

Литература

1. You H., Yuan R. *A stage-structured predator-prey model with two delays due to juvenile maturation* // Acta Mathematicae Applicatae Sinica, English Series. 2011. P. 1–20.
2. Демиденко Г. В., Матвеева И. И. *Асимптотические свойства решений дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом* // Вестник НГУ. Серия: математика, механика, информатика. 2005. Т. 5. № 3. С. 20–28.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДОВ НМ-СЕТИ С ОГРАНИЧЕННЫМ
ВРЕМЕНЕМ ОЖИДАНИЯ РАЗНОТИПНЫХ ЗАЯВОК И
НЕНАДЕЖНЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ**

С.Э. Статкевич

Использование на практике сетей массового обслуживания (МО) довольно широко. Они применяются при моделировании объектов беспроводной локальной сети, различных систем документооборота, информационно-телекоммуникационных систем и сетей и др. В работах [1,2], в частности, показано, что из себя представляют системы МО и заявки. Описываются и другие элементы сетей МО.

НМ-сети с доходами являются расширением понятия сетей МО. В таких сетях заявка при переходе из одной системы массового обслуживания (СМО) в другую приносит последней некоторый доход, а доход первой СМО соответственно уменьшается на эту величину. Результаты исследования НМ-сетей с похожими особенностями представлены в работах [3,4].

Рассмотрим открытую экспоненциальную сеть МО с разнотипными заявками, которая состоит из n СМО S_1, \dots, S_n . В сеть поступает простейший поток заявок из внешней среды (системы S_0) с интенсивностью λ . Заявки подразделены на r типов. Пусть m_i – количество линий обслуживания в i -й СМО, $i = \overline{1, n}$. Если поступившая в S_i заявка типа c находит хотя бы одну исправную линию обслуживания свободной от других заявок, то она немедленно начинает обслуживаться, $c = \overline{1, r}$. Время обслуживания является показательной случайной величиной со средним μ_{ic}^{-1} . Через p_{icjs} обозначим вероятность того, что заявка типа c после обслуживания в системе S_i поступит в систему S_j как заявка типа s (тем самым предполагаем, что при переходе между системами сети заявки могут менять свой тип.), $i, j = \overline{0, n}$, $c, s = \overline{1, r}$.

Длительность пребывания заявки типа c в очереди системы S_i также является показательной случайной величиной со средним θ_{ic}^{-1} , $i = \overline{1, n}$, $c = \overline{1, r}$, и не зависит от других факторов, например от времени пребывания в очереди других заявок. Заявка, время ожидания которой в очереди S_i истекло, переходит в систему S_j с вероятностью q_{icjs} . Матрицы $P = \|p_{icjs}\|_{(n+1) \times n}$ и $Q = \|q_{icjs}\|_{n \times (n+1)}$, $c = \overline{1, r}$, являются матрицами переходов неприводимых марковских цепей.

Считаем, что линии обслуживания системы S_0 абсолютно надежны, а в других системах сети могут подвергаться случайным поломкам. После поломки линия немедленно начинает восстанавливаться. Время восстановления имеет показательную функцию распределения с параметром γ_i , $i = \overline{1, n}$.

В результате получены неоднородные ОДУ, позволяющие прогнозировать ожидаемый доход i -й системы МО в которой циркулируют разнотипные заявки

$$\frac{dv_i(t)}{dt} = - \left(\sum_{c,s=1}^r \mu_{ic} \min(N_{ic}(t), \bar{d}_i(t)) \sum_{\substack{j=0 \\ (j \neq i)}}^n b_{icjs} p_{icjs} + \right.$$

$$\begin{aligned}
& + \sum_{c,s=1}^r \theta_{ic} \min(N_{ic}(t), \bar{d}_i(t)) \sum_{\substack{j=0 \\ (j \neq i)}}^n \bar{H}_{icjs} q_{icjs} \Big) - \\
& - \gamma_i h_i (m_i - \bar{d}_i(t)) + \lambda \sum_{c=1}^r a_{0cic} p_{0cic} + c_i, \quad i = \overline{1, n},
\end{aligned}$$

где $N_{ic}(t)$ – среднее количество заявок типа c (в очереди и на обслуживании) в системе S_i в момент времени t ; $\bar{d}_i(t)$ – среднее число исправных линий обслуживания с системе S_i в момент времени t , $0 \leq \bar{d}_i(t) \leq m_i$; b_{icjs} – математическое ожидание случайного дохода, получаемого системой S_i в случае, когда заявка, получив обслуживание в этой системе, переходит на обслуживание в систему S_j как заявка типа c ; \bar{H}_{icjs} – математическое ожидание случайного дохода, получаемого системой S_i в случае, когда заявка, не дождалась обслуживания и переходит на обслуживание в систему S_j как заявка типа s ; h_i – математическое ожидание случайных затрат, связанных с восстановлением неисправной линии обслуживания в системе S_i ; a_{0cic} – математическое ожидание случайного дохода, который получает система S_i , в случае, когда заявка типа c поступает из внешней среды на обслуживание в эту систему; c_i – математическое ожидание дохода, получаемого системой S_i за счет процентов на денежные средства находящихся в ней, $i, j = \overline{1, n}$, $c = \overline{1, r}$.

Литература

1. Матальцкий М. А., Статкевич С. Э. *Стохастические сети с ограниченным временем ожидания заявок и ненадежным обслуживанием: моногр.* Гродно.: ГрГУ, 2014.
2. Матальцкий М. А., Науменко В. В. *Стохастические сети с нестандартными перемещениями заявок: моногр.* Гродно: ГрГУ, 2016.
3. Статкевич С. Э., Матальцкий М. А. *Об одном методе исследования НМ-сетей с ограниченным временем ожидания заявок* // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. 2010. Т. 92. № 1. С. 13–119.
4. Статкевич С. Э. *Об одном методе исследования НМ-сетей с ненадежными системами обслуживания* // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. 2011. Т. 111. № 2. С. 89–105.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ИНТЕРАКТИВНЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДИНАМИКИ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В.Б.Таранчук, Д.В.Баровик

На земном шаре существуют целые регионы, в которых лесные пожары происходят с регулярной периодичностью, и при этом не фиксируется успешность в их предотвращении и тушении. Требуются новые технические решения, более эффективные методы организации и управления работами. Наиболее сложным при этом является этап ликвидации чрезвычайных ситуаций, когда для принятия оптимальных управленческих решений принципиально важно иметь достоверные прогнозы распространения фронта горения, в том числе, оценки затрат и последствий при альтернативных вариантах действий. В правильных экспертных решениях обязательны учет конкретной обстановки, состава и состояния растительности, рельефа территории, истории и текущих погодных условий, множества других факторов. Понятно, что анализировать громадный объем