

УДК 519.85: 005.823

DOI: [10.26102/2310-6018/2024.44.1.010](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.44.1.010)

Модель оптимального распределения возобновляемых ресурсов в управлении проектом противодействия криминальным угрозам и методика ее программной реализации

А.А. Жирнов^{1✉}, А.С. Овчинский², В.Ф. Макаров³, И.В. Гурлев⁴

¹Академия управления МВД России, Москва, Российская Федерация

²Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва, Российская Федерация

³Московский гуманитарный университет, Москва, Российская Федерация

⁴Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Резюме. В статье рассмотрены возможности применения проектного подхода к управлению деятельностью подразделений уголовного розыска. Актуализирована задача разработки моделей управления проектами противодействия криминальным угрозам. Указаны недостатки, по мнению авторов, не позволяющие без адаптации использовать существующие модели распределения ресурсов в исследуемой предметной области. Дано определение проекта противодействия криминальным угрозам. Предложены общие параметры такого проекта, позволяющие сформулировать задачу распределения возобновляемых ресурсов. Определенную новизну представляет подход к расчету минимального количества возобновляемых ресурсов, требуемого для реализации k -ой работы проекта. Сформулирована задача распределения возобновляемых ресурсов проекта противодействия криминальным угрозам, целью которого является раскрытие преступления. Для решения сформулированной задачи предложена оптимизационная модель целочисленного программирования. Приведен численный пример решения задачи и методика программной реализации предложенной модели в табличном процессоре. Рассмотрены особенности, которые, по мнению авторов, следует учитывать при применении предложенной модели и методики на практике, и возможные направления последующих исследований: исследование вида зависимости продолжительности работ проекта от количества исполнителей и других факторов; разработка базы знаний о параметрах проводимых работ.

Ключевые слова: проект противодействия криминальным угрозам, распределение возобновляемых ресурсов, проектный подход, метод критического пути, СРМ, PERT.

Для цитирования: Жирнов А.А., Овчинский А.С., Макаров В.Ф., Гурлев И.В. Модель оптимального распределения возобновляемых ресурсов в управлении проектом противодействия криминальным угрозам и методика ее программной реализации. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2024;12(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1500> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.44.1.010

The model of optimal distribution of renewable resources in the management of the criminal threat prevention project and the methodology of its program realization

A.A. Zhirnov^{1✉}, A.S. Ovchinskiy², V.F. Makarov³, I.V. Gurlev⁴

¹*Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, the Russian Federation*

²*The Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, the Russian Federation*

³*Moscow University for the Humanities, Moscow, the Russian Federation*

⁴*Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, the Russian Federation*

Abstract. The paper considers the applicability of a project approach to managing the activities of criminal investigation units. The problem of developing project management models for countering criminal threats is underscored. The disadvantages that do not make it possible to use the existing models of resource allocation in the subject area under study without significant adaptation are indicated. The criminal threat prevention project has been defined. The general parameters of such a project are given, which helps to determine the problem of renewable resource allocation. The approach to calculating the minimum amount of renewable resources required for the implementation of the k -th operation of the project. The problem of allocating renewable resources of the criminal threat prevention project, the purpose of which is to solve a crime, is defined. To solve this problem, an appropriate model of integer programming is proposed. A numerical example of the problem solution and a method of software implementation of the proposed model in a tabular processor are given. The features that the authors believe should be taken into account when applying the proposed model and methodology in practice and possible areas of future research are considered: the study of the project duration dependence type on the number of performers and other factors; the development of a knowledge base on the parameters of the conducted operations.

Keywords: criminal threat prevention project, allocation of renewable resources, project approach, critical path method, CPM, PERT.

For citation: Zhirnov A.A., Ovchinskiy A.S., Makarov V.F., Gurlev I.V. The model of optimal distribution of renewable resources in the management of the criminal threat prevention project and the methodology of its program realization. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1500> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.44.1.010 (In Russ.).

Введение

Как отмечают исследователи проблем управления, одним из перспективных направлений повышения эффективности организации деятельности органов государственной власти является применение проектного подхода [1, 2]. Мы полагаем, что проектный подход может найти применение и в управлении деятельностью органов внутренних дел (ОВД), в частности, при управлении деятельностью подразделений уголовного розыска (подразделений УР), для повышения их эффективности. Для реализации проектного подхода в этой сфере требуется разработка соответствующей специфике деятельности подразделений УР методологии и моделей управления, позволяющих принимать наиболее обоснованные решения.

Помимо вопросов, связанных с формированием состава команды проекта противодействия криминальным угрозам (проекта ПКУ) [3], и разработкой расписания проекта ПКУ (профилактического типа) [4] не менее важным представляется вопрос минимизации, без потери качества, времени реализации проекта ПКУ, целью которого является раскрытие преступления. Мы полагаем, что данное время можно минимизировать, путем оптимального распределения возобновляемых ресурсов по работам проекта ПКУ, решая соответствующую оптимизационную задачу.

Отметим, что несмотря на то, что задачи распределения ресурсов исследованы достаточно широко, они, как правило, ориентированы на распределение не возобновляемых (складируемых) ресурсов в коммерческом секторе. Это не позволяет, без адаптации применять их в организационных системах, главным элементом и основным ресурсом которых является индивид, кроме того, некоторые из разработанных моделей такого типа основаны на менее удобной (по нашему мнению) сетевой модели типа «работа-ребро», например, [5, 6].

Цель исследования: разработка модели оптимального распределения возобновляемых ресурсов в управлении проектом ПКУ, и методики ее программной реализации.

Методы проектного управления

Под проектом ПКУ, с позиции разрабатываемой нами методологии проектного управления в сфере противодействия криминальным угрозам, будем понимать *«деятельность, состоящую из совокупности упорядоченных оперативно-розыскных мероприятий и прочих законодательно предусмотренных действий, направленную на противодействие определенной криминальной угрозе или совокупности смежных криминальных угроз, осуществляемую в рамках ресурсных и временных ограничений»*.

Отметим, что «проект ПКУ» – общее понятие для всех проектов, реализуемых в подразделении УР, в рамках разрабатываемой нами методологии проектного управления в сфере противодействия криминальным угрозам, в дальнейшем в данной статье речь пойдет о проектах ПКУ, целью которых является раскрытие определенного преступления.

Согласно общей методологии проектного управления под работой проекта понимается трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов. Применительно к нашей предметной области, под работой проекта ПКУ будем понимать оперативно-розыскные мероприятия (ОРМ) и прочие законодательно предусмотренные действия, проводимые подразделениями УР и смежными подразделениями ОВД. Каждая работа проекта определяется продолжительностью, количеством ресурсов, требуемых для ее выполнения, отношениями предшествования.

В соответствии с используемой в проектном управлении терминологией все ресурсы проекта принято разделять на две основные категории: возобновляемые и невозобновляемые. Под возобновляемыми ресурсами принято понимать такие ресурсы, которые после использования в одних работах проекта можно использовать и в последующих работах (например, автотранспортные средства, средства связи), а под невозобновляемыми – такие ресурсы, запас (количество) которых расходуется при их использовании в работах (например, электричество, денежные средства).

Главным ресурсом подразделений УР, как организационной системы, являются ее кадровые ресурсы – сотрудники подразделений УР, от их компетенций, правильных и своевременных действий зависит эффективность подразделения.

В проектах ПКУ будем рассматривать трудовые ресурсы – членов команды проекта как отдельный подкласс возобновляемых ресурсов, предполагая, что после их назначения на одни работы при соблюдении режима труда и отдыха, то есть с продолжительностью служебного времени и времени отдыха ОВД, позволяющего им сохранять высокую работоспособность и восстанавливать силы в соответствии со ст.ст. 53-65, гл. 8¹, их можно планировать к назначению на последующие работы.

1. О службе в органах внутренних дел Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 30.11.2011 N 342-ФЗ (ред. от 10.07.2023) // СПС «КонсультантПлюс».

При планировании и реализации проектов используют сетевую модель проекта, отражающую множество его взаимосвязанных работ в виде ориентированного графа, без контуров, с одной исходной и одной завершающей вершиной. С точки зрения того, что в сетевой модели проекта соответствует работе вершина или ребро графа, различают диаграмму «ребро – работа» и диаграмму «вершина – работа». Некоторые недостатки моделей типа «ребро – работа» изложены в [7].

В проектах ПКУ мы предлагаем использовать рекомендуемые практиками проектного управления сетевые модели (диаграммы) типа «вершина – работа». Модели такого типа, по нашему мнению, более просты и удобны при построении и анализе сетевых диаграмм проектов.

В качестве базового метода определения временных параметров проектов ПКУ будем использовать широко исследованный метод критического пути (далее – МКП) [8]. Для оценки продолжительности работ в условиях неопределенности будем использовать подходы, применяемые в методе PERT [9].

Параметры работ проекта ПКУ

Все работы проекта ПКУ, целью которого является раскрытие определенного преступления, условно можно разделить на два типа: внутренние, выполняемые членами команды проекта ПКУ, «внутри» подразделения УР; внешние, выполняемые смежными подразделениями ОВД (например, кинологической службой, экспертно-криминалистическим подразделением и другими).

В дальнейшем тип работы проекта ПКУ будем обозначать индексом $q = \{UR, VN\}$, где UR – работа внутреннего типа; VN – работа внешнего типа.

Основным ресурсом проекта ПКУ являются возобновляемые ресурсы – сотрудники подразделений УР, члены команды проекта (далее – исполнители), численностью – OS .

Исходя из экспертной оценки руководителя проекта ПКУ, каждая k -ая работа проекта, типа UR , $k = 1, 2, \dots, K$, характеризуется параметрами:

$R_k^{UR,min}$ – минимальным количеством исполнителей, которых возможно назначить для выполнения k -ой работы, $R_k^{UR,min} = 1, \dots, OS$;

$R_k^{UR,max}$ – максимальным количеством исполнителей, которых возможно назначить для выполнения k -ой работы, $R_k^{UR,max} = 1, \dots, OS$, то есть таким количеством исполнителей, превышение которого, согласно оценке руководителя проекта, не позволит выполнить k -ую работу быстрее;

R_k^{UR} – количеством исполнителей, назначенных на выполнение k -ой работы, задается ограничением (1):

$$R_k^{UR,min} \leq R_k^{UR} \leq R_k^{UR,max}. \quad (1)$$

Отметим, параметр R_k^{UR} не позволяет определить общее количество возобновляемых ресурсов, требуемых для выполнения всех работ проекта ПКУ. Так, суммировав его значения для каждой k -ой работы ($\sum_{i=1}^K R_i^{UR}$), можно определить лишь суммарное число назначений исполнителей на работы.

Тогда для определения общего количества исполнителей, требуемых для выполнения всех работ проекта, можно ввести параметр $R_k^{q(v),min}$ – минимальное количество возобновляемых ресурсов, требуемое для реализации k -ой работы, для определения которого можно использовать формулу (2):

$$R_k^{UR(v),min} = \begin{cases} \text{если } k = 1, R_k^{UR} \\ \text{иначе, } \max(R_{kpr}^{UR(v),min}; R_k^{UR} + \sum_{i=1}^Z R_i^{UR}) \end{cases} \quad (2)$$

где kpr – работа-предшественник k -ой работы; Z – множество работ, имеющих общую работу-предшественника с k -ой работой.

Поясним расчет параметра $R_k^{UR(v),min}$, по формуле (2) на примере условного сетевого графика проекта ПКУ на Рисунке 1.

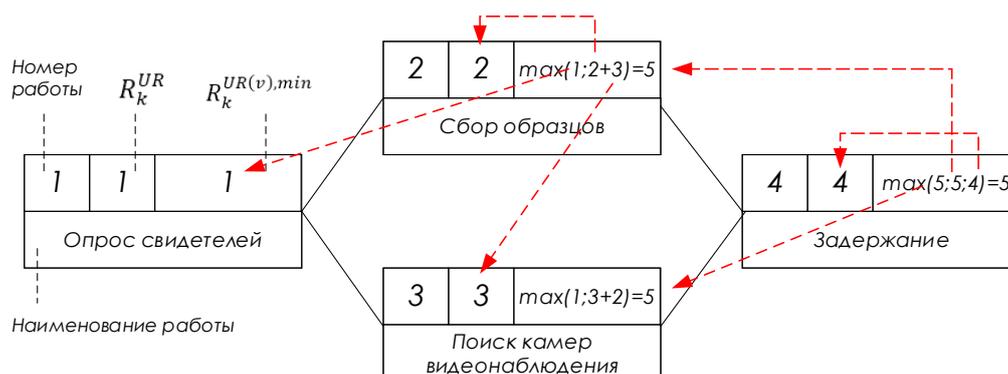


Рисунок 1 – Определение минимального количества возобновляемых ресурсов, требуемых для выполнения работ проекта ПКУ

Figure 1 – Defining the minimum amount of renewable resources required to carry out the operations of the criminal threat prevention project

На Рисунке 1 штрихованные стрелки красного цвета указывают на значения, используемые при расчете $R_k^{UR(v),min}$, и помогают легко видеть, что для выполнения четвертой работы, а значит и всего проекта ПКУ при заданных значениях R_k^{UR} потребуется пять исполнителей.

С точки зрения временных параметров проекта ПКУ, основным параметром его работ является t_k^q – оценочная продолжительность выполнения k -ой работы q -ого типа.

Оценочную продолжительность выполнения работы типа UR можно выразить в виде функции от количества исполнителей и других параметров работы. Отметим, что такая функция может быть различной формы. В целом, возможно предположить, что функция, описывающая это снижение, будет, во-первых, нелинейной и, во-вторых, иметь асимптоту. Мы полагаем, что продолжительность выполнения k -ой работы внутреннего типа, t_k^{UR} , можно определить по формуле (3), являющейся некоторой авторской модификацией зависимости, представленной в [10]:

$$t_k^{UR} = \frac{TB_k^{UR}}{1+(R_k^{UR}-1) \times DL_k^{UR}} \quad (3)$$

где TB_k^{UR} – оценочная продолжительность выполнения k -ой работы, типа UR , минимальным количеством исполнителей, определяется экспертными оценками;

DL_k^{UR} – доля параллельных операций в общем числе операций k -ой работы, определяется экспертными оценками, где под операцией понимается работа нижестоящего уровня по отношению к k -ой работе.

Поясним представленную выше функциональную зависимость (3) на численном примере. Предположим, что исходя из экспертной оценки руководителем проекта ПКУ требований к выполнению условной работы проекта ПКУ А1 – «поиск камер видеонаблюдения», для нее определены параметры: $R_{A1}^{ur,min} = 1$; $R_{A1}^{ur,max} = 9$; $TB_{A1}^{UR} =$

12(час); $DL_{A1}^{UR} = 0,9$. Тогда, подставляя в формулу (3) различное количество исполнителей, можно определить, что при $R_{A1}^{ur} = 2$, $t_{A1}^{UR} = 6,3$ (часов), при $R_{A1}^{ur} = 4$, $t_{A1}^{UR} = 3,2$ (часов) и т. д.

Раскрытие преступлений представляет собой сложный, комплексный процесс, в котором руководитель проекта ПКУ может оказывать управляющее воздействие только на продолжительность работ, выполняемых сотрудниками подразделения УР.

Для определения оценочной продолжительности работ VN типа мы предлагаем использовать классический подход к оценке продолжительности работ в условиях неопределенности, широко исследованный и применяемый в методе PERT [9], по формуле (4):

$$t_k^{VN} = \frac{a_k^{VN} + 4m_k^{VN} + b_k^{VN}}{6}, \quad (4)$$

где a_k^{VN} – минимальное (оптимистичное) время выполнения k -ой работы, типа VN ; m_k^{VN} – наиболее вероятное время выполнения k -ой работы, типа VN ; b_k^{VN} – максимальное (пессимистичное) время выполнения k -ой работы, типа VN .

Рассчитав по формулам (3, 4) оценочные продолжительности всех работ проекта ПКУ, используя подходы, применяемые в МКП, можно определить минимальную оценочную продолжительность всего проекта ПКУ.

Тогда каждую работу проекта ПКУ, помимо оценочной продолжительности t_k^q , можно описать:

T_k^{ES} – ранним началом k -ой работы, определяемым по максимальному оценочному времени завершения работ-предшественников k -ой работы, по формуле (5):

$$T_k^{ES} = \max_{j \text{ от } 1 \text{ до } k-1} T_j^{EF}, \quad (5)$$

где T_k^{EF} – раннее окончание k -ой работы, определяемое по формуле (6):

$$T_k^{EF} = T_k^{ES} + t_k^q. \quad (6)$$

Параметры T_k^{ES} , T_k^{EF} возможно определить в ходе «прямого прохода» при расчете сетевого графика проекта ПКУ по МКП. Отметим, что T_K^{EF} – раннее оценочное окончание последней работы проекта определяет минимальное оценочное время выполнения всего проекта ПКУ.

Перечисленные выше параметры работ проекта ПКУ позволяют сформулировать задачу оптимального распределения возобновляемых ресурсов проекта ПКУ.

Задача оптимального распределения возобновляемых ресурсов проекта ПКУ

Задача. Пусть имеется проект ПКУ с количеством сотрудников УР (далее – исполнителей) численностью OS и числом работ K в очередной итерации, где между работами проекта заданы отношения предшествования. Требуется найти такое распределение исполнителей проекта по K работам итерации проекта ПКУ, R_k^{UR} , с учетом их переназначения на новые работы после выполнения ранее назначенных, $R_k^{UR(v),min}$, которое бы минимизировало минимальную оценочную продолжительность проекта T_K^{EF} , без снижения качества выполняемых работ.

Для решения данной задачи можно предложить математическую модель целочисленного программирования, с минимизацией целевой функции – $T_K^{EF}(R_k^{UR})$, характеризующей минимальную оценочную продолжительность итерации проекта (7), с ограничениями: на максимальное и минимальное количество исполнителей, k -ой работы (1), на минимальное количество исполнителей, требуемых для реализации итерации

проекта, не превышающее количество всех доступных исполнителей (8), на значения, принимаемые переменной R_k^{UR} (9, 10):

$$T_K^{EF}(R_k^{UR}) \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$R_K^{UR(v),min} \leq OS, \quad (8)$$

$$R_k^{UR} = 1, \dots, OS, k = 1, \dots, K, \quad (9)$$

$$R_k^{UR} \in \mathbb{Z}^+. \quad (10)$$

С расчетом переменных модели, по формулам (1-6).

Для решения сформулированной задачи по предложенной модели целочисленного программирования можно использовать различные генетические алгоритмы, реализованные в широком спектре программных средств (MS Excel, LPSolve, CPLEX Optimizer и др.).

Вычислительный пример и методика программной реализации модели оптимального распределения возобновляемых ресурсов в управлении проектом ПКУ

Рассмотрим вычислительный пример и методику программной реализации предложенной модели в среде MS Excel с помощью надстройки «поиск решения», выбрав в качестве решения «эволюционный поиск решения», который представляет собой реализацию генетического алгоритма с отбором лучших значений целевой функции путем рекомбинации значений переменных модели.

Предположим, что для раскрытия некоторого преступления был инициирован проект ПКУ. Была сформирована команда проекта ПКУ, состоящая из руководителя проекта и семи наиболее опытных сотрудников УР (далее – исполнителей), $OS = 7$.

Руководителем проекта был разработан план проекта ПКУ и сформированы шесть работ проекта, $K = 6$, из которых пять работ внутреннего типа UR с условными наименованиями: «опрос свидетелей», «сбор образцов», «поиск камер по маршруту преступника», «отождествление личности», «задержание» – выполняемые силами команды проекта ПКУ; одна работа, внешнего типа VN , выполняемая силами экспертно-криминалистического подразделения: «экспертиза». Для всех работ проекта ПКУ заданы отношения предшествования согласно сетевому графику на Рисунке 2, где работа внешнего типа выделена в блоке с темно-синей заливкой.

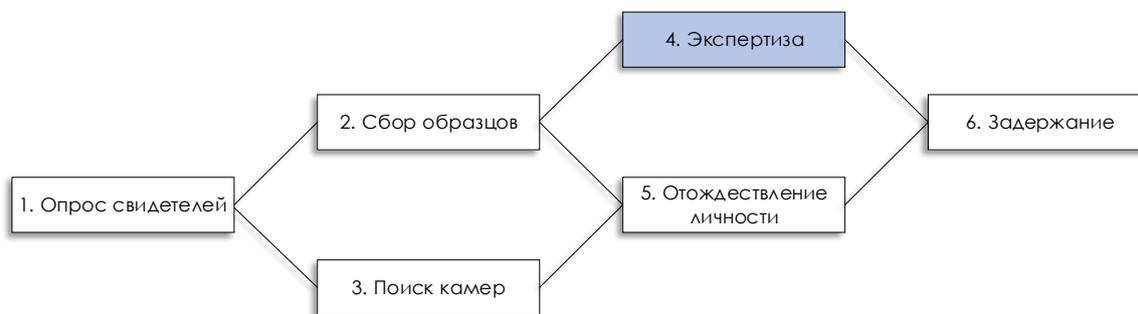


Рисунок 2 – Сетевой график проекта ПКУ
Figure 2 – Network graph of the criminal threat prevention project

Требуется решить задачу, найти такое оптимальное распределение сотрудников УР по работам проекта ПКУ – R_k^{UR} , которое бы минимизировало минимальную оценочную продолжительность проекта T_K^{EF} .

На первом шаге методики, в ячейках А1-Г8, необходимо создать таблицу, содержащую информацию о параметрах работ проекта, где указать: номер работы (k), наименование работы, минимальное и максимальное количество исполнителей, которых возможно назначить на выполнение работы ($R_k^{UR,min}$, $R_k^{UR,max}$); оценочную продолжительность выполнения k -ой работы, типа UR , минимальным количеством исполнителей (TB_k^{UR}) (ячейки Е3-Е8); долю параллельных операций в общем числе операций k -ой работы DL_k^{UR} (ячейки F3-F8); оценочную продолжительность -ой работы внешнего типа t_k^{VN} . Затем в ячейках Н1-Н8 сформировать столбец значений переменных модели – количество исполнителей, назначенных на выполнение k -ой работы, R_k^{UR} (Рисунок 3, где ячейки: с зеленой заливкой – ограничения модели; с оранжевой заливкой – переменные модели).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	k	Наименование работы	Ресурсные ограничения		Внутренние работы (тип UR)		Внешние работы (тип VN)	Кол-во назначенных исполнителей
2			$R^{UR,min}$	$R^{UR,max}$	TB^U	DL^U	t^{VN}	R^{UR}
3	1	Опрос свидетелей	2	7	3	0,4	-	
4	2	Сбор образцов	2	7	6	0,9	-	
5	3	Поиск камер	2	7	4	0,9	-	
6	4	Экспертиза	0	0	-	-	3	
7	5	Отождествление личности	2	7	4	0,3	-	
8	6	Задержание	5	7	4	0,1	-	

Рисунок 3 – Параметры работ проекта ПКУ

Figure 3 – Parameters of the criminal threat prevention project operations

На следующем шаге методики необходимо определить минимальное количество трудовых ресурсов проекта ПКУ, требуемых для реализации k -ой работы – $R_k^{q(v),min}$ по формуле (2), с учетом отношений предшествования между работами проекта.

Для этого сформируем таблицу значений $R_k^{q(v),min}$ для каждой k -ой работы проекта ПКУ в ячейках А12-С18, где в ячейках С13-С18 введем формулу (3) (Рисунок 4).

	A	B	C
12	k	Наименование работы	$R Q(V),min$
13	1	Опрос свидетелей	=Н3
14	2	Сбор образцов	=МАКС(Н3;Н4+Н5)
15	3	Поиск камер	=МАКС(Н3;Н5+Н4)
16	4	Экспертиза	=МАКС(С14;Н6+Н7)
17	5	Отождествление личности	=МАКС(С14;С15;Н7+Н6)
18	6	Задержание	=МАКС(С16;С17;Н8)

Рисунок 4 – Таблица минимального количества возобновляемых ресурсов, требуемых для выполнения последовательности работ проекта ПКУ

Figure 4 – Table of the minimum amount of renewable resources required to complete the sequence of criminal threat prevention project operations

На следующем шаге методики необходимо рассчитать временные параметры итерации проекта ПКУ «прямым проходом» по МКП, рассчитав для каждой работы:

оценочные продолжительности выполнения проекта работы (t_k^Q); раннее начало работы, где T_k^{ES} ; раннее окончание работы T_k^{EF} . Раннее окончание последней работы в итерации проекта T_6^{EF} будет характеризовать минимальную оценочную продолжительность выполнения проекта ПКУ. В ячейках A20-F26 сформируем таблицу временных характеристик работ проекта ПКУ, введя для расчета значений соответствующие формулы (Рисунок 5).

	A	B	C	D	E	F
20	k	Наименование работы	t^Q	T^{ES}	T^{EF}	R^{UR}
21	1	Опрос свидетелей	=ЕСЛИ(G3="";E3/(1+(H3-1)*F3);G3)	0	=D21+C21	=H3
22	2	Сбор образцов	=ЕСЛИ(G4="";E4/(1+(H4-1)*F4);G4)	=E21	=D22+C22	=H4
23	3	Поиск камер	=ЕСЛИ(G5="";E5/(1+(H5-1)*F5);G5)	=E21	=D23+C23	=H5
24	4	Экспертиза	=ЕСЛИ(G6="";E6/(1+(H6-1)*F6);G6)	=E22	=D24+C24	=H6
25	5	Отождествление личности	=ЕСЛИ(G7="";E7/(1+(H7-1)*F7);G7)	=МАКС(E23;E22)	=D25+C25	=H7
26	6	Задержание	=ЕСЛИ(G8="";E8/(1+(H8-1)*F8);G8)	=МАКС(E25;E24)	=D26+C26	=H8

Рисунок 5 – Временные характеристики работ проекта ПКУ
Figure 5 – Time characteristics of criminal threat prevention project operations

Отметим, что на Рисунке 5: формулы в ячейках D20-E26 соответствуют таблице отношений предшествования, определяющей последовательность проведения работ согласно графику работ итерации проекта на Рисунке 2; значение T_6^{EF} (ячейка E26, выделена красной заливкой ячейки), характеризует минимальную продолжительность всего проекта, и является целевой функцией модели (7).

На следующем шаге методики в ячейке F28 укажем количество исполнителей команды проекта, $OS = 7$. Данный параметр в дальнейшем будет использован в качестве ограничения модели (8).

На завершающем этапе методики в программном обеспечении, предназначенном для решения задач оптимизации, по заданным переменным и ограничениям (например, в надстройке «Поиск решения» в MS Excel), нужно вести: целевую функцию, переменные, ограничения модели согласно соответствующим формулам в Таблице 1.

Таблица 1 – Параметры надстройки «Поиск решения» при решении задачи
Table 1 – Parameters of the "Solution Search" add-in when solving a problem

Целевая функция	=MIN(\$E\$26)
Переменные	=СЧЁТ(\$H\$3:\$H\$8)
Ограничения	=C\$18<=F\$28
	=H\$3:H\$8<=D\$3:D\$8
	=H\$3:H\$8=ЦЕЛОЕ(H\$3:H\$8)
	=H\$3:H\$8>=C\$3:C\$8

Отметим, что при использовании надстройки MS Excel «Поиск решения» в качестве решателя следует выбрать метод поиска оптимального решения «Эволюционный поиск решения», который позволяет проводить оптимизацию для широкого класса негладких задач, с недифференцируемыми функциями.

В результате решения задачи по предложенной модели и методике мы получили решение, представленное в колонке (R_k^{UR}) Таблицы 2, при котором целевая функция принимает значение $T_6^{EF} = 7,7$ час.

Таблица 2 – Результаты решения задачи
Table 2 – Results of solving the problem

k	Наименование работы	t_k^{UR}	T_k^{ES}	T_k^{EF}	R_k^{UR}
1	Опрос свидетелей	0,9	0,0	0,9	7
2	Сбор образцов	1,3	0,9	2,2	5
3	Поиск камер	2,1	0,9	3,0	2
4	Экспертиза	3,0	2,2	5,2	0
5	Отождествление личности	2,1	3,0	5,1	4
6	Задержание	2,5	5,2	7,7	7

Из Таблицы 2 легко видеть, что при полученном решении, распределении сотрудников УР по работам итерации проекта ПКУ, минимальная оценочная продолжительность итерации проекта составит 7,7 часов.

Обсуждение

Стоит учитывать, что при раскрытии преступления первоначальный план проекта может быть скорректирован (например, добавлены новые работы, скорректированы отношения предшествования), тогда от руководителя проекта ПКУ потребуются своевременный пересчет распределения ресурсов, при каждом изменении структуры работ проекта.

Как мы указывали выше, связь между оценочной продолжительностью работ и количеством исполнителей, может описываться функциями, отличающимися от (3). Впрочем, при указании параметров работ ПКУ можно вести дополнительный параметр – «тип функции», и рассчитывать оценочную продолжительность работы определенного типа применительно к ее функциональной зависимости. Исследованию виду таких функций и выявлению их аргументов могут быть посвящены последующие исследования.

Мы полагаем, что для полноценной и эффективной реализации данной модели в практической деятельности понадобится обширная база знаний, содержащая статистические сведения о временных параметрах работ, проведенных в подразделении УР ранее.

Заключение

Мы полагаем, что предложенная модель, и методика ее программной реализации могут найти применение в подразделениях УР при реализации проектов ПКУ, направленных на раскрытие преступлений. При известных параметрах работ проекта ПКУ использование предложенных модели и методики позволит оптимально распределить возобновляемые ресурсы – сотрудников УР по работам проекта, что возможно позволит сократить и время раскрытия преступлений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чаркина Е.С. *Развитие проектного подхода в системе государственного управления: методология, опыт, проблемы*. М.: Институт экономики российской академии наук; 2017. 54 с.
2. Горошко И.В. *Цифровая трансформация и управление проектами*. В сборнике: *Цифровизация деятельности органов прокуратуры, 30 сентября 2020 года, Москва, Россия*. М.: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение

- высшего образования «Университет прокуратуры Российской Федерации»; 2021. с. 23–32.
3. Жирнов А.А. Модель и метод формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2022;10(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1239>. DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.004.
 4. Жирнов А.А. Модель разработки расписания проекта противодействия криминальным угрозам профилактического типа. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2023;11(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1455>. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.43.4.015.
 5. Глушков А.Ю. Математическая модель эффективного управления проектами путем оптимального распределения ресурсов. *Системы управления и информационные технологии*. 2020;(1):75–78.
 6. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Математическая модель оптимального распределения ресурсов в строительной сфере в условиях их дефицита. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2023;23(1):89–99.
 7. Царьков И.Н. *Математические модели управления проектами*. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М»; 2018. 514 с.
 8. Krishnamoorthy M. *Critical Path Method: A Review*. Department of Industrial Engineering, The University of Michigan Ann Arbor; 1968. 66 p.
 9. Cottrell W.D. Simplified program evaluation and review technique (PERT). *Journal of Construction Engineering and Management*. 1999;125(1):16–22. DOI: 10.1061/(asce)0733-9364(1999)125:1(16).
 10. Amdahl G.M. Validity of the single processor approach to achieving large scale computing capabilities. In: *AFIPS '67 (Spring): Proceedings of the spring joint computer conference, 18–20 April 1967, Atlantic City, New Jersey*. New York, USA: Association for Computing Machinery; 1967. p. 483–485.

REFERENCES

1. Charkina E.S. *Development of project approach in public administration: methodology, experience, problems*. Moscow, Institut ekonomiki rossiiskoi akademii nauk; 2017. 54 p. (In Russ.).
2. Goroshko I.V. Digital transformation and project management. In: *Tsifrovizatsiya deyatel'nosti organov prokuratury, 30 September 2020, Moscow, Russia*. Moscow, Federal'noe gosudarstvennoe kazennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya “Университет прокуратуры Россиiskoi Federatsii”; 2021. p. 23–32.
3. Zhirnov A.A. Model and method of forming the project team for countering criminal threats. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii = Modeling, optimization and information technology*. 2022;10(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1239>. DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.004. (In Russ.).
4. Zhirnov A.A. The model for developing the schedule for a project to counteract criminal threats of a preventive type. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii = Modeling, optimization and information technology*. 2023;11(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1455>. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.43.4.015. (In Russ.).

5. Glushkov A.Yu. Mathematical model of effective project management by optimal allocation of resources. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2020;(1):75–78. (In Russ.).
6. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Mathematical model of the optimal resources distribution in the construction sphere under conditions of their deficiency. *Vestnik yuzhno-ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika = Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, automatic control, radio electronics*. 2023;23(1):89–99. (In Russ.).
7. Tsar'kov I.N. *Mathematical models in project management*. Moscow, Nauchno-izdatel'skii tsentr INFRA-M; 2018. 514 p. (In Russ.).
8. Krishnamoorthy M. *Critical Path Method: A Review*. Department of Industrial Engineering, The University of Michigan Ann Arbor; 1968. 66 p.
9. Cottrell W.D. Simplified program evaluation and review technique (PERT). *Journal of Construction Engineering and Management*. 1999;125(1):16–22. DOI: 10.1061/(asce)0733-9364(1999)125:1(16).
10. Amdahl G.M. Validity of the single processor approach to achieving large scale computing capabilities. In: *AFIPS '67 (Spring): Proceedings of the spring joint computer conference, 18–20 April 1967, Atlantic City, New Jersey*. New York, USA: Association for Computing Machinery; 1967. p. 483–485.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Жирнов Андрей Александрович, адъюнкт кафедры информационных технологий Академии управления МВД России, Москва, Российская Федерация.
e-mail: aumskw@yandex.ru

Andrey A. Zhirnov, Postgraduate Student, the Department of Information Technology of the Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, the Russian Federation.

Овчинский Анатолий Семенович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности учебно-научного комплекса информационных технологий Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва, Российская Федерация.
e-mail: o4506179@yandex.ru

Anatoliy S. Ovchinskiy, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor at the Department of Information Security, the Educational and Scientific Complex of Information Technologies, The Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, the Russian Federation.

Макаров Валерий Федорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной информатики Московского гуманитарного университета, Москва, Российская Федерация.
e-mail: ovorta@mail.ru

Valeriy F. Makarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor at the Department of Applied Informatics, Moscow University for the Humanities, Moscow, the Russian Federation.

Гурлев Игорь Валентинович, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация.
e-mail: gurleff@mail.ru

Igor V. Gurlev, Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher at the Laboratory of Transport System Organization, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, the Russian Federation.

*Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 31.01.2024;
принята к публикации 15.02.2024.*

*The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 31.01.2024;
accepted for publication 15.02.2024.*