

Научная статья
УДК 159.9.072
doi: 10.46684/2687-1033.2023.2.149-155

Использование методов системотехники при анализе образовательного процесса

А.К. Остапчук^{1✉}, Н.Н. Лабарешных²

^{1,2} Курганский институт железнодорожного транспорта — филиал Уральского государственного университета путей сообщения в г. Кургане (КИЖТ УрГУПС); г. Курган, Россия

¹ akostapchuk52@mail.ru✉

² Natalya_labareshnyh@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы, возникающие при увеличении требований к качеству подготовки специалистов, что приводит к пересмотру подходов к образовательному процессу, нахождению новых путей для повышения эффективности работы образовательных организаций. Описывается применение подходов военной системотехники к анализу функционирования социальной системы. Исследуются основные подходы к изложению процессов, протекающих в системе. Приводятся характеристики межличностных конфликтов, возникающих в социальных системах. Представлен анализ работы руководителя, а также алгоритм управления системой. Особое внимание уделено сетевому методу управления образовательным процессом. Данный метод рассмотрен на примере решения задач при выполнении курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин». Предлагаемый метод позволяет оценить эффективность работы при управлении образовательным процессом. Исследование дает возможность разработать стратегию управления коллективом и оценить эффективность его работы в свете системотехники. Несмотря на существующий ряд недостатков, указанный метод показал себя как высокоэффективный при управлении образовательным процессом на примере решения задач при выполнении курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин».

Ключевые слова: подготовка специалистов; методы оценки; системотехника; теория статистических решений; теория конфликта; образовательный процесс; сетевое планирование

Для цитирования: Остапчук А.К., Лабарешных Н.Н. Использование методов системотехники при анализе образовательного процесса // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4. Вып. 2. С. 149–155. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.2.149-155>.

Original article

The use of systems engineering methods in the analysis of the educational process

Aleksandr K. Ostapchuk^{1✉}, Natalya N. Labareshnyh²

^{1,2} Kurgan Institute of Railway Transport — a branch of the Ural State University of Railway Transport in Kurgan; Kurgan, Russian Federation

¹ akostapchuk52@mail.ru✉

² Natalya_labareshnyh@mail.ru

ABSTRACT

This article is devoted to the issues that arise with increasing requirements for the quality of training of specialists, which requires a revision of approaches to the educational process, finding new ways to increase the efficiency of educational organizations. In this paper, the issues of applying military system engineering approaches to the analysis of the functioning of the social system are considered. The main approaches to the description of the processes occurring in the system are considered. The characteristics of interpersonal conflicts arising in social systems are described. The analysis of the manager's work is presented, as well as the system management

© А.К. Остапчук, Н.Н. Лабарешных, 2023

algorithm. Special attention is paid to the network method of educational process management. This method is considered by the example of solving problems when performing a course project on the discipline “Theory of mechanisms and machines”. The proposed method allows us to evaluate the effectiveness of work in the management of the educational process. This work allows you to develop a team management strategy and evaluate the effectiveness of its work in the light of system engineering.

Keywords: training of specialists; evaluation methods; system engineering; statistical decision theory; conflict theory; educational process; network planning

For citation: Ostapchuk A.K., Labareshnyh N.N. The use of systems engineering methods in the analysis of the educational process. *Transport technician: education and practice*. 2023;4(2):149-155. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.2.149-155>.

ВВЕДЕНИЕ

Современная обстановка характеризуется возрастающими требованиями к качеству подготовки специалистов образовательными учреждениями. Вузы сегодня не полностью удовлетворяют эти требования, а значит, есть необходимость в пересмотре образовательной политики. Пересмотр этот следует производить с использованием достижений науки, которая в настоящее время позволяет эффективно управлять любыми, в том числе и социальными системами; формальных методов оценки эффективности работы системы и разработки оптимальных алгоритмов управления ею с целью достижения требуемого результата.

На первый взгляд кажется невозможным при помощи неких расчетных зависимостей описать процессы, протекающие в социальной системе, ввиду чрезвычайной ее сложности. Но наукой разработаны методики, применяя которые возможно дать описание функционирования данной системы, пусть и не в полной мере.

По опыту построения социальных систем, в частности из военной системотехники, можно сказать, что процессы, протекающие в социальной системе (к которой и является группа студентов), достаточно хорошо описываются с применением теории конфликта. Суть ее состоит в том, что при функционировании системы неизбежно возникновение конфликтов различного характера.

Цель исследования — оценка эффективности работы при управлении образовательным процессом и стратегии управления коллективом.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть основные подходы к описанию процесса, протекающего в системе;
- описать характеристики межличностных конфликтов;
- провести анализ работы руководителя, а также алгоритм управления системой.

ТЕОРИЯ КОНФЛИКТА

По характеру конфликтов будем различать: строгий конфликт, нестрогий и ложный. Остановимся на каждом из них подробнее.

Строгий конфликт возникает при полностью противоположных интересах сторон (в математической терминологии — двух подсистем, образующих одну систему; в нашем случае между подсистемой управления — преподавателем и подсистемой — коллективом студентов). Математическое описание строгого конфликта формулируется следующим образом [1]. Обозначим эффективность действия сторон $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$. При заданном критерии эффективности действий стороны 1, находящейся в строгом конфликте со стороной 2, сторона 1 стремится максимально увеличить эффективность $\mathcal{E}_1$, а сторона 2 — минимизировать ее. Строгий конфликт является двойственным: сторона 1 старается минимизировать $\mathcal{E}_2$, а сторона 2 — максимизировать ее. Математически строгий конфликт можно описать так

$$\mathcal{E}_1 \rightarrow \max_{Z_1} \min_{Z_2} \mathcal{E}_1(Z_1; Z_2); \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_2 \rightarrow \max_{Z_2} \min_{Z_1} \mathcal{E}_2(Z_2; Z_1); \quad (2)$$

$$Z_1, Z_2(\max \mathcal{E}_1) \leftrightarrow Z_1, Z_2(\min \mathcal{E}_2); \quad (3)$$

$$Z_1, Z_2(\max \mathcal{E}_2) \leftrightarrow Z_1, Z_2(\min \mathcal{E}_1), \quad (4)$$

где $\leftrightarrow$ — знак соответствия; Z_1, Z_2 — поведение сторон.

В строгом конфликте математическое выражение эффективности сторон имеет общую метрику и связано обратной зависимостью (одна растет, в то же время другая — уменьшается). В образовательной деятельности при нормальном положении вещей такая ситуация невозможна, но она может возникнуть, например при низкой квалификации преподавателя и, если группа студентов

при этом тоже будет относиться халатно к своим обязанностям в институте.

Нестрогий конфликт, в этом виде конфликта интересы сторон не полностью противоположны, т.е. в какой-то части они конкурируют, в другой — способствуют друг другу. Математическое описание нестрогого конфликта формулируется так: каждая сторона стремится максимизировать свою эффективность; критерии эффективности взаимосвязаны, максимумы эффективности не совпадают, минимум эффективности одной стороны не соответствует максимуму эффективности другой. Число подсистем, находящихся в нестрогом конфликте, может быть и больше двух. Для нестрогого конфликта можно записать соотношения

$$\mathcal{E}_1 \rightarrow \max \mathcal{E}_1(Z_1, Z_2, \dots, Z_n); \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_2 \rightarrow \max \mathcal{E}_2(Z_1, Z_2, \dots, Z_n); \quad (6)$$

.....

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\max \mathcal{E}_i) \leftarrow / \rightarrow Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\max \mathcal{E}_j); \quad (7)$$

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\max \mathcal{E}_i) \leftarrow / \rightarrow Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\min \mathcal{E}_j); \quad (8)$$

$$i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n} \quad j \neq i,$$

где $\leftarrow / \rightarrow$ — знак несоответствия.

Нестрогий конфликт не является двойственным, так как стороны стараются мешать друг другу только в пределах обеспечения собственных интересов. Для современной высшей школы данный вид конфликта преобладает, поскольку каждая подсистема действует в своих интересах: студенты хотят с меньшими затратами сил получить диплом, преподаватели — с меньшими затратами своих сил выучить студентов. Содружество при нестрогом конфликте описывается следующими соотношениями

$$\mathcal{E}_1 \rightarrow \max \mathcal{E}_1(Z_1, Z_2, \dots, Z_n); \quad (9)$$

$$\mathcal{E}_2 \rightarrow \max \mathcal{E}_2(Z_1, Z_2, \dots, Z_n); \quad (10)$$

.....

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\max \mathcal{E}_i) \leftrightarrow Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\max \mathcal{E}_j); \quad (11)$$

но вообще говоря

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\min \mathcal{E}_i) \leftarrow / \rightarrow Z_1, Z_2, \dots, Z_n(\min \mathcal{E}_j); \quad (12)$$

$$i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n} \quad j \neq i.$$

Ложный конфликт. Может случиться так, что члены содружества не знают функционала своей эффективности или положения его максимума, подозревают наличие конфликта и, стремясь уйти от известного им минимума, мешают другим. Как отмечалось выше, построение функционала эффективности — процесс трудоемкий, отсюда следует, что мы пока лишь обозначили общие подходы к описанию процессов, проходящих в системе.

СЕТЕВОЙ МЕТОД

После рассмотрения процессов, которые протекают в коллективе, можно приступить к анализу алгоритма управления коллективом [2]. При управлении коллективом от руководителя требуются: корректная постановка задачи перед исполнителями; контроль ее выполнения; оказание воздействия на систему с целью корректировки ее работы. Учитывая вышесказанное, алгоритм управления выглядит, как показано на рис. 1.

Но при реализации данного алгоритма возникает ряд проблем: первая — члены коллектива имеют различные возможности от природы и на них необходимо оказывать различное воздействие; вторая проблема состоит в том, чтобы корректно поставить задачу перед студентами (сделав это так, чтобы наиболее эффективно шло ее выполнение); третья заключается в том, что очень сложно порой бывает оценить результаты работы.

Чтобы эффективно решить первую проблему нужно сначала решить вторую и третью, т.е. управленец должен иметь эффективный аппарат планирования и оценки действий своих подчиненных, после этого можно будет говорить и о корректировке их действий [3].

Проблема планирования хорошо решается при помощи сетевых методов, есть даже в данной науке типовая задача — «задача о раннем начале и окончании работ» [4].

Суть метода состоит в следующем: вначале строится сетевой график, представляющий собой граф (рис. 2).

Представленный граф (рис. 2) для нашего случая будет сложнее, его необходимо составлять на осно-



Рис. 1. Алгоритм управления системой

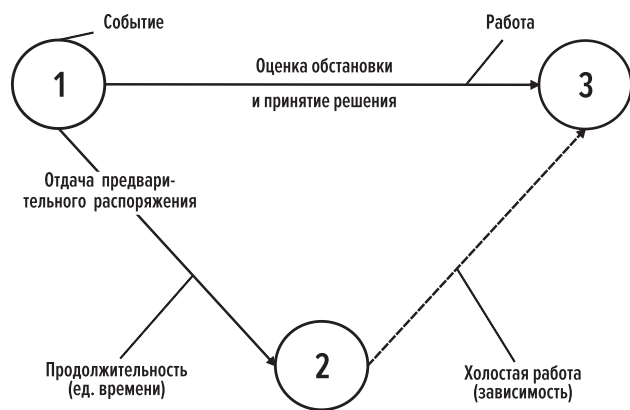


Рис. 2. Изображение событий и работ на сетевом графике

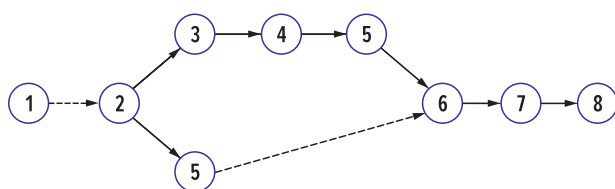


Рис. 3. Сетевой график выполнения расчетной работы по ТММ

ве анализа учебных планов. Рассмотрим, из чего он должен состоять.

Работа — любой трудовой процесс или действие, сопровождающиеся затратой ресурсов. В понятие работа входит также и ожидание, на что не требуется затрат трудовых или материальных ресурсов.

Под работой также понимается и простая зависимость между двумя или большим числом мероприятий. Это холостая работа, на которую не нужны затраты ресурсов, при учебной деятельности это, например, время до выдачи задания для выполнения курсовой работы.

Событие — итог того или иного процесса, промежуточный или окончательный результат выполнения одной или нескольких работ, который позволяет приступить к выполнению следующей работы.

Для примера можно составить сетевой график расчетно-графической работы по теории механизмов и машин (ТММ).

Сетевой график будем составлять от события 1, которым является начало учебного семестра, последним событием станет защита работы (рис. 3).

Событие 1 — начало учебного семестра; 2 — выдача задания, естественно, что между ними происходит холостая работа, так как студенты ничего не

делают для выполнения расчетной работы. Событие 3 заключается в структурном анализе шарнирно-рычажного механизма; 4 — кинематический анализ шарнирно-рычажного механизма; 5 — силовой анализ шарнирно-рычажного механизма; работы по ветке 3–5 протекают последовательно, поскольку, например, без выполнения кинематического анализа нельзя сделать силовой и т.д. Событие 5 состоит в анализе зубчатого механизма, его можно проводить, не выполняя анализ шарнирно-рычажного механизма. Событие 6 заключается в сдаче работы на проверку; 7 — устранение ошибок; 8 — защита работы.

После изображения сетевого графика составляется расчетная таблица для определения сроков выполнения работ. Метод расчета приведем ниже [5].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАННЕГО НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ РАБОТ

Определение срока раннего начала и окончания работ производится при помощи табличного метода расчета [6–8].

Чтобы сделать расчет этих параметров, готовят форму расчетной таблицы.

В графы 1 и 2 таблицы вписывают из сетевого графика все работы, входящие в сеть. Работы вписываются номерами событий, ограничивающих каждую работу, например (0,1), (1,2), (2,3). При этом важно, чтобы работы вписывались в строго определенном порядке по степени возрастания начальных номеров работ.

Следует иметь в виду, что, если из одного события выходит несколько работ, то все они записываются в таблице также в возрастающем порядке, но только по конечному событию. В графе 1 ставится один и тот же номер. В графе 2 пишутся номера конечных событий работ по их возрастанию, т.е. ставятся цифры 4, 5, 6, 7. Таким образом записывают все работы, выходящие из третьего события, т.е. работы (3,4), (3,5), (3,6) и (3,7).

Далее поступают аналогичным способом, пока не будут вписаны все работы сети.

Затем в графах 4 и 7 против каждой работы вписывают их продолжительность в одних единицах измерения (минутах, часах, днях, неделях). Поскольку продолжительность каждой работы есть конкретная величина, то и в каждой строчке обеих граф, т.е. в графах 4 и 7, будут стоять одни и те же цифры для каждой работы. Для расчета удобно продолжительность работ писать в двух графах: в графе 4 — для определения раннего окончания работы, в графе 7 — для определения позднего начала работы. Это две графы с продолжительностью одних и тех же работ.

Таблица

Табличный метод расчета сроков работ

Работы		Раннее начало работы	Продолжительность работы	Раннее окончание работы	Позднее начало работы	Продолжительность работы	Позднее окончание работы	Полный резерв времени работы	Частный резерв времени 1-го вида	Частный резерв времени 2-го вида
Начальное событие	Конечное событие	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1	0	5	5	0	5	5	0	0	0
1	2	5	5	10	5	5	10	0	0	0
2	3	10	5	15	10	5	15	0	0	0
3	4	15	5	20	85	5	90	70	70	0
3	5	15	15	30	15	15	30	0	0	0
3	6	15	10	25	100	10	110	85	85	0
3	7	15	5	20	120	5	125	105	105	0
4	8	20	0	20	90	0	90	70	0	70
4	11	20	60	80	90	60	150	70	0	70
5	8	30	60	90	30	60	90	0	0	0
5	11	20	60	80	90	60	150	70	0	70
5	8	30	60	90	30	60	90	0	0	0
6	9	30	15	45	125	15	140	95	95	10
7	10	30	15	45	110	15	125	80	80	0
7	9	25	30	55	110	30	140	85	0	0
8	11	90	60	150	90	60	150	0	0	0
9	11	90	60	150	90	60	150	0	0	0
9	14	55	15	70	155	15	170	100	15	100
10	13	45	30	75	125	30	155	80	0	0
11	14	150	20	170	150	20	170	0	0	0
12	14	85	0	85	170	0	170	85	0	85
13	14	75	15	90	155	15	170	80	0	80

После этого определяют раннее начало и раннее окончание работ, т.е. производится расчет и заполнение граф 3 и 5. При этом рекомендуется обе графы заполнять одновременно построчно, т.е. вначале заполнять строку в графе 3, а затем в графе 5, и только после этого переходить к следующей нижней строке. Строки в графах заполняются сверху вниз. Графы 3 и 5 заполняются следующим образом:

- вначале в первой строке графы 3 проставляется время раннего начала работы, начинающейся из исходного (у нас нулевого) события; исходное событие берется за начало отсчета, поэтому началом первой работы (0,1) считается нуль и записывается он в первой строке графы 3;
- затем к раннему началу работы (0,1) прибавляется продолжительность этой работы и таким

образом получается раннее окончание работы (0,1) и проставляется это время в первой строке графы 5, при этом пользуются формулой

$$t_{PO(0,1)} = t_{РН(0,1)} + t_{(0,1)}. \quad (13)$$

Дальнейшее заполнение таблицы основано на том правиле, что раннее окончание предшествующей работы является ранним началом последующей работы, т.е.

$$t_{PO(i,j)} = t_{РН(j,k)}. \quad (14)$$

Поэтому, чтобы проставить раннее начало работы (1,2) берется раннее окончание предшествующей работы, т.е. работы (0,1), которое равно 5 (первая строка графы 5), и проставляется это время во вторую строку графы 3 против работы (1,2). Это

и будет раннее начало последующей работы по отношению к работе (0, 1).

Если среди предшествующих работ есть работы, входящие в одно событие, а следовательно, и оканчивающиеся на один номер, то за раннее начало последующей работы берут максимальное значение раннего окончания работ, входящих в одно событие, т.е. оканчивающихся одним и тем же номером.

Итак, рассмотрев порядок определения раннего начала и раннего окончания работ, можно сделать обобщение: для нахождения времени раннего начала данной работы рассматриваются все работы, входящие в начальное событие данной работы. Из графы раннего окончания входящих работ $t_{PO(i, j)}$ выбирается максимальное время окончания работ, которое переносится в графу раннего начала данной работы $t_{PH(i, j)}$.

Расчет ведется сверху вниз, $t_{PO(i, j)}$ — время раннего окончания работ равно времени раннего начала работы, плюс ее продолжительность.

Аналогично можно установить и время позднего начала и окончания работ, а также и резервы выполнения работ, алгоритм определения описывать не будем, он показан в таблице, соответственно прямоугольниками и кругами.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ

Оценка эффективности действий коллектива включает анализ результатов работы за определенный период и принятие решения о дальнейшей деятельности. В этом вопросе наибольшее распространение получила теория статистических решений. Рассмотрим ее основные положения.

Данная теория базируется на предположении, что входная информация (сигнал) $\bar{f}$ — сумма (аддитивная смесь) истинных данных $\bar{x}$ и помехи («шума») $\bar{n}$. Величины $\bar{f}$, $\bar{x}$, $\bar{n}$ — векторы

$$\bar{f} = \bar{x} + \bar{n}, \quad (14)$$

существуют плотности распределения вероятностей; условная $p(\bar{f}/\bar{x})$ и безусловные (априорные) $\omega(\bar{x})$ и $q(\bar{n})$. Целью операции над $\bar{f}$ является получение решения — вектора $\bar{R} \in A$, где A — пространство решений. Это достигается путем применения решающего правила $g(\bar{R})$, которое не зависит от $\bar{x}$

$$g = (\bar{R}/\bar{f}) = g(\bar{R}, \bar{f}, \bar{x}). \quad (15)$$

Вводится функция потерь $F(\bar{x}, \bar{R})$. Средняя потеря

$$c[F(\bar{x}, \bar{R}/\bar{x})] = \int d\omega p(\bar{f}/\bar{x}) \cdot g(\bar{R}/\bar{f}) \cdot F(\bar{x}, \bar{R}) d\bar{R}, \quad (16)$$

а при отсутствии априорной информации $\omega(\bar{x})$ относительно $\bar{x}$ (как в нашем случае из-за отсут-

ствия многолетних наблюдений в исследуемой области)

$$c[F(\bar{x}, \bar{R}/\bar{x})] = \int d\bar{f} p(\bar{f}/\bar{x}) \cdot g(\bar{R}/\bar{f}) \cdot F(\bar{x}/\bar{R}) d\bar{R}. \quad (17)$$

Тогда риск принятия неэффективного решения и применения неэффективного правила вычисляется по формулам.

1. Условный риск

$$r(\bar{x}, \bar{g}) = \int d\bar{f} p(\bar{f}/\bar{x}) \cdot g(\bar{R}/\bar{f}) \cdot c(\bar{x}, \bar{R}) d\bar{R}. \quad (18)$$

2. Средний риск

$$\bar{r}(\omega, \bar{g}) = \int d\bar{x} \omega(\bar{x}) p(\bar{f}/\bar{x}) \cdot g(\bar{R}/\bar{f}) \cdot c(\bar{x}, \bar{R}) d\bar{R}. \quad (19)$$

Выбор оптимального решения должен обеспечить минимум среднего риска при заданных распределениях ω, q

$$r_{\text{опт}} = \min_g \max_{\omega, q} (\bar{r}(\omega, q, g)). \quad (20)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В применении к конфликтным ситуациям теория статистических решений имеет ряд недостатков:

- предположение об аддитивности сигнала и шума произвольно, обычно имеет место более сложное воздействие помехи на полезную информацию. В нашем случае эта проблема незначительна ввиду того, что информация имеет явный характер и просто отличать шум и полезную информацию;
- плотность распределения сигнала $\omega(\bar{x})$ изначально не задана. Эта проблема решается посредством анализа наблюдений за функционированием коллектива в течение определенного периода времени. В принципе есть методики восстановления закона распределения случайной величины по относительно малым выборкам. Это же можно сказать и о других распределениях;
- пространство решений A не задано и область интегрирования не задана, в нашем случае его несложно задать, так как это будет решение предыдущей задачи о сроках проведения работ.

Кроме того, следует сделать оговорку, что нам придется иметь дело не со случайными непрерывными величинами, а с дискретными, таким образом, необходимо перейти к вычислению интегралов в дискретной форме, т.е. к вычислению сумм. После определения величины риска должна будет проведена максимизация, алгоритм ее выполнения также известен.

Несмотря на существующий ряд недостатков, данный метод показал себя как высокоэффективный при управлении образовательным процессом на примере решения задач при выполнении курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануреев И., Татарченко А. Применение математических методов в военном деле. М.: Воениздат, 1967. 243 с.
2. Афанасьев В.Г. Научное управление обществом. М.: Политиздат, 1968. 384 с.
3. Барабанщиков А.В., Глотошкин А.Д., Феденко Н.Ф., Шеляг В.В. Психология воинского коллектива. М.: Воениздат, 1967. 252 с.
4. Гаврилов В.М. Оптимальные процессы в конфликтных ситуациях. М.: Сов. радио, 1969. 160 с.
5. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника: введение в проектирование больших систем / пер. с англ. К.Н. Трофимова и др. М.: Сов. радио, 1962. 383 с.
6. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Вопросы военной системотехники. М.: Воениздат, 1976. 224 с.
7. Скачко П.Г., Куликов В.М., Волков Г.Т. Управление войсками с помощью сетевых методов. М.: Воениздат, 1974. 143 с.
8. Шрамченко А.Ф. Вопросы психологии в управлении войсками. М.: Воениздат, 1973. 196 с.

REFERENCES

1. Anureev I., Tatarchenko A. *Application of mathematical methods in military affairs*. Moscow, Voenizdat, 1967;243. (In Russ.).
2. Afanasiev V.G. *Scientific management of society*. Moscow, Politizdat, 1968;384. (In Russ.).
3. Drummers A.V., Glotochkin A.D., Fedenko N.F., Shelyag V.V. *Psychology of military collective*. Moscow, Voenizdat, 1967;252. (In Russ.).
4. Gavrilov V.M. *Optimal processes in conflict situations*. Moscow, Sov. Radio, 1969;160. (In Russ.).
5. Good H.H., Machol R.E. *System engineering an introduction to the design of large-scale systems* / translation from English by K.N. Trofimova and others. Moscow, Sov. Radio, 1962;383. (In Russ.).
6. Druzhinin V.V., Kontorov D.S. *Issues of military systems engineering*. Moscow, Voenizdat, 1976;224. (In Russ.).
7. Skachko P.G., Kulikov V.M., Volkov G.T. *Troop control using network methods*. Moscow, Voenizdat, 1974;143. (In Russ.).
8. Shramchenko A.F. *Questions of psychology in command and control*. Moscow, Voenizdat, 1973;196. (In Russ.).

Об авторах

Александр Константинович Остапчук — кандидат технических наук; Курганский институт железнодорожного транспорта — филиал Уральского государственного университета путей сообщения в г. Кургане (КИЖТ УрГУПС); 640000, г. Курган, ул. Коли Мяготина, д. 147; РИНЦ ID: 512732; akostapchuk52@mail.ru;

Наталья Николаевна Лабарешных — преподаватель; Курганский институт железнодорожного транспорта — филиал Уральского государственного университета путей сообщения в г. Кургане (КИЖТ УрГУПС); 640000, г. Курган, ул. Коли Мяготина, д. 147; РИНЦ ID: 618283; Natalya_labareshnyh@mail.ru.

Bionotes

Aleksandr K. Ostapchuk — Cand. Sci. (Tech.); **Kurgan Institute of Railway Transport — a branch of the Ural State University of Railway Transport in Kurgan**; 147 Kolya Myagotina st., Kurgan, 640000, Russian Federation; ID RSCI: 512732; akostapchuk52@mail.ru;

Natalya N. Labareshnyh — lecturer; **Kurgan Institute of Railway Transport — a branch of the Ural State University of Railway Transport in Kurgan**; 147 Kolya Myagotina st., Kurgan, 640000, Russian Federation; ID RSCI: 618283; Natalya_labareshnyh@mail.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Александр Константинович Остапчук, akostapchuk52@mail.ru.

Corresponding author: Aleksandr K. Ostapchuk, akostapchuk52@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 29.07.2021; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 28.02.2023.

The article was submitted 29.07.2021; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 28.02.2023.