

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ КУРСАНТОВ ВОЕННО-НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАША

Ю.В. Корыпаева¹, Н.Е. Красова¹, В.В. Пешков², С.В. Рябов¹

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

²Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассматривается проблема формирования рабочих групп курсантов военного вуза для выполнения отдельных этапов научно-исследовательских работ в рамках военно-научного общества. При изучении этого вопроса, моделировании задачи, выборе метода и средств ее решения учитываются разные уровни математической подготовки курсантов и наличие у них интересов в различных областях науки. Для выявления степени математической подготовки курсантов, диагностики сложности каждого этапа исследования, а также построения математической модели формирования исследовательских групп для выполнения разных этапов научной работы используется модифицированный метод Раша. Для оценки вероятности успешного завершения научного исследования в целом всей группой при определенных предположениях построена математическая модель, которая относится к задачам целочисленного программирования и может быть реализована с помощью прикладных пакетов ЭВМ. В работе приводится пример, в котором при конкретных данных в результате расчетов сформированы группы курсантов для выполнения научно-исследовательской работы. Данная модель организации рабочих групп, состоящих из желаемого количества участников, для выполнения каких-либо видов деятельности может быть успешно применена не только в вузах при решении научных задач, но и на государственном производстве, в частном бизнесе и т.п.

Ключевые слова: метод Раша, логистическая функция, экспертные оценки, целочисленное программирование, метод наименьших квадратов

Введение

Выявление и поддержка талантливых молодых исследователей в различных областях научной, творческой и инновационной деятельности являются приоритетными направлениями национальной политики РФ. В связи с этим привлечение способных курсантов ВУНЦ ВВС «ВВА» к научной работе является обязательной и очень важной составляющей процесса обучения. При этом ожидается достижение следующих целей: своевременное информирование молодых ученых об основных тенденциях и актуальных методиках в различных отраслях научной деятельности, повышение интереса учащихся молодых исследователей к естественным и гуманитарным наукам, инженерии и техническому созиданию, максимальное раскрытие творческих способностей, повышение квалификации научных руководителей для дальнейшей планомерной работы с талантливой молодежью, а также сохранение и приумножение интеллектуального потенциала нашей страны.

В то же время следует отметить, что курсанты имеют различный уровень математиче-

ской подготовки и интересы в различных областях науки. Следовательно, возникает задача формирования рабочих групп из курсантов для выполнения отдельных этапов некоторого исследования таким образом, чтобы максимально использовать имеющийся научно-исследовательский потенциал, а также учитывать их научные интересы и предпочтения.

В настоящей работе предлагается подход к решению этой задачи, базирующийся на использовании современной, перспективной, динамично развивающейся и хорошо себя зарекомендовавшей модели, основанной на Раш-анализе [1-3].

Постановка задачи и ее математическая модель

Выполнение научно-исследовательских работ может происходить путем создания рабочих групп, которые выполняют общие комплексные задачи. Как правило, исследование содержит несколько этапов, в каждом из которых может участвовать как один, так и несколько курсантов-исполнителей, а также любой курсант может принимать участие в нескольких этапах исследования.

Перейдем к постановке задачи и построению математической модели. Пусть некоторое научное исследование может быть разбито на m этапов, а число курсантов, которые могут принимать участие в реализации задач, возникающих на каждом этапе исследования, n .

На первом этапе формирования рабочих групп выполняется опрос экспертов (например, научных руководителей или других преподавателей, которые уже накопили некоторую интегральную информацию об уровне подготовки курсантов) или тестирование курсантов. Это позволяет предварительно оценить, может ли каждый член группы принимать участие в реализации каждого этапа исследования. В простейшем случае это может быть опрос членов военно-научного общества и/или научных руководителей, где каждому возможному участнику научного исследования ставится отметка о том, может ли он или не может уверенно выполнить работу в рамках того или иного этапа исследования. В другом варианте это может быть тест из заданий, позволяющий оценить способность курсантов выполнять определенные виды работы по предполагаемой тематике исследования [3].

В результате получаем матрицу

$$X = (x_{ij})_{n \times m}, \quad (1)$$

где $x_{ij} \in [0, 1]$ и имеет смысл вероятности успешного выполнения i -м курсантом тех задач, которые возникают на j -м этапе исследования.

Для выявления сильных и слабых курсантов, определения сложности каждого этапа исследования, а также построения математической модели организации выполнения научно-исследовательских работ предлагается использовать метод модифицированного Раш-анализа [4]. Выбор обусловлен тем, что модель Раша опирается на четкие и конструктивные понятия «трудности этапа исследования» и «уровень подготовленности курсанта». Так, один этап является более трудным, чем другой, если вероятность успешного решения возникающих задач меньше, чем на втором, независимо от того, кто их выполнит. Аналогично, более подготовленный по изучаемой тематике курсант имеет большую вероятность успешно справиться с задачами, возникающими на всех этапах исследования, чем менее подготовленный. Эти свойства вытекают непосредственно из модели [2].

В результате применения метода Раша получим матрицу

$$P = (p_{ij})_{n \times m}, \quad (2)$$

которая содержит вероятностные оценки возможностей курсантов успешно реализовать задачи каждого из этапов, но не всего исследования в целом.

Для оценки вероятности успешного завершения научного исследования в целом всей группой в предположении, что каждый i -й участник может принимать участие в реализации не более A_i этапов и не менее чем в a_i и для реализации j -го этапа необходимо не более B_j участников и не менее b_j , предлагается следующая математическая модель:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} y_{ij} \rightarrow \max, \\ \begin{cases} b_j \leq \sum_{i=1}^n y_{ij} \leq B_j, j = 1, 2, \dots, m, \\ a_i \leq \sum_{j=1}^m y_{ij} \leq A_i, i = 1, 2, \dots, n, \end{cases} \\ y_{ij} \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, i\text{-й участник участвует в } j\text{-м этапе;} \\ 0, i\text{-й участник не участвует в } j\text{-м этапе.} \end{cases}$$

Предлагаемые модели являются задачами целочисленного программирования [5] и могут быть решены во многих прикладных пакетах, например, в MS Excel [6].

Рассмотрим применение описанной выше методики на примере привлечения курсантов для выполнения научно-исследовательских работ в рамках военно-научного общества в военном вузе.

Пример

Пусть требуется выполнить некоторую научно-исследовательскую работу, которую можно условно разбить на 9 этапов ($\Theta_j, j = 1, 2, \dots, 9$), и имеется 20 курсантов ($K_i, i = 1, 2, \dots, 20$), которых планируется привлечь к научным исследованиям на каждом этапе выполнения этой работы. Вероятность x_{ij} успешного выполнения i -м курсантом задач, которые возникают на j -м этапе исследования, предлагается искать следующим образом: пусть для успешной работы над j -м этапом исследования, курсанту-участнику необходимо обладать w_j умениями и знаниями, тогда в качестве теоретической вероятности принимается следующая величина

$$x_{ij} = \frac{1}{w_j} \sum_{p=1}^{w_j} w_{ij}^p, \quad (4)$$

где

$$w_{ij}^p = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й курсант обладает } p\text{-умением;} \\ 0, & \text{если } i\text{-й курсант не обладает } p\text{-умением,} \end{cases}$$

$$p = 1, 2, \dots, w_j.$$

В результате опроса научных руководителей, осуществляющих руководство научной работой курсантов, была получена матрица теоретических вероятностей, которая приведена в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки возможностей курсантов успешного участия в каждом этапе исследования

Участник исследования	Этап исследования								
	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉
K ₁	1	0,2	0,9	0,8	1	0,2	1	0,7	1
K ₂	0,8	0,7	1	0,1	0,9	0,8	0,1	0,9	0,7
K ₃	0,6	0,3	0	0,4	0,7	0,5	0,8	0	0,8
K ₄	0	0	0,8	0	0	0,7	0	0,4	0,8
K ₅	0,2	0,5	0,1	0,6	0,6	0,8	0,7	0,4	0,5
K ₆	0,6	0,3	0,9	0,7	0,8	0,4	1	0,6	0,9
K ₇	0,9	0,8	0,9	0,2	0,8	0,9	0,3	0,7	0,7
K ₈	0,5	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,7	0,1	0,9
K ₉	0,5	0,4	0	0,6	0,8	0	0,5	0,6	0,4
K ₁₀	0,9	1	1	0,8	0,7	0,8	0,6	0,4	0,6
K ₁₁	1	0,5	0,8	0,9	0,7	0,1	0,5	0,7	0,6
K ₁₂	0,2	0,8	1	0,2	0,1	0,4	0,7	0,8	0,7
K ₁₃	0,1	0,3	0	0,5	0,4	0,8	0,9	0,9	0,5
K ₁₄	0,5	0	0,6	0,1	0	0,5	0,4	0,6	0,8
K ₁₅	0,5	0,2	0,6	0,1	0,8	0,6	0,4	0,7	0,7
K ₁₆	0,3	0,6	0,7	0,9	0,4	0,8	0,6	1	0,4
K ₁₇	0,5	0,9	0,8	0,8	0,2	0,3	0,9	0,8	0,7
K ₁₈	0,4	0,5	0,6	0,2	0,8	0,6	0,1	0,7	0,1
K ₁₉	0,1	0,4	0	0,6	0	0,9	0,2	0,8	0
K ₂₀	1	0,5	1	0,5	0,8	1	1	0,5	0,7

Согласно модели Раш-анализа вероятность выполнения i -м курсантом задач, которые возникают на j -м этапе исследования, определяется следующей логистической функцией

$$p_{ij} = \frac{\exp(\Theta_i - \beta_j)}{1 + \exp(\Theta_i - \beta_j)}, \quad (5)$$

где Θ_i – уровень подготовленности i -го курсанта (в логитах), β_j – трудность j -го этапа исследования (в логитах).

Параметры Θ_i и β_j выбираются так, чтобы сумма квадратов отклонений эмпирических данных (1) от расчетных вероятностей (2) была наименьшей [7].

Задача сводится к минимизации остаточной суммы

$$S(\Theta, \beta) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - p_{ij})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(x_{ij} - \frac{\exp(\Theta_i - \beta_j)}{1 + \exp(\Theta_i - \beta_j)} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (6)$$

В случае нормирования логитов и установки начала отсчета на среднее значение логитов, целевая функция (6) дополняется системой ограничений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \Theta_i = 0, \\ \sum_{j=1}^m \beta_j = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Расчеты были произведены с помощью надстройки «Поиск решения» MS Excel.

Результаты расчета вероятностей p_{ij} , а также оценок привлекательности θ_i и уровня эксперта β_j с применением метода наименьших квадратов приведены в табл. 2.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы: наиболее подготовленными к участию в научно-исследовательской работе являются курсанты K_1 , K_{10} и K_{20} . В результате оценивания наименьшую сложность вызывают этапы $\mathcal{E}_8$ и $\mathcal{E}_9$, а наиболее сложным является этап $\mathcal{E}_2$.

Таблица 2

Результаты применения Раш-анализа к данным табл. 1

Курсант θ_i / β_j		Этап исследования								
		$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	$\mathcal{E}_3$	$\mathcal{E}_4$	$\mathcal{E}_5$	$\mathcal{E}_6$	$\mathcal{E}_7$	$\mathcal{E}_8$	$\mathcal{E}_9$
		-0,01	0,23	-0,24	0,19	-0,10	-0,38	-0,22	-0,48	-0,49
K_1	0,98	0,73	0,68	0,77	0,69	0,75	0,80	0,77	0,81	0,81
K_2	0,52	0,63	0,57	0,68	0,58	0,65	0,71	0,68	0,73	0,73
K_3	-0,35	0,42	0,36	0,47	0,37	0,44	0,51	0,47	0,53	0,53
K_4	-0,94	0,28	0,24	0,33	0,25	0,30	0,36	0,33	0,39	0,39
K_5	-0,22	0,45	0,39	0,51	0,40	0,47	0,54	0,50	0,57	0,57
K_6	0,64	0,66	0,60	0,71	0,61	0,68	0,73	0,70	0,75	0,75
K_7	0,64	0,66	0,60	0,71	0,61	0,68	0,73	0,70	0,75	0,76
K_8	-0,12	0,47	0,41	0,53	0,42	0,50	0,56	0,52	0,59	0,59
K_9	-0,51	0,38	0,32	0,43	0,33	0,40	0,47	0,43	0,49	0,49
K_{10}	1,11	0,75	0,71	0,79	0,72	0,77	0,82	0,79	0,83	0,83
K_{11}	0,49	0,62	0,56	0,67	0,57	0,64	0,70	0,67	0,73	0,73
K_{12}	0,01	0,51	0,45	0,56	0,46	0,53	0,60	0,56	0,62	0,62
K_{13}	-0,21	0,45	0,39	0,51	0,40	0,47	0,54	0,50	0,57	0,57
K_{14}	-0,59	0,36	0,31	0,41	0,32	0,38	0,45	0,41	0,47	0,47
K_{15}	-0,12	0,47	0,41	0,53	0,42	0,50	0,56	0,53	0,59	0,59
K_{16}	0,39	0,60	0,54	0,65	0,55	0,62	0,68	0,65	0,71	0,71
K_{17}	0,51	0,63	0,57	0,68	0,58	0,65	0,71	0,68	0,73	0,73
K_{18}	-0,40	0,40	0,35	0,46	0,36	0,43	0,50	0,46	0,52	0,52
K_{19}	-0,89	0,29	0,25	0,34	0,25	0,31	0,38	0,34	0,40	0,40
K_{20}	1,09	0,75	0,70	0,79	0,71	0,77	0,81	0,79	0,83	0,83

Построим модель (3) с использованием теоретических вероятностей, приведенных в табл. 2, в предположении, что для выполнения наиболее сложного этапа $\mathcal{E}_2$ необходимо не менее 5 курсантов, $\mathcal{E}_4$ не менее трех, а для наиболее легких ($\mathcal{E}_3$, $\mathcal{E}_6$, $\mathcal{E}_8$ и $\mathcal{E}_9$) не более одного. Для остальных этапов могут быть привлечены два и более курсанта.

Результаты вычислений приведены в табл. 3.

Анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод о том, что привлечение кур-

сантов целесообразно только к тем этапам исследования, которые им «по силам» (имеют адекватную их знаниям и умениям сложность выполнения). Причем к выполнению более сложного исследования ($\mathcal{E}_2$ и $\mathcal{E}_4$) следует привлечь более способных исполнителей (K_1 , K_{10} и K_{20}).

Кроме того, исходя из результатов в табл. 3, можно утверждать, что с самым легким этапом исследования $\mathcal{E}_9$ справятся и наименее подготовленные курсанты K_4 и K_{19} .

Таблица 3

Участник исследования	Этап исследования								
	Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5	Θ_6	Θ_7	Θ_8	Θ_9
K_1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K_2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
K_3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K_4	0	0	0	0	0	0	0	1	0
K_5	0	0	0	0	0	1	0	0	0
K_6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K_7	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K_8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K_9	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K_{10}	0	0	1	0	0	0	0	0	0
K_{11}	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K_{12}	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K_{13}	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K_{14}	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K_{15}	1	0	0	0	0	0	0	0	0
K_{16}	1	0	0	0	0	0	0	0	0
K_{17}	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K_{18}	0	0	0	0	0	0	0	1	0
K_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K_{20}	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Вывод

Использование модели Раша при моделировании процесса формирования рабочих групп курсантов для выполнения научных работ позволяет организовать группы, в которых максимально учтен имеющийся научно-исследовательский потенциал участников, а также их научные интересы. Это позволяет вести исследования максимально плодотворно и эффективно, а также получать научные результаты, порой выше ожидаемых.

Предложенная методика может быть успешно применена в вузах для активизации научно-исследовательской работы студентов и аспирантов, а также для формирования рабочих групп для выполнения других видов деятельности, не обязательно в научной сфере.

Литература

1. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Institut, 1960. 184 p.
2. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы / В.И. Васильев, В.В. Красильников, С.И. Плаксий, Т.Н. Тягунова. М.: Икар, 2004. 382 с.
3. Киреев Ю.В. Применение модели Раша оценки латентных переменных в экспертном оценивании // Наука и современность. 2015. № 35. С. 139-143.
4. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютерах; под ред. В.Э. Фигурнова. М.: ИНФРА-М, 1998. 528 с.
5. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Соловьева Е.В. Применение метода наименьших квадратов при оценке латентных переменных методом Раша // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Сер. «Управление строительством». Воронеж, 2014. Вып. №1 (6). С. 98-100.
6. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005. 912 с.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для прикладного бакалавриата. 12-е изд. М.: Юрайт, 2014. 479 с.

Поступила 09.01.2020; принята к публикации 23.03.2020

Информация об авторах

Корыпаева Юлия Владимировна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А), e-mail: malena1975@mail.ru, тел. 8-920-214-50-89

Красова Наталья Евгеньевна – канд. экон. наук, доцент кафедры математики, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А), e-mail: krasovanata@mail.ru, тел. 8-908-142-51-98

Пешков Вадим Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедры высшей математики и физико-математического моделирования Воронежский государственный технический университет (394026, Россия, г. Воронеж, Московский проспект, 14), e-mail: vmfmm@mail.ru, тел. 8-915-580-94-00

Рябов Сергей Владимирович – канд. техн. наук, доцент кафедры математики Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А), e-mail: mg1.aka@mail.ru, тел. 8-920-401-39-80

METHODOLOGY OF ORGANIZATION AND ASSESSMENT OF QUALITY OF RESEARCH WORKS OF THE CADETS OF THE MILITARY SCIENTIFIC SOCIETY BASED ON THE RASCH MATHEMATICAL MODEL

Yu.V. Korypaeva¹, N.E. Krasova¹, V.V. Peshkov², S.V. Ryabov¹

¹Military Scientific Educational Center of Military-Air Forces “N.E. Zhukovsky and Ju.A. Gagarin Military-Air Academy”, Voronezh, Russia

²Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Abstract: the paper deals with the problem of formation of working groups of cadets of a military University to perform certain stages of research in the framework of the military scientific society. When studying this question, building a model, choosing a method and means of its solution, different levels of mathematical training of cadets and their interests in various fields of science are taken into account. To identify the degree of mathematical training of cadets, to diagnose the complexity of each stage of the study, as well as to build a mathematical model of the formation of research groups to perform different stages of scientific work, a modified Rasch method is used. To assess the probability of successful completion of scientific research as a whole by the whole group under certain assumptions, a mathematical model is constructed that relates to integer programming problems and can be implemented using computer application packages. The paper provides an example, in which, with specific data, as a result of calculations, groups of cadets are formed for the successful implementation of research work. This model of organization of working groups, consisting of the desired number of participants, to perform any activities can be successfully applied not only in universities in solving scientific problems, but also in public production, in private business, etc.

Key words: Rasch method, logistic function, expert estimates, integer programming, least squares method

References

1. Rasch G. “Probabilistic models for some intelligence and attainment tests”, Copenhagen, Danmarks Pædagogiske Institut, 1960, 184 p.
2. Vasil’ev V.I., Krasil’nikov V.V., Plakhsy S.I., Tyagunova T.N. “Statistical analysis of multidimensional objects of arbitrary nature” (“Statisticheskii analiz mnogomernykh ob’ektov proizvol’noy prirody”), Moscow, IKAR, 2004, 382 p.
3. Kireev Yu.V. “Application of the Rasch model for assessing latent variables in expert assessment”, *Science and Modernity (Nauka i sovremennost’)*, 2015, no. 35, pp. 139-143.
4. Tyurin Yu.N., Makarov A.A. “Statistical analysis of data on computers” (“Statisticheskii analiz dannykh na komp’yuternakh”), ed. by V.E. Figurnov, Moscow, INFRA-M, 1998, 528 p.
5. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Solovieva E.V. “The use of the least squares method in assessing latent variables by the Rasch method”, *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering (Nauchnyy vestnik Voronezhskogo GASU)*, Voronezh, 2014, issue 1(6), pp. 98-100.
6. Taha H.A. “Introduction to operations research” (“Vvedenie v issledovanie operatsiy”), Moscow, Williams, 2005, 912 p.
7. Gmurman V.E. “Probability theory and mathematical statistics: a textbook for applied undergraduate” (“Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika: uchebnik dlya prikladnogo bakalavriata”), Moscow, Yurayt, 2014, 479 p.

Submitted 09.01.2020; revised 23.03.2020

Information about the authors

Yuliya V. Korypaeva, Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Military Scientific Educational Center of Military-Air forces “N.E. Zhukovsky and Ju.A. Gagarin Military-Air academy” (54 "A" Starikh Bolshevikov Street, Voronezh 394064, Russia), e-mail: malena1975@mail.ru, tel. +7-920-214-50-89

Natal’ya E. Krasova, Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Military Scientific Educational Center of Military-Air forces “N.E. Zhukovsky and Ju.A. Gagarin Military-Air academy” (54 "A" Starikh Bolshevikov Street, Voronezh 394064, Russia), e-mail: krasovanata@mail.ru, tel. +7-908-142-51-98

Vadim V. Peshkov, Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Voronezh State Technical University (14 Moskovskiy prospekt, Voronezh, 394026, Russia), e-mail: vmfmm@mail.ru, tel.: +7-915-580-94-00

Sergey V. Ryabov, Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Military Scientific Educational Center of Military-Air forces “N.E. Zhukovsky and Ju.A. Gagarin Military-Air academy” (54 "A" Starikh Bolshevikov Street, Voronezh 394064, Russia), e-mail: mg1.aka@mail.ru, tel. +7-920-401-39-80