Алгоритмы расчета таких сетей не позволяют заменить время выполнения «работы» произвольной случайной величиной.

Несмотря на то, что МПК/ПЕРТ сети в теории ГЕРТ-сетей являются допустимыми [4], а значит, вычислимыми, автору не известны алгоритмы для их расчета.

Также данные сети не являются вычислимыми для МГ-сетей, поскольку не существует взаимнооднозначного соответствия между стохастическими источниками (узлами, из которых выходит более одной дуги) и стохастическими стоками (узлами, в которые входит более одной дуги) [2].

Автором статьи разработан алгоритм преобразования МПК/ПЕРТ сети в сеть, допустимую для применения алгоритмов расчета МГ-сети. Полностью привести алгоритм преобразования в данной статье не представляется возможным из-за значительного объема его описания. Общая идея алгоритма состоит в выделении участков сети, заключенных между стохастическим источником и соответствующим ему стохастическим стоком и конструированием эквивалентной сети из выделенных подсетей.

Один из способов выделения «критического пути» заключается в нахождении пути с узлами, математическое ожидание времени выполнения концов исходящих из них дуг является наибольшим.

Второй способ позволяет не переходить к детерминированным значениям времени и дает представление о вероятности, с которой данный узел принадлежит «критическому пути».

Для сравнения времени завершения работ, входящих в узел с AND-входом, воспользуемся следующим правилом:

Случайная величина $t_1$, *как правило, больше* случайной величины $t_2$, если $P(t_1\text{-}t_2 <= 0) >= 0.5$, где $P(t_1\text{-}t_2 <= 0) = F_{t1\text{-}t2}(0)$.

Очевидно, что если случайная величина $t_1$, *как правило, больше* случайной величины $t_2$, то случайная величина $t_2$, *как правило, меньше* случайной величины $t_1$.

Для определенного таким образом отношения порядка выполняется свойство транзитивности.

Используя данное правило, найдем дугу, входящую в узел с AND-входом, которая, *как правило, имеет наибольшее время завершения*. Найденная дуга *наиболее вероятно принадлежит* «критическому пути». Пусть найденная дуга с, как правило, наибольшим временем завершения имеет индекс max. Тогда в зависимости от величины значения выражения $(P(t_{max}\text{-}t_i <= 0)\text{-}0.5)$ можно судить о том, насколько «сильно» время выполнения найденной дуги влияет на время активации объединяющего их AND-узла.

Полученный результат позволяет автоматически производить переоценку сетей, построенных для МКП и ПЕРТ в случае, если время выполнения одной из работ не является детерминированным и не может быть представлено в виде бета-распределения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов В.С. Проектное управление: модели и методы принятия решений. Менеджмент в России и за рубежом. Москва. Изд: "Финпресс". № 6. 1998.

2. Письман Д.М., Шабалин С.А. Алгоритм расчета модифицированной ГЕРТ-сети. Успехи современного естествознания 11/2005. ISSN 1681-7494. с. 36-37

3. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей.-М.: Мир, 1984.

4. Neumann. K. Stochastic Project Networks. Temporal Analysis, Scheduling and Cost Minimization. Springer-Verlag. p. 37-115.

## СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРЯМОГО И ОБРАТНОГО АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГЕРТ-СЕТИ

Письман Д. М.
*НИИ СУВПТ,*
*Красноярск*

ГЕРТ-сети относятся к классу стохастических сетей, построенных на направленном графе G(N, A), каждая дуга $a \in A$ – некоторая «работа», а узел $n \in N$ – это состояние. [3; 4] Выполнение ГЕРТ-сети (построение множества реализаций) не зависит от предыдущего состояния сети.

В модифицированной ГЕРТ-сети (далее МГ-сеть) указанное выше требование заменено условием «вычислимости» вероятности перехода по всем дугам после активации узла, из которого они выходят.

Реализацией МГ-сети будем называть последовательность активаций узлов от источника к стоку.

МГ-сеть называется вычисленной, если построено множество всех (или наиболее вероятных) ее реализаций.

Для построения реализаций МГ-сети используется алгоритм обхода графа сети с его стоков к источнику с последующим расчетом характеристик узлов полученного пути. Данный алгоритм основан на базе алгоритма обратного обхода графа в глубину. Будем называть его обратным алгоритмом расчета стохастической МГ-сети. [2]

Использование алгоритма обратного обхода графа сети обусловлено следующим условием: для каждого узла $n_i \in N$ с AND- или IOR-входом существует один и только один узел $n_j \in N$, являющийся стохастическим источником узла $n_i$; узел $n_j$ имеет детерминированный выход; допускается существование пути с началом в узле $n_j$ таким, что узел $n_i$ не принадлежит данному пути.

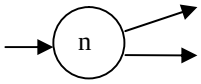
Однако существует достаточно большой класс задач[1; 2; 3], для которых указанное выше условие можно заменить более жестким: для каждого узла $n_i \in N$ с AND- или IOR-входом существует один и только один узел $n_j \in N$, являющийся стохастическим источником $n_i$; узел $n_j$ имеет детерминированный выход; все пути с началом в $n_j$, сходятся в узле $n_i$.

Данное ограничение позволяет построить алгоритм расчета МГ-сети, основанный на алгоритме прямого обхода графа в глубину, в котором расчет каждой реализации частично заменяется копированием уже рассчитанных результатов. Будем называть его прямым алгоритмом расчета стохастической МГ-сети. Продемонстрируем работу алгоритмов на примере трех сетей.

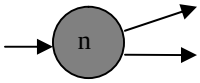
**Обозначения.**

переход на следующий доступный узел.

движение назад найденному пути; рассчитываем функцию распределения времени активации узла.




Узел перехода по дереву обхода графа сети с добавлением узла n.



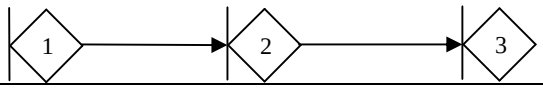

Узел перехода по дереву обхода графа сети с добавлением узла n и созданием копий построенных реализаций для каждой выходящей дуги, кроме первой.

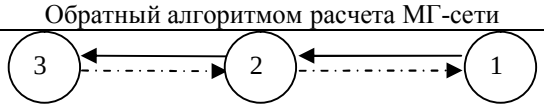
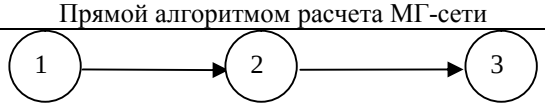
Время перехода на следующий доступный узел не существенно (пунктирная стрелка).

Время расчета функции распределения времени активации узла имеет порядок $M^2$, где M – количество точек аппроксимации функций распределения суммируемых случайных величин. Будем оценивать время по формуле $k_1*M^2$.

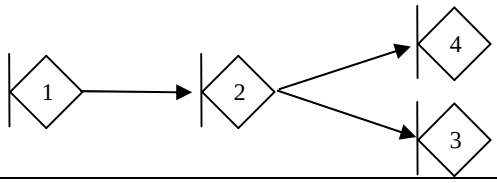
Время копирования построенного пути имеет порядок M*(K-1), где K – количество узлов построенного пути. Будем оценивать время по формуле $k_2*M*(K-1)$.

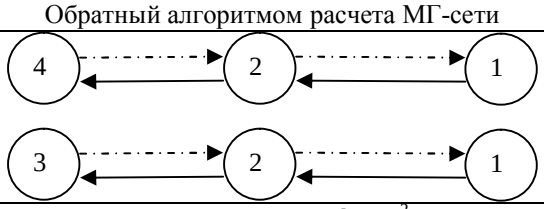
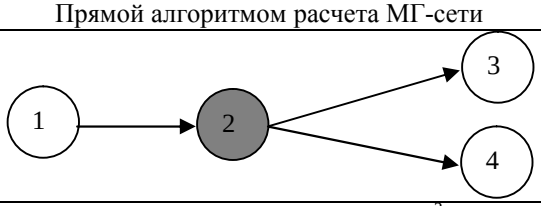
**Сеть 1:**



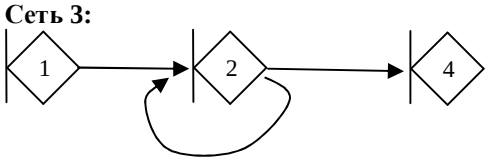

| Обратный алгоритмом расчета МГ-сети | Прямой алгоритмом расчета МГ-сети |
|---|---|
|   |   |
| Время расчета: $2*k_1*M^2$ | Время расчета: $2*k_1*M^2$ |

**Сеть 2:**

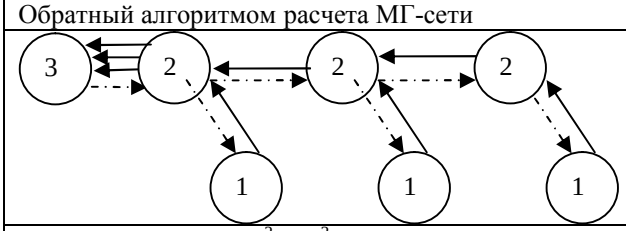
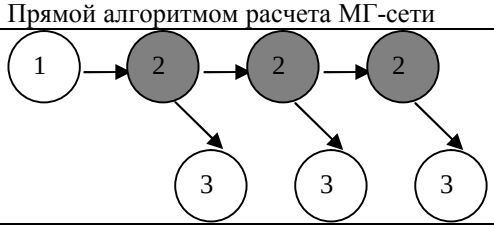



| Обратный алгоритмом расчета МГ-сети | Прямой алгоритмом расчета МГ-сети |
|---|---|
|   |   |
| Время расчета: $4*k_1*M^2$ | Время расчета: $k_2*M+3*k_1*M^2$ |

**Сеть 3:**




Для сети 3 выберем максимальное число активаций узла 2, равное трем (L=3). Данное условие необходимо для ограничения количества реализаций сети.

| Обратный алгоритмом расчета МГ-сети | Прямой алгоритмом расчета МГ-сети |
|---|---|
|   |   |
| Время расчета: $(k_1*M^2)*(L^2 + L + 2)/2$ | Время расчета: $k_1*M^2*(2*L) + k_2*M*(L^2 -3*L+2)/2$ |

**Выводы:**

Алгоритм на базе прямого обхода графа всегда не хуже по производительности алгоритма на базе обратного графа. Однако, как уже отмечалось выше, область его применения уже. Выбор алгоритма определяется структурой сети, следовательно, он осуществим на этапе построения сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтерев А.С., Письман Д.М. GERT-сетевой анализ времени выполнения задачи на неспециализированном гетерогенном кластере. Фундаментальные исследования. 4/2005. ISSN 1681-7494. с. 79-80.

2. Лебедев В. А., Трохов Н. Н., Царев Р. Ю. Параллельные процессы обработки информации в управляющих системах. – Красноярск, НИИ СУВПТ, 2001. с. 120-133.

3. Письман Д.М., Шабалин С.А. Алгоритм расчета модифицированной ГЕРТ-сети. Успехи современного естествознания. 11/2005. ISSN 1681-7494. с. 36-37

4. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей.-М.: Мир, 1984. с. 387-411.

5. Neumann **K.** Stochastic Project Networks. Temporal Analysis, Scheduling and Cost Minimization. Springer-Verlag. p. 37-115.

***Математическое моделирование социально-экономических процессов***

## МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Колотилин Г.Ф., *Косых Н.Э., **Савин С.З.
*Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск*

Для изучения влияния социально-экономических и медицинских факторов на особенности территориального распространения социально значимых заболеваний было проведено популяционно - эпидемиологическое исследование на примере неинфекционных летальных заболеваний. Предполагалось, что изучение связей между социально - экономическими и медико-демографическими особенностями отдельных административных районов, с одной стороны, и популяционной частотой той или иной патологии, с другой стороны, может явиться одним из доказательств социальной обусловленности ряда заболеваний, в том числе наркологических, психиатрических, запущенных форм злокачественных новообразований (ЗНО). Методологической основой исследования явился анализ множественной линейной регрессии (МЛР) с оценкой вкладов изучаемых факторов в формирование выходного параметра, выявляемая мера связи обобщенно выражалась математической моделью МЛР. На первом этапе была изучена роль социально - экономических факторов в территориальном распространении тех заболеваний, чья социально обусловленная природа не вызывала сомнения: хронический алкоголизм, наркомания, сифилис, гонорея и туберкулез. Полученные показатели разделены на группы, характеризующие макроэкономическое состояние административных территорий, занятость населения, его доходы, жилищное строительство и степень развития транспортных коммуникаций. На втором этапе изучена связь между этими социально - экономическими параметрами районов и распространением в их популяциях основных типов ЗНО, в том числе и запущенных форм. В качестве объективного показателя первичной запущенности и эффективности своевременной диагностики использовались данные о годичной летальности. Наконец было изучено совместное влияние социально-экономических и медицинских факторов на особенности территориального распространения запущенных форм ЗНО. Оценка влияния социально-экономических факторов на особенности территориального распространения хронического алкоголизма, наркомании, венерических болезней и туберкулеза в крае проведена с помощью построения уравнений МЛР, которые для каждого данного заболевания имели высокие значениями коэффициента детерминации. Это значит, что на особенности территориального распространения таких заболеваний социально-экономические факторы оказывают существенное влияние. Полученный результат можно рассматривать как подтверждение принадлежности алкоголизма, наркомании, сифилиса, гонореи и туберкулеза к социально-обусловленным. При этом изучение вклада отдельных групп социальных факторов в территориальное распространение данных заболеваний в Хабаровском крае показало неоднородную структуру уравнения МЛР. Так, на распространение хронического алкоголизма наибольшее влияние оказывают фактор заработной платы; для наркомании и гонореи большее значение имеет занятость населения; на сифилис наибольшее значение оказывают макроэкономические показатели развития территории и заработная плата, а на распространение туберкулеза - макроэкономическое состояние территории в целом. Анализ влияния рассматриваемых социально-экономических факторов на распространение основных форм ЗНО показал отсутствие какой-либо связи между изучаемыми явлениями. Однако изучение влияния социально-экономических факторов на частоту годичной летальности при ЗНО продемонстрировало возможность построения уравнения МЛР с высокими значениями коэффициента детерминации. Оценка вкладов отдельных групп факторов в значение результирующего показателя выявило картину, близкую к таковой при других социально-обусловленных заболеваниях. Изучение влияния социально - экономических и медицинских факторов на частоту годичной летальности при отдельных формах ЗНО в районах края показало, что для многих форм опухолей возможно построение уравнения МЛР с высокими значениями коэффициента детерминации. Суммирование вкладов отдельных факторов в значение результирующего показателя выявило, что за исключением рака молочной железы, наибольшее влияние на частоту годичной летальности при ЗНО оказывают не медицинские, а социально -