

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДДОГОВОРНОГО ЭТАПА ОХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF PRE- CONTRACTUAL STAGE OF SECURITY ACTIVITY

*Рассматриваются этапы охранной деятельности, выделяется этап преддоговорной деятельности для разработки математической модели. Обосновывается выбор математического аппарата в виде цветных сетей Петри для построения модели. Описывается процесс построения математической модели и её применение для исследования охранной деятельности.*

*The stages of guarding activity are considered, the stage of pre-contract activities for the development of a mathematical model is singled out. The choice of a mathematical apparatus in the form of colored Petri nets for constructing a model is substantiated. The process of constructing a mathematical model and its application for the study of security activity are described.*

Обеспечение сохранности имущества и материальных ценностей от преступных посягательств в настоящее время преимущественно решается путем осуществления охранной деятельности, предоставляемой как услуга различными государственными и частными структурами. Исследование охранной деятельности позволило определить, что помимо технических, экономических, кадровых вопросов, особое внимание необходимо уделять организационным процессам [1]. Первым этапом в перечне организационных процессов является этап преддоговорной работы: первичное консультирование потенциального клиента по вопросам организации охраны (состав услуг, типы оборудования, стоимость монтажных работ, сроки выполнения работ, стоимость ежемесячной абонентской платы), целью которого является назначение времени обследования объекта или монтажа технических средств охраны (ТСО), а также сбор необходимых сведений о клиенте и объекте [2].

Учитывая значительно разнообразие возможных потребностей в оказании охранных услуг необходимо проведение исследования охранной деятельности в целях улучшения её эффективности. Одним из эффективных методов исследования являются математические модели, заменяющие реальные процессы математическими объектами, отражающими интересующие нас характеристики и параметры. Наибольшее соответствие организационных процессов и используемого математического аппарата для их описания имеют цветные сети Петри, которые позволяют уменьшать размер моделей, путем введения дополнительных свойств элементов сети

Петри. Формальное описание цветных (раскрашенных) сетей Петри [3] приведено ниже.

Цветная сеть Петри (ЦСП) – это кортеж

$$CPN = (\Sigma, P, T, A, N, C, G, E, I),$$

где  $\Sigma$  – конечное множество непустых типов, называемых множеством цветов,

$P$  – конечное множество позиций,

$T$  – конечное множество переходов,

$A$  – конечное множество дуг, такое что  $P \cap T = P \cap A = T \cap A = \emptyset$ ,

$N$  – узловая функция, определяющая из  $A$  в  $P \times T \cup T \times P$ .

$C$  – цветовая функция, определяющая из  $P$  в  $\Sigma$ .

$G$  – функция защиты; определяется из  $T$  в выражения, такие что:

$$\square t \square T: [\text{Type}(G(t)) = \text{Bool} \square \square \text{Type}(\text{Var}(G(t))) \square \square \square].$$

$E$  – функция дуги, определяется из  $A$  в выражения, такие что:

$$\square a \square A: [\text{Type}(E(a)) = C(p(a))_{MS} \square \square \text{Type}(\text{Var}(E(a))) \square \square \square],$$

где  $p(a)$  – это позиция  $N(a)$ .

$I$  – функция инициализации. Определяется из  $P$  в замкнутые выражения, такие что:

$$\square p \square P: [\text{Type}(I(p)) = C(p)_{MS}].$$

Средой разработки моделей в виде ЦСП является программный продукт CPN Tools [4]. Рассмотрим последовательность построения модели процессов охранной деятельности на примере преддоговорного этапа.

Клиент, обращаясь за предоставлением охранных услуг, имеет свои потребности, определяемые типом охраняемого объекта (обозначим через  $Tip$ ). В качестве типа могут выступать такие лексемы как «квартира», «магазин», «киоск», «склад», «офис» и т.п.

Таким образом первой позицией в разрабатываемой модели будет позиция «Client», от которой будут поступать цветные фишки, соответствующие типу объекта:

$$colset \ Tip = STRING.$$

Для того, чтобы обращение клиента «с\_tip» было обслужено необходимо, установить переход (назовем его «eqv»), в который также будет входить дуга из позиции, соответствующей накопителю типов объектов «BDTip», охрану которых может осуществлять поставщик охранных услуг, например, «kiosk», «kvartira», «office» и др.

При срабатывании перехода в соответствии с выражением

$$if (c\_tip = tip) then c\_tip else obr$$

в позиции  $G$  появится либо заявка с соответствующим типом объекта, подлежащего охране, либо сообщение об обращении клиента. Где  $obr$  – является фишкой с постоянным значением «obr», сигнализирующем об отклоненном обращении. Чтобы информация об обращении клиента с объектом, тип которого в настоящее время не подлежит охране, не исчезала, а могла

быть в дальнейшем обработана, вводится позиция «not G». Ввод в неё фишек производится в соответствии со следующим выражением:

*if c\_tip=tip then obr else c\_tip.*

Таким образом рассмотрение первых шагов преддоговорного этапа по приему обращения потенциального клиента может быть представлено следующей математической моделью в виде ЦСП (см. рис. 1).

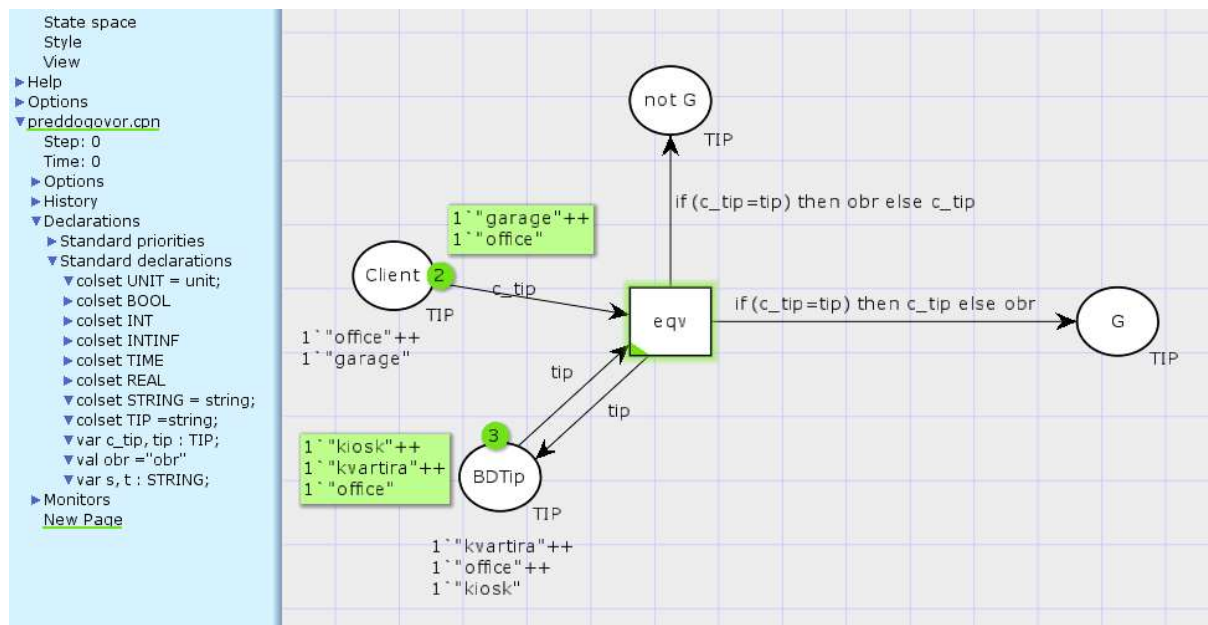


Рис. 1. Цветная сеть Петри (начальное состояние)

Формальное описание построенной на данном этапе модели будет следующим:

$$PDE = (\Sigma, P, T, A, N, C, G, E, I),$$

где  $\Sigma = (Tip).$

$P = (p_1 = Client; p_2 = BDTip; p_3 = not\ G; p_4 = G).$

$T = (t_1 = eqv).$

$A = (a_1; a_2; a_3; a_4; a_5).$

$N(a_1) = (p_1, t_1); N(a_2) = (p_2, t_1); N(a_3) = (t_1, p_2); N(a_4) = (t_1, p_3); N(a_5) = (t_1, p_4).$

$C(Client) = C(BDTip) = C(not\ G) = C(G) = Tip.$

$G = \emptyset.$

$E(a_1) = c\_tip; E(a_2) = E(a_3) = tip; E(a_4) = if\ c\_tip=tip\ then\ obr\ else\ c\_tip;$

$E(a_5) = if\ (c\_tip=tip)\ then\ c\_tip\ else\ obr.$

$I(Client) = (garage, office); I(BDTip) = (kiosk, kvartira, office).$

В данной модели в начальном состоянии (см. рис. 1) клиент обращается с двумя заявками, соответствующими типам охраняемых объектов «garage» и «office». В соответствии с заданными функциями дуг в результате работы сети в позициях G и not G, появятся фишки с сообщениями, позволяющими принимать решения о дальнейшем взаимодействии с клиентом, либо о востребованности в оказании определенного вида охранных

услуг, которые в настоящее время не предоставляются охранным предприятием (см. рис. 2).

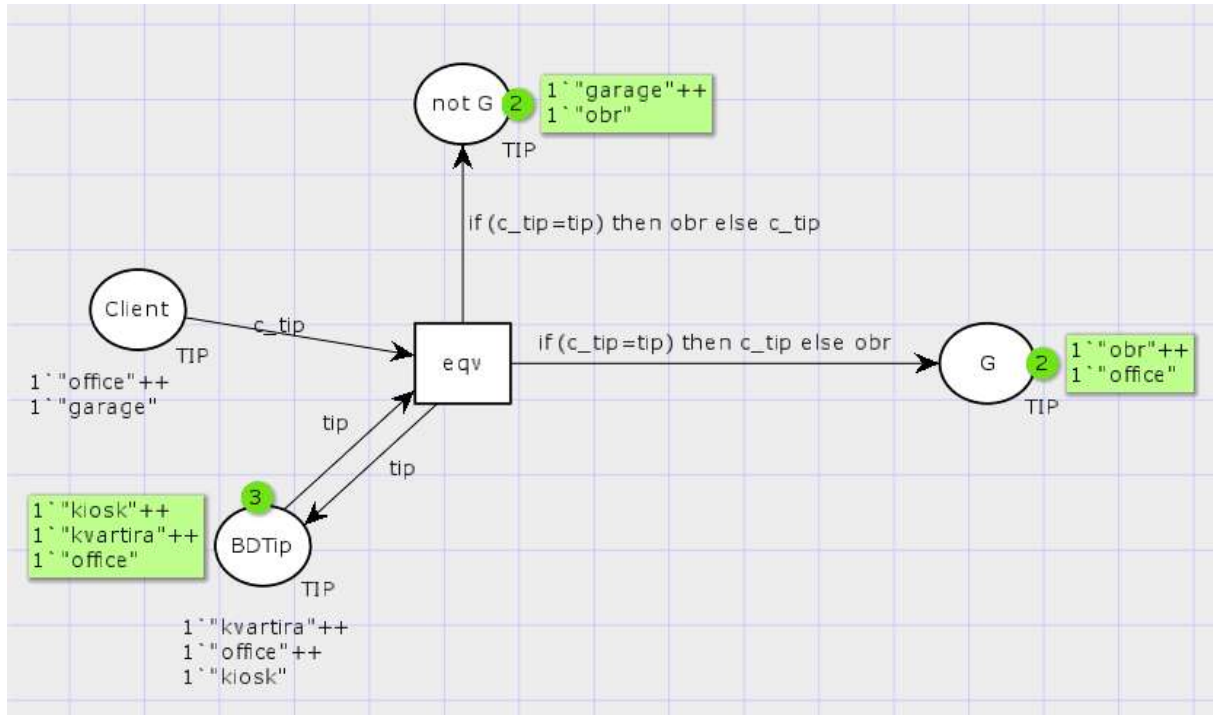


Рис. 2. Цветная сеть Петри (конечное состояние)

Следует отметить, что представленная на рис. 2 модель не является единственно возможной даже для такого небольшого фрагмента преддоговорного этапа охранной деятельности. Например, ниже на рис. 3 представлена модель в виде сети Петри, реализующая те же самые процессы, но только с использованием функций защиты, устанавливаемых в переходах. При этом отпадает необходимость в создании функций дуг. Таким образом модель, представленная на рис. 3, будет описываться следующим кортежем

$$PDE_2 = (\Sigma, P, T, A, N, C, G, E, I),$$

где  $\Sigma = (STRING)$ .

$P = (p_1 = Client; p_2 = BDTip; p_3 = not G; p_4 = G)$ .

$T = (t_1 = Y; t_2 = N)$ .

$A = (a_1; a_2; a_3; a_4; a_5; a_6; a_7; a_8)$ .

$N(a_1) = (p_1, t_1); N(a_2) = (p_1, t_2); N(a_3) = (p_2, t_1); N(a_4) = (p_2, t_2); N(a_5) = (t_1, p_2); N(a_6) = (t_2, p_2); N(a_7) = (t_1, p_3); N(a_8) = (t_2, p_4)$ .

$C(Client) = C(BDTip) = C(not G) = C(G) = STRING$ .

$G(t_1) = (c\_tip <> tip); G(t_2) = (c\_tip = tip);$

$E(a_1) = E(a_2) = E(a_7) = c\_tip; E(a_3) = E(a_4) = E(a_5) = E(a_6) = E(a_8) = tip$ .

$I(Client) = (garage, office); I(BDTipe) = (kiosk, kvartira, office)$ .

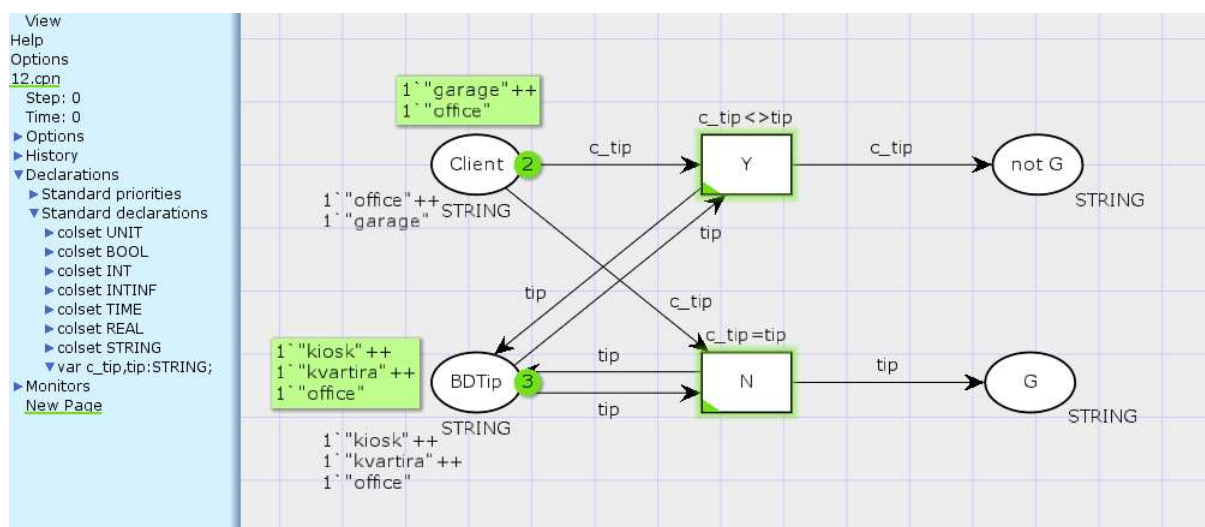


Рис. 3. Фрагмент модели преддоговорного этапа

Добавление в данную модель новых позиций и цветов, позволит получить значения эффективности преддоговорной работы [5]. Например, добавим (рис. 4):

позиции  $p_5 = K\_not\_G$  и  $p_6 = K\_G$ ,

цвет  $\sigma_2 = INT$ ,

дуги  $a_9, a_{10}$ ,

узловые функции  $N(a_9) = (t_1, p_5)$  и  $N(a_{10}) = (t_2, p_6)$ ,

цветовые функции  $C(K\_not\_G) = C(K\_G) = INT$ ,

функции дуг  $E(a_9) = E(a_{10}) = +1$ .

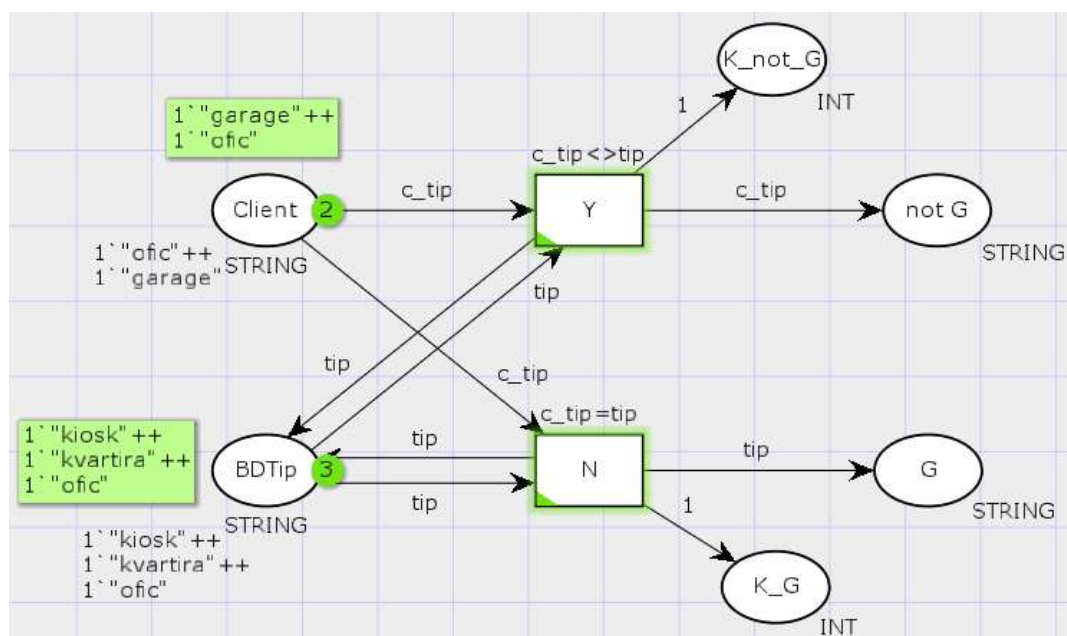


Рис. 4. Модель преддоговорного этапа

Тогда после работы сети в введенных позициях будут количественные значения, позволяющие определить насколько эффективна работа охранного подразделения на преддоговорном этапе.

Дальнейшее исследование информационных процессов, осуществляемых на преддоговорном этапе, потребует включения в созданную модель и других дополнительных элементов, количество и назначение которых будет определяться степенью детализации.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Смышников Д.О. Декомпозиционное моделирование рисков деятельности охранных подразделений // Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам LVIII международной науч.-практ. конф. – № 5(45). – М., Интернаука, 2017 – С. 10-13.

2. Смышников Д.О. Критерии структурно-параметрической оптимизации организационных процессов охранной деятельности // Международная научно-практическая конференция «Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии» — Часть 2. — Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2016. – С. 240-244.

3. Jensen K. Coloured Petri Nets. – Springer, 2009. – 100 p.

4. <http://cpntools.org>

5. Смышников Д.О. Анализ информационных процессов на этапе преддоговорной работы // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития», Т.2, 2017. — С. 173-175.