

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ  
ФАРМАКОЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙON THE APPLICATION OF PETRI NETWORKS FOR MODELING  
OF PHARMACOECONOMIC RESEARCH*Мирошниченко Ю.В., Щерба М.П., Костенко Н.Л.**Miroshnichenko Yu.V., Shcherba M.P., Kostenko N.L.**Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург**S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia*DOI: <https://doi.org/10.30809/phe.1.2018.27>

**Ключевые слова:** фармакоэкономические исследования, моделирование, сети Петри.

**Цель:** рассмотреть возможность применения сетей Петри для моделирования фармакоэкономических исследований.

**Материалы и методы:** структурно-функциональный анализ; методы сравнения и описания; контент-анализ; экономические методы и модели.

**Результаты:** маршрут пациента в фармакоэкономических моделях наиболее часто описывается с использованием модели «дерева решений» и модели Маркова (или их комбинации). При этом марковские модели обладают большей точностью в сравнении с моделями «дерева решений», однако являются более сложными в исполнении и требуют большего массива исходных данных. Исходя из практики использования моделей «дерево решений» считается целесообразным при фармакоэкономическом анализе остропротекающих заболеваний, а марковских моделей – при исследовании хронических заболеваний, или заболеваний, характеризующихся выраженной стадийностью. Главным условием для реализации модели Маркова является доступность данных о значениях марковских переходов.

Однако, при моделировании фармакоэкономических исследований является актуальным изучение не только возможных сценариев, но и особенностей их динамических свойств. В связи с этим нами был выбран для рассмотрения один из часто используемых вариантов динамических дискретных систем – математический аппарат Сети Петри. Сеть представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из вершин двух типов – позиций и переходов. Текущее состояние сети Петри характеризуется неупорядоченным набором позиций, каждой из которых ставится в соответствие натуральное число, указывающее количество фишек. Процесс перераспределения фишек называется выполнением сети Петри. Позиции и переходы соединены направленными дугами, каждая из которых имеет свой вес. При срабатывании перехода фишка удаляется из каждой его входной позиции и вносится в каждую выходную позицию. Срабатывание перехода происходит мгновенно. Если одновременно активированы два либо более переходов, то срабатывает только один из них (одновременное срабатывание двух переходов в се-

тях Петри не допускается). Выбор запускаемого перехода осуществляется случайно, в этом смысле сети Петри – недетерминированная модель. Кроме того, сеть Петри характеризуется асинхронностью – она работает не в физическом, а в логическом (дискретном) времени, определяемом частичной упорядоченностью событий (переходов).

Сети Петри имеют ряд ограничений, которые нивелируются рядом правил и условий в алгоритмах моделирования: временная сеть – переходы обладают весом, определяющим продолжительность срабатывания (задержку); стохастическая сеть – задержки являются случайными величинами; функциональная сеть – задержки определяются как функции некоторых аргументов, например, количества фишек в каких-либо позициях, состояния некоторых переходов; цветная сеть – метки могут быть различных типов, обозначаемых цветами, тип метки может быть использован как аргумент в функциональных сетях; ингибиторная сеть – возможны ингибиторные дуги, запрещающие срабатывание перехода, если во входной позиции, связанной с переходом ингибиторной дугой, находится метка; иерархическая сеть – содержит не мгновенные переходы, в которые вложены другие сети (возможно также иерархические).

Сети Петри разрабатывались специально для моделирования синхронных и независимых событий, а также для моделирования тех систем, которые содержат взаимодействующие параллельные компоненты, например возможные сценарии в фармакоэкономических исследованиях хронических и острых заболеваний. Анализ сетей помогает получить важную информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы.

Таким образом, Сети Петри являются современным мощным инструментом поддержки принятия решений, существенно повышающим практическую ценность фармакоэкономических исследований.

**Выводы:** сети Петри могут выступать значимым инструментом моделирования фармакоэкономических исследований благодаря их возможности описания многих классов дискретных, асинхронных, параллельных, распределенных, недетерминированных систем, благодаря наглядности представления их работы, развитому математическому и программному аппарату анализа.