

УДК 330

# К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ ПРИ ОПИСАНИИ ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

ПРОКОФЬЕВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

**Аннотация:** в статье показана возможность моделирования миграционных процессов в экономике с использованием сетей Петри, при этом рассмотрены вопросы моделирования процессов в различных системах с использованием сетей Петри, выделены основные факторы трудовой миграции населения, которые можно использовать как основу построения сети Петри.

**Ключевые слова:** трудовая миграция, моделирование, сети Петри, миграция, мировая экономика.

TO THE QUESTION OF THE POSSIBILITY OF APPLYING THE MATHEMATICAL TOOL OF PETRI NETS  
IN DESCRIBING THE PROCESSES OF MIGRATION OF LABOR RESOURCES.

Prokofyeva Elena Nikolaevna

**Abstract:** the article shows the possibility of modeling migration processes in the economy using Petri nets, while considering the modeling of processes in various systems using Petri nets, highlighting the main factors of labor migration of the population, which can be used as the basis for building a Petri net.

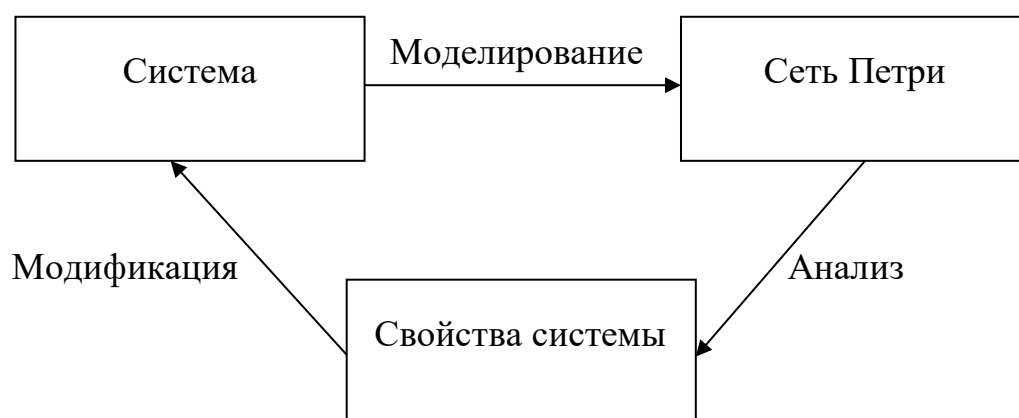
**Key words:** labor migration, modeling, Petri nets, migration, world economy.

Сети Петри являются важным инструментом исследования систем. Теория сетей Петри делает возможным моделирование системы математическим представлением ее в виде сети Петри. Очевидно, что анализ сетей Петри может дать ряд возможностей для получения важной информации о структуре и динамическом поведении моделируемых систем.

Эту информацию можно использовать как для оценивания моделируемой системы, так и для оценки и формулирования предложений по ее усовершенствованию. Это открывает значительные возможности для использования аппарата сетей Петри при прогнозировании и оценки поведения самого широкого спектра систем в самых различных областях, в том числе и применительно к экономическим процессам.

Возможно несколько путей практического применения сетей Петри при проектировании и анализе систем. В одном из подходов сети Петри рассматриваются как вспомогательный инструмент анализа. В этом случае для построения системы используются общепринятые методы проектирования. Затем построенная система может быть смоделирована сетью Петри, и полученная модель проанализирована. Любые трудности, встречающиеся при анализе, указывают на недостатки в исходной модели.

Для их корректировки необходимо внести дополнительные изменения в исходную модель. Модифицированная модель затем снова преобразуется в графическую модель с использованием сетей Петри и вновь подвергается анализу.



**Рис. 1. Использование сетей Петри для моделирования и анализа систем**

Этот процесс повторяется до тех пор, пока проводимый анализ не приведет к ожидаемому результату. Этот подход можно проиллюстрировать схематически (рис. 1).

Необходимо отметить, что этот подход можно использовать для анализа уже существующих, действующих в настоящий момент систем.

В этом довольно часто встречающемся подходе к использованию сетей Петри в проектировании систем требуется постоянное преобразование проектируемой системы в модель в виде сети Петри. Можно предложить другой подход, в котором весь процесс проектирования и определения характеристик проводится в терминах сетей Петри. Методы анализа применяются только для создания проекта сети Петри, свободного от ошибок. Здесь возникает другая задача – задача преобразования представления сети Петри в реальную рабочую систему. Эти два подхода использования сетей Петри в процессе проектирования предлагают задачи разного типа. В первом случае необходима разработка методов моделирования систем сетями Петри, а во втором случае должны быть разработаны методы реализации сетей Петри системами. И в том, и в другом случае необходимы методы анализа сетей Петри для определения свойств модели.

Простое представление системы сетью Петри основано на двух основополагающих понятиях: событиях и условиях. События представляют собой действия, имеющие место в системе. Возникновением событий управляет состояние системы. Состояние системы может быть описано множеством условий. Условие представляет собой предикат или логическое описание состояния системы. Условие может принимать либо значение «истина», либо значение «ложь».

Так как события являются действиями, то они могут происходить. Для того, чтобы событие произошло, необходимо выполнение соответствующих условий. Эти условия называются предусловиями события. Возникновение события может вызвать нарушение предусловий и может привести к выполнению других условий, постусловий.

Такое представление системы легко моделировать сетью Петри. В сети Петри условия моделируются позициями, события моделируются переходами. При этом входы перехода являются предусловиями соответствующего события; выходы – постусловиями. Возникновение события при этом рассматривается как запуск соответствующего перехода. Выполнение условия представляется фишкой (точкой) в соответствующей позиции. Запуск перехода удаляет разрешающие фишки, представляющие выполнение предусловий и образует новые фишки, которые представляют выполнение постусловий.

Элементарную сеть Петри можно представить следующим образом (рис.2).

Немаловажной особенностью сетей Петри является свойственный сетям и их моделям параллелизм, или одновременность. В модели сети Петри два разрешенных не взаимодействующих события могут происходить независимо друг от друга. Синхронизировать события, пока это не потребует моделируемой системе, нет необходимости. Но, когда синхронизация необходима, моделировать ее легко. Таким образом, сети Петри представляются идеальными для моделирования систем с распределенным управлением, в которых несколько процессов выполняются одновременно.

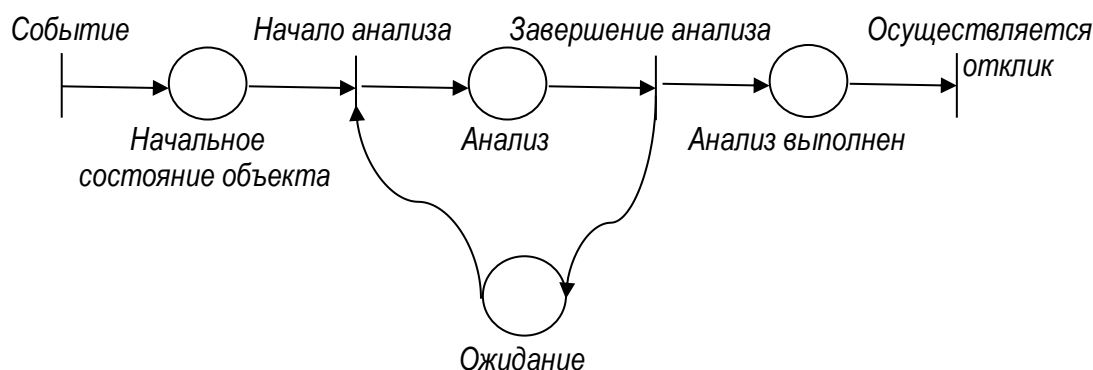


Рис. 2. Простейшая сеть Петри для моделирования реализации события

Таким образом, сети Петри с их условиями построения и возможностями анализа построенных моделей хорошо подходят для описания ряда экономических процессов, в том числе миграции трудовых ресурсов.

В современном мире мы сталкиваемся как с процессами миграции населения из отдельных регионов, так и отдельно с понятием трудовой миграции. Этот процесс близок процессу миграции населения в целом, но отличительной его особенностью являются как побудительные мотивы, так и направления переселения трудовых мигрантов.

Поскольку трудовая миграция предполагает перемещение населения с целью поиска работы, то очевидно основными причинами трудовой миграции можно назвать, прежде всего причины экономического характера, такие как:

1. низкий уровень оплаты труда в стране выбытия трудовых мигрантов;
2. отсутствие рабочих мест, т.е. высокий уровень безработицы;
3. отсутствие рабочих мест по специальности мигрирующего населения;
4. тяжелая экономическая ситуация в стране выбытия трудового населения в целом;

Кроме того, возможны и причины неэкономического характера.

Под влиянием экономических и неэкономических факторов складываются и основные направления миграционных потоков трудовых ресурсов. Очевидно, что в случае, если основным мотивом трудовой миграции являются экономические причины, то миграционные потоки будут направлены в сторону стран с более высоким уровнем жизни населения, формируя как региональные, так и мировые центры притяжения трудовой миграции. Если основным побудительным мотивом являются неэкономические причины, то формирование миграционных потоков будет связано с решением возникшей у мигрантов проблемы. Хотя, как правило, мигранты стараются совместить решение возникшей на месте выбытия социальной проблемы с переселением в страну с более высоким уровнем жизни, если это возможно.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными причинами именно трудовой миграции являются, прежде всего, экономические аспекты, именно миграционные потоки, возникающие по экономическим причинам, формируют основные направления трудовой миграции.

В современном мире мигранты из разных стран перемещаются на все более дальние расстояния. Этому поспособствовало развитие транспортной системы не только в отдельных странах, но и в глобальном масштабе.

Таким образом, миграция трудовых ресурсов представляет собой многофакторный процесс, в котором многие компоненты действуют параллельно, сложно переплетаясь и образуют группы взаимосвязанных факторов. Поэтому использование при моделировании этих процессов сетей Петри даст возможность построить блочную модель, функционирование которой будет более наглядным, чем при построении стандартной математической модели, позволит отслеживать и корректировать взаимосвязи элементов, убирать «лишние» элементы, роль которых незначительна.

**Список источников**

1. Щербакова Е.М. Международная миграция и миграционная политика. // Перспективы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.perspektivy.info/srez/val/mezhdunarodnaja\\_migracija\\_i\\_migracionnaja\\_politika\\_2014-07-03.htm](http://www.perspektivy.info/srez/val/mezhdunarodnaja_migracija_i_migracionnaja_politika_2014-07-03.htm)
2. Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах. /Под ред. Варшавского В.И. – М.: Наука, 2006, 400с.