приемки груза по количеству или по качеству, разнообразные претензии, подтверждения.

Предпочтительнее вариант опережения информационных потоков по сравнению с движением материальных потоков. Это дает возможность лучше подготовиться к приему грузов. Фактически же информационные потоки имеют опережение далеко не всегда, нередко складывается их отставание от сроков движения материальных потоков.

Информационные потоки должны быть адекватны материальным потокам в части характеристики этих потоков, но такое соответствие есть не всегда: в ряде случаев оформляются документы, общие для нескольких потребителей получателей, и тогда в них отражается информация, часть которой избыточна для каждого отдельного получателя данных ресурсов.

Управление информационными потоками ИМ - не самоцель, а средство управления материальными потоками, их формированием, перемещением, приемкой. Без должного управления информационными (материальными, финансовыми) потоками в ИМ начнется несогласованность, которая может стать сильным ударом по организации бизнеса и привести к существенным экономическим потерям.

Математическое моделирование являются эффективным средством, позволяющим создавать системы управления.

Моделирование материальных и информационных потоков ИМ на основе модифицированных сетей Петри представлено в [10]. Рассмотренная в статье схема ИМ упрощенная - способ приема платежей ИМ: наличные. Разнообразный ассортимент, привлекательные цены, удобный для пользователя интерфейс — всё это не способствует продажам, если прием платежей в ИМ оставляет желать лучшего. От удобства заключительного шага, когда потенциальный клиент уже принял решение о покупке, зависит совершит он её у вас или у конкурента. И если на сайте ИМ нет удобного способа оплаты, многие предпочтут продолжить поиски. Большинство ИМ предпочитают комбинировать несколько вариантов приема платежей, предоставляя покупателю два важных преимущества — право выбора и комфорт.

На рисунке 4.9.1 представлена схема работы ИМ, где рассмотрены следующие варианты оплаты товара: наличными и банковскими картами [11].

Схема работы ИМ описывается следующей последовательностью этапов совершения покупки товаров:

1. Оформление покупателем заказа на Сайте интернет-магазина.

2. Автоматическое попадание заказа с Сайта в Информационную Систему.

3. Автоматическое подтверждение заказа на E-mail Покупателя.

4. Автоматическое оповещение Службы продаж о поступлении нового заказа.

5. Запрос Службы продаж к Информационной системе о состоянии склада.

6. Обмен между Складом и Информационной системой о текущем состоянии запасов.

7. При отсутствии требуемого товара на Складе генерация запроса в Службу закупок.

8. Уведомление Поставщика о планируемой закупке.

9. Доставка заказа на Склад.

10. Ввод данных Службой закупки о произведенной закупке.

11. Передача заказа в Службу доставки.

12. Службой доставки осуществляется доставка заказа Покупателю и прием денег.

12 (1) Перенаправление запроса на оплату товара.

12 (2) Ввод карточных данных.

12 (3) Электронная платежная система передает запрос на авторизацию традиционной платежной системе — в Банк, являющийся банком-эквайером.

12 (4) Банк - эквайер передает банку-эмитенту, ведущему онлайн-базу данных счетов, запрос на авторизацию карты.

12 (5) Перевод средств.

12 (6) Результат авторизации передается платежной системе

12 (7) Покупатель и магазин получают результат авторизации непосредственно от электронной платежной системы.

12 (8) Перевод средств.

13. Прием Покупателем заказа и подпись документов для Службы доставки.

14. Возврат Службой доставки денег и документов в Службу продаж.

15. Присвоение заказу статуса «выполнен».

Представленная схема является упрощенной. Предполагается, что ИМ имеет склад и работает напрямую с поставщиками.

Однако такая схема позволяет говорить о том, что управление потоками составляют важную часть ИМ, а возможности потерять, задержать или исказить информацию есть практически у каждого отдела [12].

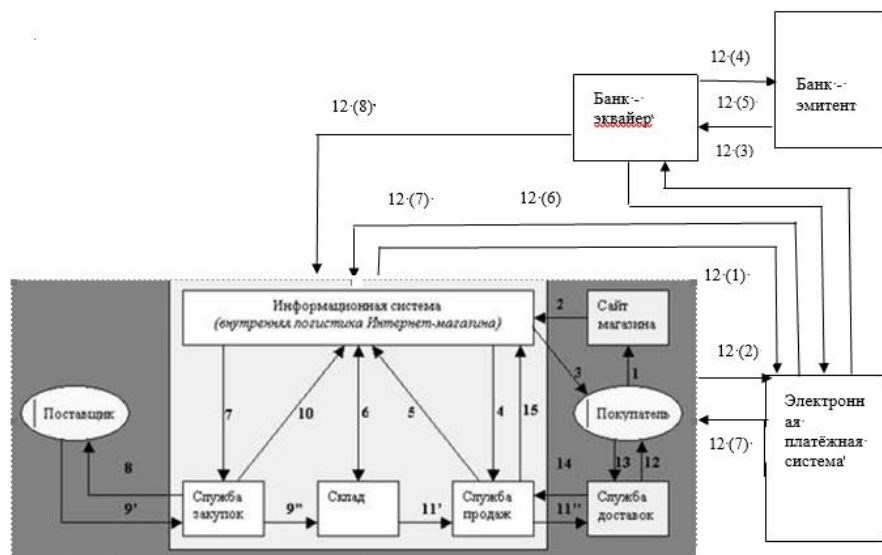
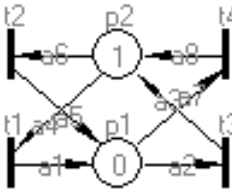
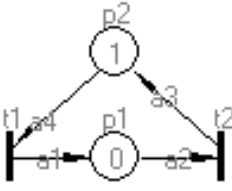


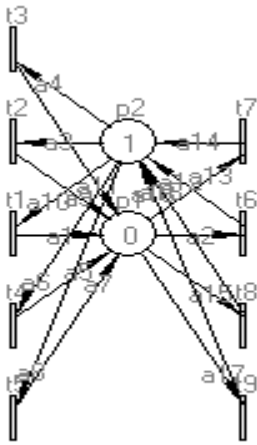
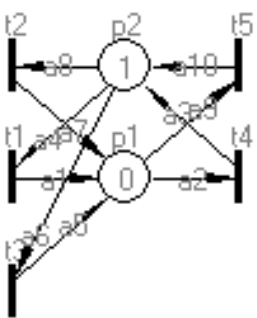
Рис. 4.9.1. Схема работы интернет-магазина

Для управления потоками в ИМ разработана математическая модель в виде МСП.

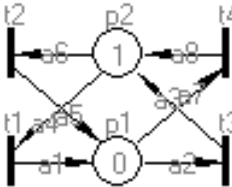
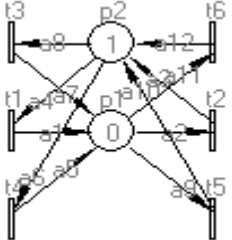
Модель позволяет исследовать системные связи и законы функционирования системы в целом. Построены также модели основных ее элементов с использованием результатов (таблица 4.9.1) [13, 14, 15].

Табл. 4.9.1 Модели основных элементов схемы работы интернет-магазина

Графическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина	Аналитическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина
1	2
 <p>а) Покупатель</p>	<p>2 Позиции 4 Перехода 1 Цвет</p> <p> $O(t1)=\{p1\}$ $I(t1)=\{p2\}$ $O(t2)=\{p1\}$ $I(t2)=\{p2\}$ $O(t3)=\{p2\}$ $I(t3)=\{p1\}$ $O(t4)=\{p2\}$ $I(t4)=\{p1\}$ </p>
 <p>б) Сайт интернет-магазина</p>	<p>2 Позиции 2 Перехода 1 Цвет</p> <p> $O(t1)=\{p1\}$ $I(t1)=\{p2\}$ $O(t2)=\{p2\}$ $I(t2)=\{p1\}$ </p>

Графическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина	Аналитическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина																		
1	2																		
 <p data-bbox="184 877 481 933">в) Информационная система</p>	<p data-bbox="526 375 649 534">2 Позиций 9 Переходов 1 Цвет</p> <table border="0" data-bbox="672 375 952 654"> <tr> <td>$O(t1)=\{p1\}$</td><td>$I(t1)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t2)=\{p1\}$</td><td>$I(t2)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t3)=\{p1\}$</td><td>$I(t3)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t4)=\{p1\}$</td><td>$I(t4)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t5)=\{p1\}$</td><td>$I(t5)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t6)=\{p2\}$</td><td>$I(t6)=\{p1\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t7)=\{p2\}$</td><td>$I(t7)=\{p1\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t8)=\{p2\}$</td><td>$I(t8)=\{p1\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t9)=\{p2\}$</td><td>$I(t9)=\{p1\}$</td></tr> </table>	$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$	$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$	$O(t3)=\{p1\}$	$I(t3)=\{p2\}$	$O(t4)=\{p1\}$	$I(t4)=\{p2\}$	$O(t5)=\{p1\}$	$I(t5)=\{p2\}$	$O(t6)=\{p2\}$	$I(t6)=\{p1\}$	$O(t7)=\{p2\}$	$I(t7)=\{p1\}$	$O(t8)=\{p2\}$	$I(t8)=\{p1\}$	$O(t9)=\{p2\}$	$I(t9)=\{p1\}$
$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$																		
$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$																		
$O(t3)=\{p1\}$	$I(t3)=\{p2\}$																		
$O(t4)=\{p1\}$	$I(t4)=\{p2\}$																		
$O(t5)=\{p1\}$	$I(t5)=\{p2\}$																		
$O(t6)=\{p2\}$	$I(t6)=\{p1\}$																		
$O(t7)=\{p2\}$	$I(t7)=\{p1\}$																		
$O(t8)=\{p2\}$	$I(t8)=\{p1\}$																		
$O(t9)=\{p2\}$	$I(t9)=\{p1\}$																		
 <p data-bbox="240 1284 464 1316">г) Служба продаж</p>	<p data-bbox="526 938 649 1098">2 Позиции 5 Переходов 1 Цвет</p> <table border="0" data-bbox="672 938 952 1098"> <tr> <td>$O(t1)=\{p1\}$</td><td>$I(t1)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t2)=\{p1\}$</td><td>$I(t2)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t3)=\{p1\}$</td><td>$I(t3)=\{p2\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t4)=\{p2\}$</td><td>$I(t4)=\{p1\}$</td></tr> <tr> <td>$O(t5)=\{p2\}$</td><td>$I(t5)=\{p1\}$</td></tr> </table>	$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$	$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$	$O(t3)=\{p1\}$	$I(t3)=\{p2\}$	$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$	$O(t5)=\{p2\}$	$I(t5)=\{p1\}$								
$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$																		
$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$																		
$O(t3)=\{p1\}$	$I(t3)=\{p2\}$																		
$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$																		
$O(t5)=\{p2\}$	$I(t5)=\{p1\}$																		

Графическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина	Аналитическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина										
1	2										
<p>д) Склад</p>	<p>2 Позиции 4 Перехода 1 Цвет</p> <table border="0"> <tr> <td>$O(t1)=\{p1\}$</td> <td>$I(t1)=\{p2\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t2)=\{p1\}$</td> <td>$I(t2)=\{p2\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t3)=\{p2\}$</td> <td>$I(t3)=\{p1\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t4)=\{p2\}$</td> <td>$I(t4)=\{p1\}$</td> </tr> </table>	$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$	$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$	$O(t3)=\{p2\}$	$I(t3)=\{p1\}$	$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$		
$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$										
$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$										
$O(t3)=\{p2\}$	$I(t3)=\{p1\}$										
$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$										
<p>е) Служба закупок</p>	<p>2 Позиций 5 Переходов 1 Цвет</p> <table border="0"> <tr> <td>$O(t1)=\{p1\}$</td> <td>$I(t1)=\{p2\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t2)=\{p1\}$</td> <td>$I(t2)=\{p2\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t3)=\{p2\}$</td> <td>$I(t3)=\{p1\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t4)=\{p2\}$</td> <td>$I(t4)=\{p1\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t5)=\{p2\}$</td> <td>$I(t5)=\{p1\}$</td> </tr> </table>	$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$	$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$	$O(t3)=\{p2\}$	$I(t3)=\{p1\}$	$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$	$O(t5)=\{p2\}$	$I(t5)=\{p1\}$
$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$										
$O(t2)=\{p1\}$	$I(t2)=\{p2\}$										
$O(t3)=\{p2\}$	$I(t3)=\{p1\}$										
$O(t4)=\{p2\}$	$I(t4)=\{p1\}$										
$O(t5)=\{p2\}$	$I(t5)=\{p1\}$										
<p>ё) Поставщик</p>	<p>2 Позиции 2 Перехода 1 Цвет</p> <table border="0"> <tr> <td>$O(t1)=\{p1\}$</td> <td>$I(t1)=\{p2\}$</td> </tr> <tr> <td>$O(t2)=\{p2\}$</td> <td>$I(t2)=\{p1\}$</td> </tr> </table>	$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$	$O(t2)=\{p2\}$	$I(t2)=\{p1\}$						
$O(t1)=\{p1\}$	$I(t1)=\{p2\}$										
$O(t2)=\{p2\}$	$I(t2)=\{p1\}$										

Графическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина	Аналитическое описание моделей основных элементов схемы работы интернет-магазина
1	2
 <p>ж) Служба доставки</p>	<p>2 Позиции 4 Перехода 1 Цвет</p> <p> $O(t1)=\{p1\}$ $I(t1)=\{p2\}$ $O(t2)=\{p1\}$ $I(t2)=\{p2\}$ $O(t3)=\{p2\}$ $I(t3)=\{p1\}$ $O(t4)=\{p2\}$ $I(t4)=\{p1\}$ </p>
 <p>з) Электронная платежная система</p>	<p>2 Позиции 6 Переходов 1 Цвет</p> <p> $O(t1)=\{p1^*1\}$ $I(t1)=\{p2^*1\}$ $O(t2)=\{p2^*1\}$ $I(t2)=\{p1^*1\}$ $O(t3)=\{p1^*1\}$ $I(t3)=\{p2^*1\}$ $O(t4)=\{p1^*1\}$ $I(t4)=\{p2^*1\}$ $O(t5)=\{p2^*1\}$ $I(t5)=\{p1^*1\}$ $O(t6)=\{p2^*1\}$ $I(t6)=\{p1^*1\}$ </p>

На основе СП-моделей основных элементов была синтезирована схема работы ИМ (рис. 4.9.2).

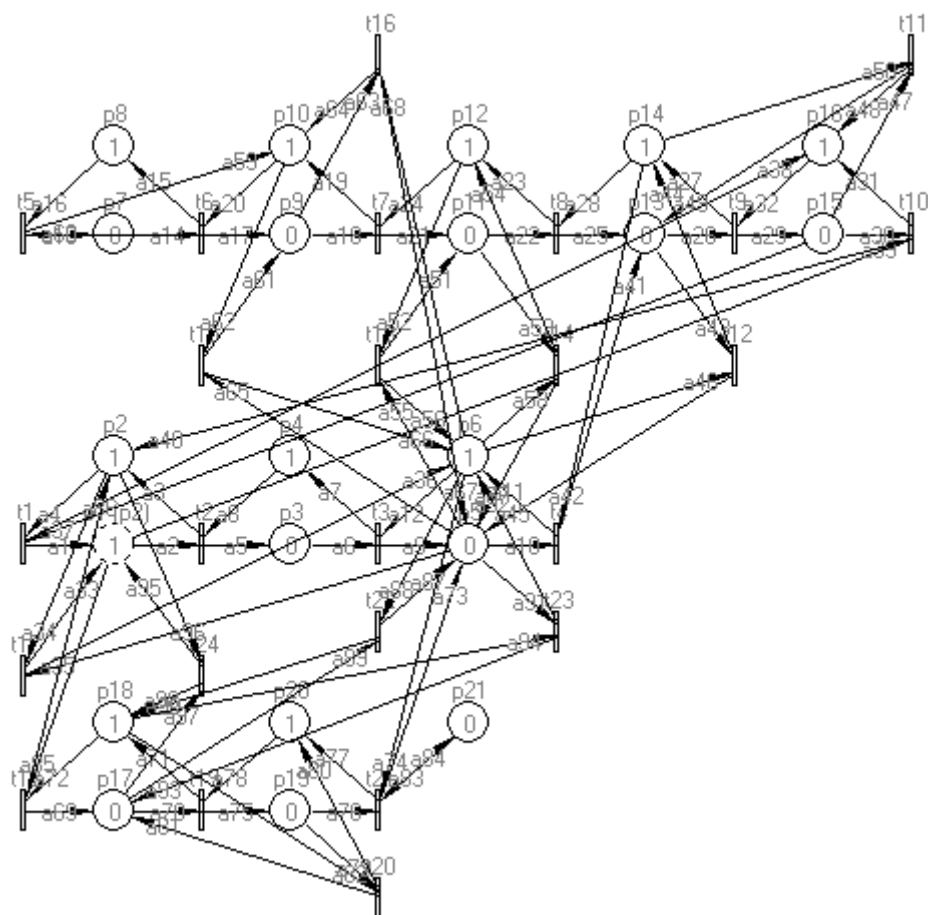


Рис. 4.9.2. Модель схемы работы ИМ в виде модифицированной сети Петри

Аналитическое описание общей сети Петри:

21 Позиция	$O(t1)=\{ p1*1 p16*1 \}$	$I(t1)=\{ p2*1 p15*1 \}$
24 Перехода	$O(t2)=\{ p2*1 p3*1 \}$	$I(t2)=\{ p1*1 p4*1 \}$
1 Цвет	$O(t3)=\{ p4*1 p5*1 \}$	$I(t3)=\{ p3*1 p6*1 \}$
	$O(t4)=\{ p6*1 p13*1 \}$	$I(t4)=\{ p5*1 p14*1 \}$
	$O(t5)=\{ p7*1 p10*1 \}$	$I(t5)=\{ p8*1 p9*1 \}$
	$O(t6)=\{ p8*1 p9*1 \}$	$I(t6)=\{ p7*1 p10*1 \}$
	$O(t7)=\{ p10*1 p11*1 \}$	$I(t7)=\{ p9*1 p12*1 \}$
	$O(t8)=\{ p12*1 p13*1 \}$	$I(t8)=\{ p11*1 p14*1 \}$
	$O(t9)=\{ p14*1 p15*1 \}$	$I(t9)=\{ p13*1 p16*1 \}$
	$O(t10)=\{ p16*1 p2*1 \}$	$I(t10)=\{ p15*1 p1*1 \}$
	$O(t11)=\{ p16*1 p13*1 \}$	$I(t11)=\{ p15*1 p14*1 \}$
	$O(t12)=\{ p14*1 p5*1 \}$	$I(t12)=\{ p13*1 p6*1 \}$
	$O(t13)=\{ p11*1 p6*1 \}$	$I(t13)=\{ p12*1 p5*1 \}$
	$O(t14)=\{ p12*1 p5*1 \}$	$I(t14)=\{ p11*1 p6*1 \}$
	$O(t15)=\{ p9*1 p6*1 \}$	$I(t15)=\{ p10*1 p5*1 \}$
	$O(t16)=\{ p10*1 p5*1 \}$	$I(t16)=\{ p9*1 p6*1 \}$
	$O(t17)=\{ p1*1 p6*1 \}$	$I(t17)=\{ p2*1 p5*1 \}$
	$O(t18)=\{ p17*1 p2*1 \}$	$I(t18)=\{ p18*1 p1*1 \}$
	$O(t19)=\{ p18*1 p19*1 \}$	$I(t19)=\{ p17*1 p20*1 \}$
	$O(t20)=\{ p20*1 p17*1 \}$	$I(t20)=\{ p19*1 p18*1 \}$
	$O(t21)=\{ p20*1 p5*1 p21*1 \}$	$I(t21)=\{ p19*1 p6*1 p21*1 \}$
	$O(t22)=\{ p5*1 p18*1 \}$	$I(t22)=\{ p6*1 p17*1 \}$
	$O(t23)=\{ p6*1 p17*1 \}$	$I(t23)=\{ p5*1 p18*1 \}$
	$O(t24)=\{ p1*1 p18*1 \}$	$I(t24)=\{ p2*1 p17*1 \}$

При анализе экономико-технических систем установлено основное ограничение формализма N-схем, заключающееся в отсутствии учета N-схемами временных характеристик моделируемых систем. Это приводит к необходимости использования модификации СП, ориентированной на моделирование и анализ дискретно-непрерывных экономико-технических систем, путем включения приоритетных переходов, а также времени задержки меток в позициях и переходах.

Заключение

Таким образом, разработанная нами СП-модель интернет-магазина, позволяет исследовать системные связи и законы функционирования системы в целом. На ее основе целесообразно создание программного комплекса, позволяющего анализировать информационные, материальные потоки и прогнозировать развитие внештатных ситуаций интернет - магазина.

Литература

1. Barzegar, B., Motameni, H. *Modeling and Simulation Firewall Using Colored Petri Net* (2011) *World Applied Sciences Journal* 15 (6), pp.826-830.
2. Gollapudi, S., Kumar, R., Panigrahi, D., Panigrahy, R. *Partitioning orders in online shopping services* // *International Conference on Information and Knowledge Management, Proceedings Part F131841*, 2017. pp. 1319-1328.
3. *Очистка химически загрязненных сточных вод: практическое руководство* / В.М. Емельянов, А.С. Сироткин, Н.Н. Зиятдинов [и др.]. Казань: КГТУ, 1996. 24 с.
4. Зиятдинов Н.Н. *Системный подход к повышению эффективности биологической очистки промышленных сточных вод*: дис. док. тех. наук. М., 2001. С. 16 -22.
5. *Имитационная модель анаэробного разложения органических веществ сообществом микроорганизмов: Основные уравнения* / В.Б. Васильев, В.А. Вавилин, С.В. Рытов [и др.] // *Водные ресурсы*. 1993. Т. 20. № 6. С. 714-725.
6. Беличенко Ю.П., Гордеев Л.С., Комиссаров Ю.А. *Замкнутые системы водообеспечения химических производств: учебное пособие для вузов*. М.: Химия, 1996. 272 с.
7. *Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод и обработка осадков* / А.Ф. Афанасьева, М.Н. Сирота, Л.С. Савельева [и др.] М.: Изограф, 1997. 96 с.
8. Либерман М.Д., Турянский А.Г., Ерохина Т.М. *Структура и задачи иерархической системы управления периодическими химико-фармацевтическими процессами* // *Проблемы создания и опыт внедрения АСУ технологическими процессами производства лекарственных препаратов и витаминов: тезисы докладов Всесоюзного совещания*. М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, 1981. С.7-8.
9. *Технологический расчет современных сооружений биологической очистки сточных вод* / С.В. Яковлев, В.Н. Швецов, И.В. Скирдов [и др.] // *Водоснабжение и санитарная техника*. 1994. № 2. С. 2-5.

10. Горелик А.Г., Геворкян А.А. Управление системой аппаратов периодического действия // Теоретические основы химической технологии. 1985. Т. 19. №1. С. 128-130.
11. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов (граф - схемы и автоматы). Изд. 2-е. Л.: Энергия, 1979. 232 с.
12. Бутов А.А. О реализации секвенциальных автоматов на программируемой логической матрице // Управляющие системы и машины. 1983. № 5. С. 8-12.
13. Peter P. Determination of Biological Degradability of Organic Substrates // Water Research. 1976. V. 10. P. 231-235.
14. Савдур С.Н., Понкратова С.А. Системный подход в моделировании технологического процесса очистки нефтесодержащих сточных вод. // Вестник Казанского технологического университета. Казань: КГТУ, 2010. № 7. С. 218 – 226.
15. Yu. I. Azimov, S.N. Savdur, E.L. Fesina, 2014. Ensuring environmental safety based on the modeling of biological process of oily SEWAGE. Mediterranean Journal of Social Sciences, 5 (24): 372-377.
16. Molinillo, S., Liébana-Cabanillas, F., Anaya-Sánchez, R. A social commerce intention model for traditional E-commerce sites // Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research 13(2), 2018. pp. 80-93.

Сведения об авторах

Савдур Светлана Николаевна – доцент кафедры биотехнологии, животноводства и химии Казанского государственного аграрного университета, к.т.н., 420101, Казань, ул. Мавлютова, д. 8/20, savdur.svetlana@yandex.ru

Степанова Галина Станиславовна – доцент кафедры технологии и организации общественного питания Казанского инновационного университета имени В. Г. Тимирязова, к.х.н.

Степанова Юлия Васильевна – доцент кафедры экономической теории и эконометрики Института управления, экономики и финансов «Казанский (Приволжский) федеральный университет», к.с.н.

Savdur Svetlana N. – Kazan State Agrarian University

Stepanova Galina S. – Kazan Innovation University named after V. G. Timiryasov

Stepanova Yuliya V. – Kazan (Volga Region) Federal University