

УДК 519.157.2: 517.977

DOI: [10.26102/2310-6018/2022.39.4.004](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.39.4.004)

Модель и метод формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам

А.А. Жирнов✉

Академия управления МВД России, Москва, Российская Федерация
AUMSKW@yandex.ru✉

Резюме. В статье сформулирована задача формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам, которую можно решать, используя методологию исследования операций как оптимизационную задачу о назначениях. Рассмотрен основной недостаток решения данной задачи с помощью классической задачи о назначениях – возможность оптимизации только по одному критерию. Рассмотрена проблема многокритериального выбора, перечислены известные методы многокритериальной оптимизации, указаны две основные группы данных методов. Рассмотрен один известный подход к решению задачи о назначениях с учетом множества критериев, путем их линейной аддитивной свертки в агрегированный критерий, указаны некоторые недостатки данного подхода. На основе указанного подхода автором был сформулирован вариант модели и метода решения многокритериальной задачи о назначениях, с некоторым нивелированием выявленных недостатков. В предложенном авторском подходе используется свертка критериев на основе отклонения от идеальной точки, с измерением расстояния в евклидовом пространстве. Указаны возможные ограничения в применении авторского варианта метода решения многокритериальной задачи о назначениях на практике, в связи с чем предложен специальный эвристический метод, позволяющий их нивелировать. Предложен алгоритм метода формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам.

Ключевые слова: проект противодействия криминальным угрозам, задача о назначениях, многокритериальная задача о назначениях, команда проекта.

Для цитирования: Жирнов А.А. Модель и метод формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2022;10(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1239> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.004

Model and method of forming the project team for countering criminal threats

А.А. Zhirnov✉

Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russian Federation
AUMSKW@yandex.ru✉

Abstract. The article defines the task of forming the project team for countering criminal threats, which can be solved using the methodology of operations research as an optimization assignment problem. The main drawback of using the classical assignment problem to solve this problem is considered – the possibility of optimization by one criterion only. The problem of multi-criteria selection is regarded. Major methods of multi-criteria optimization are listed. Two main groups of these methods are specified. One of them is examined with reference to a set of criteria by their linear additive convolution into super criteria. Some disadvantages of this approach are indicated. Based on this approach, the author formulated a variation of the model and the method for solving the multi-criteria assignment problem with some leveling of the identified shortcomings. The proposed author's approach employs the

convolution of criteria by deviating from the ideal point with the measurement of distance in Euclidean space. Possible limitations to the application of the author's version of the method for solving the multi-criteria assignment problem in practice are indicated for which reason a special heuristic method is suggested that helps to level them. The algorithm of the method for forming the project team for countering criminal threats is given.

Keywords: project for countering criminal threats, assignment problem, multi-criteria assignment problem, project team.

For citation: Zhirnov A.A. Model and method of forming the project team for countering criminal threats. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2022;10(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1239> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.004 (In Russ.).

Введение

Современный уровень развития науки и техники, ускоряющиеся процессы «цифровизации» правоохранительных органов, актуализируют требования к уровню профессиональной подготовки сотрудников правоохранительных органов [1, 2]. При реализации подразделениями уголовного розыска (далее – подразделениями УР) проектов противодействия криминальным угрозам (далее – проектов ПКУ), особое внимание должно быть уделено компетенциям оперативных сотрудников, выполняющих работы таких проектов.

Мы полагаем, что, применяя математические модели и методы для определения оптимального состава исполнителей работ проекта ПКУ, возможно повысить положительный эффект от реализации таких проектов.

Цель исследования: разработка математической модели и метода формирования состава команды проекта ПКУ.

Методы исследования операций

Исследователи проблем управления определяют процесс формирования команды проекта по-разному. Так в работах [3, 4, 5] он рассматривается как состоящий из подзадач: формирования *состава* команды; адаптации ее уже сформированного состава. Придерживаясь указанного подхода, в настоящей работе мы будем рассматривать подзадачу формирования состава команды проекта (далее – ФСКП).

В проектах ПКУ, с предиктивной моделью жизненного цикла проекта, предполагающей последовательно-параллельное однократное выполнение фаз проекта, и детерминированный состав работ, задачу ФСКП, содержательно можно сформулировать в следующем виде – предварительный подбор для каждой работы проекта наиболее компетентного исполнителя, из множества потенциальных исполнителей.

Иными словами, задача ФСКП ПКУ сводится к задаче поиска наиболее благоприятных, с точки зрения удовлетворения потребностей работ, пар «работа – исполнитель», которую можно решать, используя методологию исследования операций, как оптимизационную задачу о назначениях.

Содержательно, в задаче о назначениях требуется распределить исполнителей по работам, при известной стоимости выполнения исполнителем работы, таким образом, чтобы обеспечить минимизацию общих затрат [6].

Математическая модель задачи о назначениях формулируется в следующем виде: исходными параметрами модели являются: n работ; t исполнителей; стоимость выполнения i -ой работы j -ым исполнителем c_{ij} . Переменные модели x_{ij} принимают значения согласно условию (1):

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если работа } i \text{ выполняется исполнителем } j, \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (1)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ и $j = 1, 2, \dots, m$.

Тогда целевую функцию модели $L(X)$, характеризующую общие затраты, можно записать в виде модели линейного программирования (2), при ограничениях: на количество исполнителей для работы (3), на количество работ для исполнителя (4), на значения, принимаемые переменной (5).

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n; \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, m; \quad (4)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, \\ 1, \end{cases} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m). \quad (5)$$

В ряде случаев условия рассматриваемой задачи могут требовать максимизации целевой функции $L(X)$, тогда для приведения математической модели к нужной форме используют подход с заменой $L(X)$ на $L'(X) = -L(X)$, при котором решение задачи $L'(X) \rightarrow \min$ равносильно решению $L(X) \rightarrow \max$.

Задачу о назначениях можно решать одним из известных методов. Впервые точный метод решения задачи о назначениях – метод потенциалов, был предложен Канторовичем А.В. и Гавуриным М.К. в 1949 году. В середине 1950-х годов Г. Куном был разработан более эффективный «венгерский метод» решения задачи о назначениях, с временной сложностью $O(n^4)$ [7], позднее появились его модификации, имеющие временную сложность $O(n^3)$ [8].

Решая задачу о назначениях как подзадачу ФСКП ПКУ, значения c_{ij} в модели (2-5), можно рассматривать, как уровень соответствия компетенции j -ого исполнителя требованиям i -ой работы проекта, а целевую функцию $L(X)$ (2), как некоторый аддитивный уровень соответствия компетенции исполнителей всем требованиям работ проекта, характеризующий общее качество назначений в проекте ПКУ.

В то же время, применение рассмотренной выше модели (2-5), для решения практических задач, существенно ограничено. Дело в том, что целевая функция (2) оптимизируется только по одному критерию оптимальности - c_{ij} , в то время как в действительности при подборе оптимального исполнителя для конкретной работы, оценивается одновременно несколько его качеств (компетенций).

Вариант многокритериальной задачи о назначениях

Проблеме многокритериального выбора в оптимизационных задачах посвящены работы многих ученых. Известные методы многокритериальной оптимизации условно можно разделить на две основные группы. В методах первой группы многокритериальная задача сводится к однокритериальной, путем свертки вектора критериев в суперкритерий [9, 10, 11]. К методам второй группы относятся методы компромисса, уступок, анализа иерархий и другие [12, 13].

Наиболее известным методом первой группы является метод, рассмотренный в работе Ларичева О.И., где задача о назначениях с учетом множества критериев названа «многокритериальной задачей о назначениях» (далее – МЗН) [9].

В содержательной постановке МЗН каждый исполнитель обладает набором возможностей (компетенций), а каждая работа – набором требований к компетенции исполнителя. Вводится понятие критериального соответствия, определяющего различие

между требованиями и возможностями, эквивалентом которого является вектор соответствия. На основе векторов соответствия с помощью линейной свертки вычисляется агрегированный критерий, значения которого используют при решении классической задачи о назначениях [9].

Проведенный нами анализ модели и механизма метода решения МЗН, позволил выявить ряд их недостатков:

1. Используется порядковая шкала. Основной недостаток порядковой шкалы, связан с тем, что ее значения можно сравнивать только по отношениям «больше», «меньше» или «равно», при этом затруднительно выяснить, во сколько раз одно значение превышает другое.

2. В агрегированном критерии все компоненты имеют равный вес. Предпочтения лица, принимающего решения (далее – ЛПР) относительно компетенций исполнителя учитываются несколько позже, на других этапах метода решения МЗН, что, на наш взгляд, несколько его усложняет. Мы полагаем, что вес критериев можно учесть уже на этапе свертки агрегированного критерия.

3. Предложенная линейная аддитивная свертка критериев в ряде случаев не обеспечивает получение необходимых парето-оптимальных точек [13, 14].

На основе подхода, предложенного в работе [10], нами был сформулирован авторский вариант модели и метода решения МЗН с некоторым нивелированием указанных выше недостатков в следующей формальной постановке:

Имеются исходные множества: $R = \{R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n\}$, с n количеством работ; $IS = \{IS_1, IS_2, \dots, IS_j, \dots, IS_m\}$, с m количеством исполнителей. Каждая работа R_i характеризуется совокупностью критериев-требований (далее – критериев-Т) $TR_i = \{tr_{i1}, tr_{i2}, \dots, tr_{ig}\}$, а каждый исполнитель IS_j характеризуется совокупностью критериев-компетенций (далее – критериев-К) $COM_j = \{com_{j1}, com_{j2}, \dots, com_{jg}\}$, где g , равное для работ и исполнителей число критериев. Предполагается, что критерии-К и критерии-Т заданы в номинальной шкале и идентичны друг другу по смысловому содержанию от 1 до g .

Отметим, что применительно к подразделениям УР, в качестве пар «критериев-Т, критериев-К» могут быть рассмотрены индикаторы показателей системы оценки деятельности подразделений УР, например, п. 25 «уровень профессиональной подготовки сотрудников подразделений УР»¹, сведения из послужного списка сотрудника подразделения УР, сведения о штатном количестве сотрудников подразделений УР и другие.

Назовем многокритериальной мерой соответствия MMS_{ij} , переменную, характеризующую качество назначения j -ого исполнителя на i -ю работу проекта. Качество назначения при $MMS_{ij} = 0$ будем считать наилучшим, а увеличение MMS_{ij} будет характеризовать его ухудшение. Другими словами, переменная MMS_{ij} будет показывать отклонение критериев-К j -ого исполнителя от критериев-Т i -ой работы, соответственно, чем больше это отклонение, тем качество назначения хуже.

Тогда в задаче требуется определить оптимальное сочетание пар «работа-исполнитель» таким образом чтобы максимизировать суммарное качество назначений исполнителей на работы проекта.

Решением варианта МЗН будет являться единичная диагональная матрица, ненулевые элементы которой будут соответствовать назначениям, формирующим решение о составе команды проекта.

¹ «О системе изучения и оценки деятельности подразделений уголовного розыска территориальных органов МВД России на региональном уровне» распоряжение МВД России № 1/9078 от 06.11.2015 г.

На первом этапе решения сформулированной выше задачи, критерии-К необходимо привести к единой шкале. Это требуется для того, чтобы в дальнейшем при расчете агрегированного критерия, каждый из критериев-К по умолчанию имел равный вес.

Процедура приведения значений к шкале нормального распределения (стандартизация) более удобна, и позволяет получить более объективный результат (по сравнению с нормализацией) при наличии в выборке критериев-К выбросов, а также при использовании полученных преобразованных значений в расчетах, основанных на измерении расстояний. Кроме того, стандартизация критериев-К позволит быстро определить необходимый уровень критерия-Т.

Например, известно, что для выполнения некоторой работы проекта ПКУ, в основном связанной с проведением оперативно-розыскного мероприятия (далее – ОРМ) «наблюдение», необходим «самый высокий» уровень соответствующей компетенции среди всех возможных исполнителей, тогда уровень критерия-Т, будет лежать в интервале от 2σ до 3σ , где σ – мера стандартного отклонения.

Для приведения критериев-К к единой шкале, выраженной в Т-баллах, вначале необходимо их стандартизировать по формуле (6), а затем полученные значения преобразовать по формуле (7):

$$Z_{jg} = \frac{com_{jg} - \overline{com_g}}{\delta_{com_g}}, \quad (6)$$

где: Z_{jg} – стандартизированное значение g -ого критерия-К j -ого исполнителя com_{jg} ;
 $\overline{com_g}$ – среднее значение g -ого критерия-К для всех $IS_j, j = 1, 2, \dots, m$;
 δ_{com_g} – среднеквадратическое отклонение значения g -ого критерия-К для всех $IS_j, j = 1, 2, \dots, m$.

$$com'_{jg} = 10 \times Z_{jg} + 50, \quad (7)$$

где: com'_{jg} – выраженный в Т-баллах g -ый критерий-К j -ого исполнителя com_{jg} .

Как видно из формулы (7), диапазон значений com'_{jg} ограничен возможными значениями Z_{jg} , которые, при распределении значений com_{jg} по нормальному закону, согласно правилу трех сигм с вероятностью 99,72 будут принимать значения в интервале от -3σ до $+3\sigma$. Отметим, что значения Z_{jg} , выходящие за указанный интервал, в статистике относят к категории статистических выбросов, и при их выявлении, уточняют исходные данные.

Тогда значения критерия-К, выраженного в Т-баллах, будут характеризовать уровень компетенции исполнителя следующим образом: ниже 20 ($-\infty$ от до -3σ , здесь и далее в скобках указаны соответствующие Т-баллам значения Z_{jg}) – «сверх низкий, особый контроль», от 20 до 30 (от -3σ до -2σ) – «очень низкий», от 30 до 40 (-2σ до $-\sigma$) – «низкий», от 40 до 50 (от $-\sigma$ до 0) – «ниже среднего», от 50 до 60 (от 0 до σ) – «выше среднего», от 60 до 70 (от σ до 2σ) – «высокий», от 70 до 80 (от 2σ до 3σ) – «очень высокий», выше 80 (от 3σ до ∞) – «сверх высокий, особый контроль».

На втором этапе решения задачи необходимо вычислить значения многокритериальной меры соответствия MMS_{ij} , для каждого j -ого исполнителя относительно каждой i -ой работы проекта.

При вычислении MMS_{ij} мы будем придерживаться распространенного подхода, согласно которому допускается, что критерии-К, равные и превышающие критерии-Т, «одинаково хороши». Другими словами, достаточно чтобы исполнитель соответствовал

требованиям работы, при этом неважно, насколько уровень его компетенций выше требуемого.

Реализовать указанный выше подход можно, представив отношения между элементами множеств TR_i и COM_j в виде вектора скорректированных компетенций COM'_{ijg} , g - й компонент которого, будет отражать востребованность g -ого критерия-К COM_{ij} j -ого исполнителя относительно критерия-Т TR_{ij} i -ой работы проекта, по условию (8):

$$COM'_{ijg} = \begin{cases} TR_{ijg}, & \text{если } COM_{ijg} > TR_{ijg}, \\ COM_{ijg}, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (8)$$

Множество векторов COM'_{ijg} образуют матрицу COM'_{ij} размерностью $(n \times (m \times g))$.

Для вычисления значений MMS_{ij} мы предлагаем использовать свертку на основе отклонения точек COM'_{ij} от точек (идеальных) TR_{ij} в g -мерном пространстве, известную как свертку на основе отклонения от идеальной точки [13], используя в качестве метрики взвешенное евклидово расстояние.

Тогда MMS_{ij} , как расстояние в g -мерном взвешенном евклидовом пространстве между точками COM'_{ij} и TR_{ij} (Рисунок 1), можно вычислить по формуле (9):

$$MMS_{ij}(TR_{ij}, COM'_{ij}) = \sqrt{\sum_{k=1}^g w_g \times (TR_{ijg} - COM'_{ijg})^2}, \quad (9)$$

где: TR_{ijg} , COM'_{ijg} – координаты точек TR_{ij} и COM'_{ij} в g -мерном пространстве; w_g – вес g -ого критерия.

Множество мер MMS_{ij} образуют матрицу размерностью $(n \times m)$.

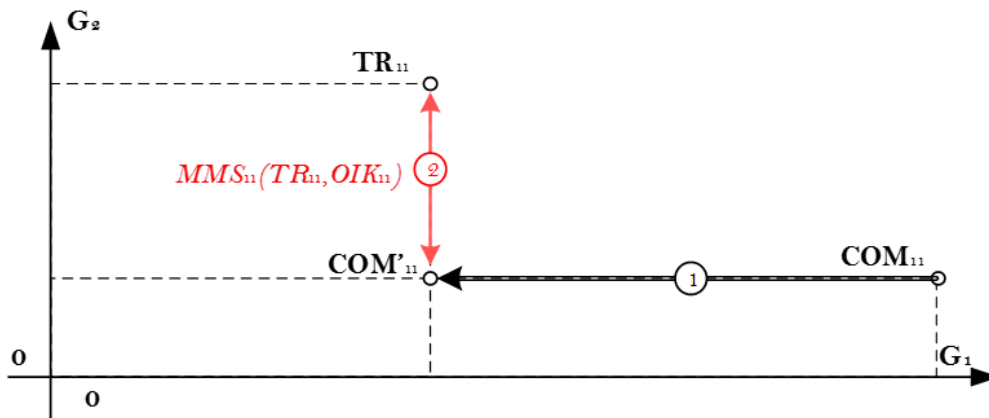


Рисунок 1 – Условное представление векторов COM'_{ij} , TR_{ij} , MMS_{ij} в g -мерном пространстве
Figure 1 – Conditional representation of vectors COM'_{ij} , TR_{ij} , MMS_{ij} in g -dimensional space

На Рисунке 1 легко видеть геометрическую интерпретацию: процедуры приведения вектора COM_{ij} к вектору COM'_{ij} (стрелка № 1); расстояния $MMS_{ij}(TR_{ij}, COM'_{ij})$, характеризующего качество назначения (стрелка № 2).

Полученные значения MMS_{ij} позволяют решать вариант МЗН как однокритериальную задачу о назначениях.

На заключающем этапе решения варианта МЗН необходимо минимизировать целевую функцию $L(X)$ (10):

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m MMS_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (10)$$

характеризующую качество всех назначений, при ограничениях (3-5), одним из известных способов решения задачи о назначениях.

В том случае, если при решении варианта МЗН необходимо задать минимальный уровень качества назначения, можно использовать дополнительное ограничение вида (11):

$$\sum_{i=1}^n MMS_{ij} x_{ij} \leq MMS_i^{max}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

где: MMS_i^{max} – максимально допустимое расстояние между TR_{ij} и COM'_{ij} .

Таким образом нами получено решение авторского варианта МЗН.

Стоит отметить, ввиду ограничений базовой задачи о назначениях (3,4), а также ограничений заданных трудоемкостью полиномиальных алгоритмов решения задачи, предложенная нами математическая модель и метод решения авторского варианта МЗН также существенно ограничены в применении на практике, в связи с чем для получения допустимого решения задачи ФСКП ПКУ необходимо использовать специальный эвристический метод.

Метод формирования состава команды проекта ПКУ

Для нивелирования вышеуказанных ограничений мы предлагаем использовать авторский эвристический метод ФСКП ПКУ, суть которого сводится к последовательному решению предложенного выше авторского варианта МЗН для ограниченного множества работ и исполнителей.

Необходимым условием для реализации метода ФСКП ПКУ является разработанное расписание проекта ПКУ, в условиях временных и ресурсных ограничений, в котором разрешены все ресурсные конфликты.

На первом этапе метода ФСКП ПКУ необходимо нивелировать ограничение на количество исполнителей работы (3).

Для этого можно применить известный подход по приведению задачи о назначениях к сбалансированному виду. Во множестве работ R нужно продублировать параметры каждой работы, требующей k -ое количество исполнителей $k-1$ раз, при $k > 1$.

Например, если для выполнения работы R_2 требуются три исполнителя, необходимо создать две дополнительные работы R'_2, R''_2 . При этом, если для выполнения работы R_2 требуются специалисты с различающимся набором компетенций, каждая из продублированных работ может быть задана уникальной совокупностью критериев- $T TR'_2, TR''_2$.

На втором этапе метода ФСКП ПКУ нужно нивелировать ограничения на количество работ, выполняемых исполнителем (4).

Для этого мы предлагаем, использовать следующий алгоритм (Рисунок 2): последовательно продвигаясь от начала к концу расписания проекта ПКУ решать вариант МЗН, включая в расчет только свободных исполнителей и только работы, не имеющие предшественников.

Таким образом, на каждой итерации предлагаемого алгоритма, для каждой работы будет подобран наиболее компетентный из доступных исполнителей, а их множество образует конечный состав команды проекта ПКУ.

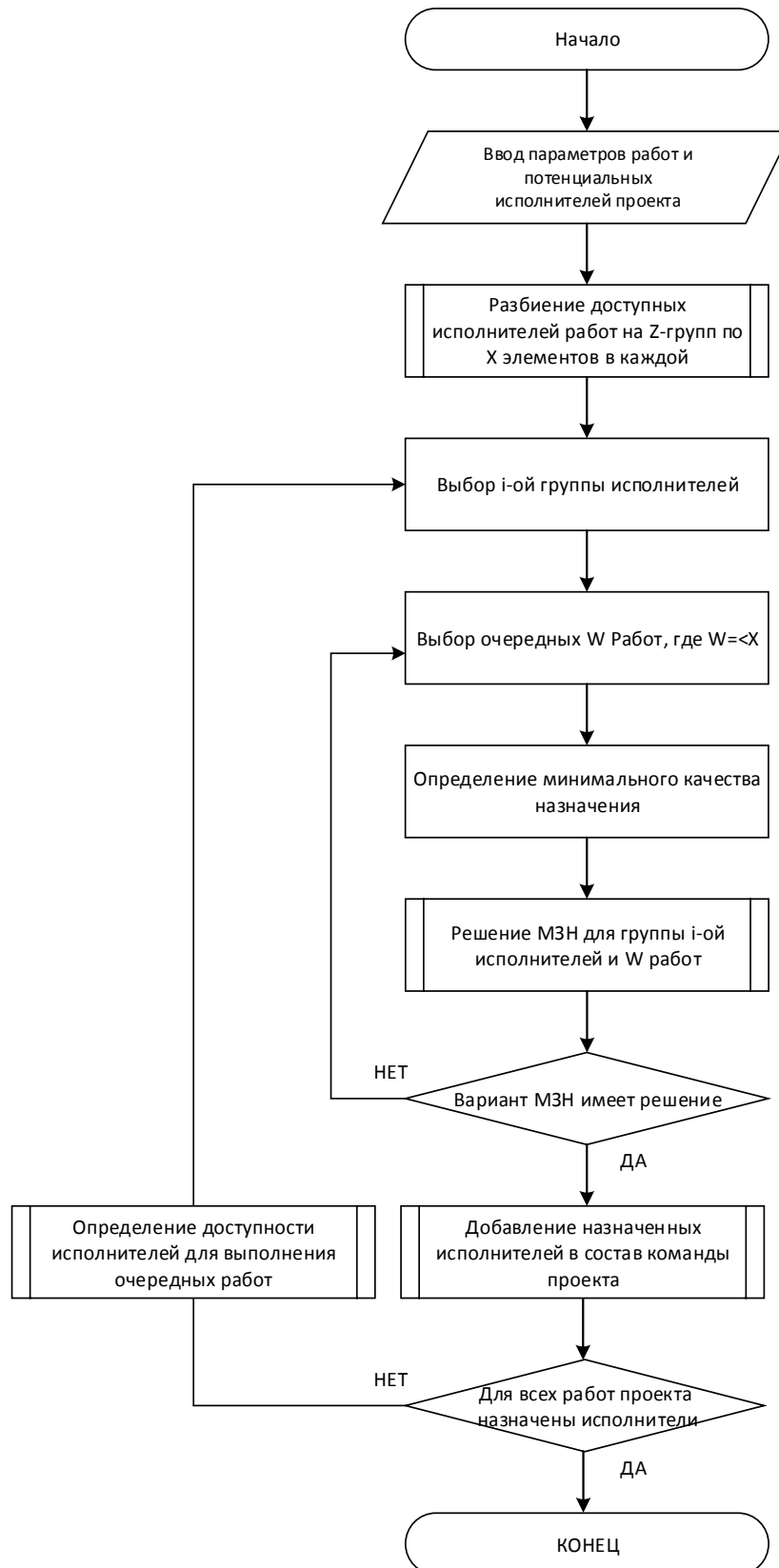


Рисунок 2 – Алгоритм метода формирования состава команды проекта ПКУ
Figure 2 – Algorithm of the method for forming the PKU project team

Заключение

В статье сформулирована задача формирования состава команды проекта противодействия криминальным угрозам, предложены модель и метод ее решения.

Мы полагаем, что предложенный авторский вариант модели и метода решения многокритериальной задачи о назначениях может найти применение в проектном управлении при реализации проектов противодействия криминальным угрозам в подразделениях УР.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Горошко И.В. Цифровизация – современный тренд развития правоохранительных органов. *Обозреватель-Observer*. 2022;2(385):98–110.
2. Горошко И.В. Актуальные вопросы правоохранительной деятельности в условиях информационного общества. *Труды Академии Управления МВД России*. 2020;3(55):88–97.
3. Новиков Д.А. *Математические модели формирования и функционирования команд*. Москва: ООО Издательская фирма «Физико-математическая литература»; 2008. 184 с. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18062545> (дата обращения: 03.07.2022).
4. Калинина Н.Ю. *Методы и модели формирования и функционирования команд управления проектами*. Москва; 2009. 220 с. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15958363> (дата обращения: 17.08.2021).
5. Толстикова О.Н. *Разработка и исследование моделей формирования и функционирования команд проекта*. Воронеж; 2008. 124 с.
6. Вагнер Г. *Основы исследования операций*. Т. 1. М: Мир; 1972. 335 с.
7. Kuhn H.W. The Hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics Quarterly*. 1955;2(1–2):83–97.
8. Jonker R., Volgenant T. Improving the Hungarian assignment algorithm. *Operations Research Letters*. 1986;5(4):171–5.
9. Ларичев О.И. *Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах*: Учеб. для студентов вузов. М: Логос; 2000. 296 с.
10. Шварц Д.Т. Интерактивные методы решения задачи многокритериальной оптимизации. Обзор. *Наука и образование*. 2013;(4):245–64.
11. Штойер Р. *Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения*. М: Радио и связь; 1992. 504 с.
12. Каширина И.Л., Семенов Б.А. Генетический алгоритм решения многокритериальной задачи о назначениях. *Информационные технологии*. 2007;(5):62–8.
13. Подиновский В.В., Ногин В.Д. *Парето-оптимальные решения многокритериальных задач*. Москва: Физматлит; 2007. 256 с. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21326247> (дата обращения: 03.07.2022).
14. Лотов А.В., Поспелова И.И. *Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие*. Москва: МАКС-ПРЕСС; 2008. 197 с.

REFERENCES

1. Goroshko I.V. Tsifrovizatsiya – sovremennyi trend razvitiya pravookhranitel'nykh organov. *Obozrevatel'-Observer = Обозреватель-Observer*. 2022;2(385):98–110. (In Russ.).
2. Goroshko I.V. Aktual'nye voprosy pravookhranitel'noi deyatelnosti v usloviyakh informatsionnogo obshchestva. *Trudy Akademii Upravleniya MVD Rossii*. 2020;3(55):88–97. (In Russ.).

3. Novikov D.A. *Matematicheskie modeli formirovaniya i funktsionirovaniya komand*. Moskva: OOO Izdatel'skaya firma «Fiziko-matematicheskaya literatura»; 2008. 84 p. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18062545> (accessed on: 03.07.2022). (In Russ.).
4. Kalinina N.Yu. *Metody i modeli formirovaniya i funktsionirovaniya komand upravleniya proektami*. 2009. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15958363> (accessed on: 17.08.2021). (In Russ.).
5. Tolstikova O.N. *Razrabotka i issledovanie modelei formirovaniya i funktsionirovaniya komand proekta*. Voronezh; 2008. 124 p. (In Russ.).
6. Vagner G. *Osnovy issledovaniya operatsii*. T. 1. M: Mir; 1972. 335 p. (In Russ.).
7. Kuhn H.W. The Hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics Quarterly*. 1955;2(1–2):83–97.
8. Jonker R., Volgenant T. Improving the Hungarian assignment algorithm. *Operations Research Letters*. 1986;5(4):171–5.
9. Larichev O.I. *Teoriya i metody prinyatiya reshenii, a takzhe Khronika sobytii v Volshebnykh Stranakh: Ucheb. dlya studentov vuzov*. M: Logos; 2000. 296 p. (In Russ.).
10. Shvarts D.T. Interaktivnye metody resheniya zadachi mnogokriterial'noi optimizatsii. *Obzor. Nauka I Obrazovanie = The Education and Science*. 2013;(4):245–64. (In Russ.).
11. Shtoiar R. *Mnogokriterial'naya optimizatsiya. Teoriya, vychisleniya i prilozheniya*. M: Radio i svyaz'; 1992. 504 p. (In Russ.).
12. Kashirina I.L., Semenov B.A. Geneticheskii algoritm resheniya mnogokriterial'noi zadachi o naznacheniya kh. *Informatsionnye tekhnologii = Information technologies*. 2007;(5):62–8. (In Russ.).
13. Podinovskii V.V., Nogin V.D. *Pareto-optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach*. Moskva: Fizmatlit; 2007. 256 p. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21326247> (accessed on: 03.07.2022). (In Russ.).
14. Lotov A.V., Pospelova I.I. *Mnogokriterial'nye zadachi prinyatiya reshenii: uchebnoe posobie*. Moskva: MAKS-PRESS; 2008. 197 p. (In Russ.).

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
ORCID: [0000-0003-2955-2370](https://orcid.org/0000-0003-2955-2370)

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

Статья поступила в редакцию 06.10.2022; одобрена после рецензирования 07.11.2022; принята к публикации 22.11.2022.

The article was submitted 06.10.2022; approved after reviewing 07.11.2022; accepted for publication 22.11.2022.