

Управление в организационных системах

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 519: 510.3:159.98

doi: 10.30987/2658-4026-2024-4-397-403

К вопросу о применимости метода планирования факторного эксперимента для оценивания уровня знаний обучающихся в ходе рубежного контроля

Сергей Алексеевич Багрецов^{1✉}, Эдуард Владимирович Мищенко², Людмила Владимировна Розанова³

^{1,2,3}. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия

¹ vka@mil.ru

Аннотация.

Рассматривается методика оценки знаний обучающихся с учетом априорной оценки вероятностных параметров контролируемых процедур и требуемой достоверности результатов контроля. При этом учитывается предыдущий опыт и субъективная оценка эффективности процесса обучения преподавателя по данной теме на основе предполагаемого уровня усвоения изучаемого материала данным контингентом обучающихся.

Ключевые слова: вероятность, функция распределения, биномиальное и нормальное распределения параметров, шкала оценок, математическое ожидание, дисперсия

Для цитирования: Багрецов С.А., Мищенко Э.В., Розанова Л.В. К вопросу о применимости метода планирования факторного эксперимента для оценивания уровня знаний обучающихся в ходе рубежного контроля // Эргодизайн. 2024. №4 (26). С. 397-403. <http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2024-4-397-403>.

Original article

Open access article

On Applying the Method of Planning a Factorial Experiment for Assessing the Level of Students' Knowledge during Midterm Assessment

Sergey A. Bagretsov^{1✉}, Eduard V. Mishchenko², Lyudmila V. Rozanova³

^{1,2,3}. A.F. Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia

¹ vka@mil.ru

Abstract.

The article considers a methodology for assessing students' knowledge taking into account an a priori assessment of the probabilistic parameters of control procedures and the required reliability of the control results. At the same time, the paper considers the previous experience and subjective assessment of the teacher's training process effectiveness on this topic based on the expected level of the studied material assimilation by this contingent of students.

Keywords: probability, distribution function, binomial and normal distribution of parameters, grading scale, mathematical expectation, variance

For citation: Bagretsov S.A., Mishchenko E.V., Rozanova L.V. On Applying the Method of Planning a Factorial Experiment for Assessing the Level of Students' Knowledge during Midterm Assessment. Ergodizayn [Ergodesign]. 2024;4(26):397-403. Doi: 10.30987/2658-4026-2024-4-397-403.

Введение

Одной из задач, способствующих повышению уровня подготовки специалистов, является совершенствование образовательного процесса – как с точки зрения организации способов передачи знаний, так и объективного оценивания глубины их освоения обучающимися [1]. В рамках реализации этой задачи, в последние годы в дополнение к традиционным формам преподавания и оценивания знаний, где ключевой фигурой является преподаватель, все чаще используются обучающие информационные технологии. Среди них широкое распространение получили автоматизированные обучающие системы (АОС), включающие в себя не только учебный материал и методические рекомендации по его освоению, но и возможность *in situ* (без выхода из обучающей системы) оценить знания по только что пройденному учебному материалу в автоматическом режиме. АОС хорошо зарекомендовали себя в учебных дисциплинах, где проверка знаний осуществляется посредством выбора из нескольких ответов – правильного. При этом окончательная оценка уровня полученных знаний выставляется исходя из соотношения количества правильных и неправильных ответов обучающихся, что эффективно вероятно, для случаев, когда содержание учебного материала имеет конкретную к действию информацию, но может, при этом, не являться отражением глубины проработанности знаний обучающихся.

В то же время, в связи с постоянным увеличением объема и сложности, предлагаемых к изучению учебных дисциплин, возникает необходимость понимания (оценивания) глубины проработанности учебного материала обучающимися. Такую оценку, на сегодняшний день, может дать исключительно преподаватель, осуществляющий контроль знаний обучающихся, опираясь на свой опыт и восприятие глубины проработанности ими учебного материала.

В частности, одной из составляющих, которая может помочь преподавателю объективно оценить глубину проработанности материала обучающимися, является их стремление к получению более высокой оценки, которая, в свою очередь, будет зависеть от различных сопровождающих учебный процесс факторов.

Такой подход может быть осуществлен, например, при проведении рубежного контроля, «осуществляемого с целью систематической проверки усвоения обучающимися обязательных результатов обучения по дисциплине - минимума, который необходим для дальнейшего обучения, выполнения программных требований к уровню подготовки обучающихся» [2].

В настоящее время вопрос повышения объективности оценивания уровня (глубины) полученных знаний обучающихся остается дискуссионным [3]. Количественно оценка уровня знаний обучающихся выражается, в значительной степени, в использовании различных видов шкал. Например, дихотомическая шкала позволяет выразить уровень знаний всего двумя цифрами (0 и 1). Широко практикуется порядковая шкала оценок от 2 до 5 баллов. Значительное распространение получила 100-бальная шкала оценивания знаний, с помощью которой удобно представить процент полноты ответа обучающихся.

Эффективным и объективным способом оценивания знаний обучающихся, по мнению авторов данной статьи, может стать подход, основанный на методе планирования факторного эксперимента [4]. Метод позволяет сформировать выборку промежуточных оценок (далее – оценочная выборка), которая будет охватывать все возможные варианты подготовленности обучающихся по контролируемому предмету. Эти варианты будут включать в себя не только результат ответа на поставленный преподавателем вопрос, но и факторы, учитывающие степень вовлеченности обучающихся при изучении ими учебного материала. К факторам могут быть отнесены: регулярность посещения лекций по изучаемому предмету, качество ведения конспекта, активность выступлений на семинарах, своевременность выполнения практических заданий и другое. По сути, такой подход способен не только дать дополнительную информацию об уровне проработанности учебного материала (далее – УПМ) обучающимися, но и исключить получение «случайной» оценки за вытянутый «счастливый» билет [5], [6], [7] и др.

Цель настоящей работы, используя метод планирования факторного эксперимента, сформировать оценочную выборку из нескольких факторов, от которых может зависеть успешность освоения учебного материала. Оценить эффективность

применения метода для повышения объективности оценивания уровня знаний обучающихся.

Формирование оценочной выборки методом планирования факторного эксперимента

Считаем, что оценочная выборка состоит из вариантов, каждый из которых включает в себя фактор допуска к экзамену (x_0) и факторы успешности (x_i), отражающие степень вовлеченности обучающегося при освоении им учебного материала. Также может быть учтен эффект от взаимного влияния (φ_i) факторов успешности на оценку уровня освоения учебного материала при

сочетании факторов успешности между собой (x_1x_2 ; x_1x_3 ; x_2x_3 ; $x_1x_2x_3$).

Рассмотрим оценочную выборку (табл. 1) возможных вариантов ($N=2^3$) оценивания уровня проработанности учебного материала обучающимся,

где N – общее количество возможных вариантов;

– значение 3 – количество факторов успешности (x_1, x_2, x_3), влияющих на проработанность обучающимся учебного материала;

– значение 2 – показатель успешного выполнения (+1) или невыполнения (-1) фактора.

Таблица 1.

Оценочная выборка возможных вариантов

Table 1.

Estimated sample of possible options

Вариант полноты знаний	Фактор допуска к экзамену	Факторы успешности (x_i), непосредственно зависящие от обучающегося			Взаимное влияние факторов успешности (φ_j)				Окончательная оценка уровня знаний
		x_1	x_2	x_3	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	
п	x_0	x_1	x_2	x_3	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	УПМ оконч.
1	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	+	+	+	-	+	-	-	-	
3	+	+	-	+	-	+	-	-	
4	+	+	-	-	-	-	+	+	
5	+	-	+	+	-	-	+	-	
6	+	-	+	-	-	+	-	+	
7	+	-	-	+	+	-	-	+	
8	+	-	-	-	+	+	+	-	

Здесь:

п – конкретный вариант оценивания;

(x_0) – фактор допуска к оцениванию УПМ, который во всех вариантах при оценивании УПМ должен иметь положительное значение. Это будет свидетельствовать о том, что преподаватель удовлетворен ответом на поставленный перед обучающимся вопрос и оценивание УПМ может быть продолжено;

(x_1) – наличие полного конспекта лекций;

(x_2) – качество его оформления;

(x_3) – хорошая ориентированность в изложенном материале в конспекте, активность на семинарах и практических занятиях.

Фактор (x_1) свидетельствует о том, что обучающийся имеет конспект лекций, в котором представлен достаточный объем прослушанного или отработанного самостоятельно учебного материала, что позволяет рассчитывать обучающемуся на

положительную оценку (+). В определенном смысле этот фактор связан с фактором (x_2), который отражает правильное использование стандартных сокращений, терминов и определений, разделение учебного материала на темы и подтемы, предложенные преподавателем, наличие в конспекте графического сопровождения. Выполнение факторов (x_1) и (x_2) способствует хорошей ориентации обучающегося в изложенном в конспекте материале (x_3) и эффективному использованию им конспекта на семинарских и практических занятиях, что в свою очередь будет свидетельствовать о глубокой проработанности обучающимся изучаемого предмета.

При рассмотрении результатов взаимного

влияния (φ_j) факторов успешности по каждому из вариантов полноты знаний (п) обращает на себя внимание то, что эта часть

оценочной выборки является своего рода лотереей, поскольку зависит от положительных и отрицательных результатов самих факторов успешности.

Рассмотренные выше условия по формированию оценочной выборки

$$УПМ_{n \text{ оконч}} = a_0 x_{0n} + \sum_{i=1}^3 a_i x_{in} + \sum_{j=1}^4 \varphi_{jn}, \quad (1)$$

где: (a_0, a_i) – весовые коэффициенты факторов допуска и успешности, определяющие вклад каждого из факторов и их взаимного влияния в общую окончательную оценку уровня проработанности учебного материала (УПМ);

x_{0n} – фактор допуска к экзамену по варианту (n);

x_{in} – факторы успешности, где i – фактор успешности (1, 2 или 3) по каждому варианту (n);

φ_{jn} – значение взаимного влияния факторов успешности (j) по варианту (n);

$УПМ_{n \text{ оконч}}$ – расчетная окончательная оценка УПМ по варианту (n).

Пример оценивания уровня проработанности учебного материала обучающегося

Чтобы оценить вклад каждого из факторов, составляющих оценку вариантов УПМ обучающегося, определим весовые

коэффициенты (a_0, a_i) каждого из факторов (x_0, x_1, x_2, x_3) . Эти коэффициенты рассчитываются исходя из возможных предварительных оценок, которые мог бы выставить преподаватель по каждому варианту ответа обучающегося.

Тогда весовые коэффициенты (a_0, a_i) факторов (x_0, x_i) можно рассчитать, исходя из общего количества (N=8) вариантов по каждому фактору и предварительных оценок $(УПМ_{предв})$ в оценочной выборке по формуле:

позволяют предложить выражение для расчета окончательной оценки УПМ обучающегося, исходя из конкретного варианта (n) его ответа:

$$a_i = \frac{\sum_{n=1}^8 x_{in} УПМ_{предв}}{N} \quad (2)$$

Предположим, что предварительная оценка по каждому из вариантов $Y_{предв}$ была выставлена по пятибалльной шкале. Рассмотрим два случая.

Случай 1. Предварительные оценки ($УПМ_{предв}$) выставлены преподавателем по каждому варианту (табл. 2), исходя из своего индивидуального опыта. Отсюда, весовой коэффициент a_0 фактора x_0 по всем вариантам составляет:

$$a_0 = \frac{5 + 5 + 4 + 4 + 4 + 3 + 3 + 2}{8} \approx 3.7$$

А весовой коэффициент a_1 фактора x_1 по всем вариантам составляет:

$$a_1 = \frac{5 + 5 - 4 - 4 + 4 + 3 - 3 - 2}{8} \approx 0.5$$

Полученные затем весовые значения каждого из факторов $(a_i x_i)$ позволяют рассчитать весовое значение взаимного влияния факторов успешности по каждому

варианту (φ_{jn}) из выражений:

$$\begin{aligned} \pm \varphi_{1n} &= (\pm a_1 x_1)(\pm a_2 x_2) \\ \pm \varphi_{2n} &= (\pm a_1 x_1)(\pm a_3 x_3) \\ \pm \varphi_{3n} &= (\pm a_2 x_2)(\pm a_3 x_3) \\ \pm \varphi_{4n} &= (\pm a_1 x_1)(\pm a_2 x_2)(\pm a_3 x_3) \end{aligned} \quad (3),$$

где знаки (+) или (-) в весовых значениях взаимного влияния (φ_{jn}) будут зависеть от знаков (\pm) факторов успешности, полученных обучающимся в конкретном варианте.

Рассчитанные по формулам 2 и 3 весовые значения факторов успешности и весовые

значения их взаимного влияния приведены в таблице 2:

Таблица 2.

Весовые значения факторов успешности и весовые значения их взаимного влияния для случая 1

Table 2.

Weight values of success factors and weight values of their mutual influence for case 1

Варианты, (n)	a_0x_0	a_1x_1	a_2x_2	a_3x_3	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	УПМ предв.	УПМ оконч.
1	+3,7	+0,7	+0,5	+0,2	+0,35	+0,14	+0,1	+0,07	5	5,76
2	+3,7	+0,7	+0,5	-0,2	+0,35	-0,14	-0,1	-0,07	5	4,74
3	+3,7	+0,7	-0,5	+0,2	-0,35	+0,14	-0,1	-0,07	4	3,72
4	+3,7	+0,7	-0,5	-0,2	-0,35	-0,14	+0,1	+0,07	4	3,38
5	+3,7	-0,7	+0,5	+0,2	-0,35	-0,14	+0,1	-0,07	4	3,24
6	+3,7	-0,7	+0,5	-0,2	-0,35	+0,14	-0,1	+0,07	3	3,06
7	+3,7	-0,7	-0,5	+0,2	+0,35	-0,14	-0,1	+0,07	3	2,88
8	+3,7	-0,7	-0,5	-0,2	+0,35	+0,14	+0,1	-0,07	2	2,82

Случай 2. Предварительные оценки ($УПМ_{предв}$) выставлены преподавателем по каждому варианту, исходя из предположения о равномерном снижении УПМ обучающегося

от 1 к 8 варианту. Оценки представляют собой регрессию в диапазоне от 5 до 2 баллов с некоторым интервалом, рассчитанным по формуле:

$$\Delta = \frac{УПМ_{\max \text{ предв}} - УПМ_{\min \text{ предв}}}{N - 1} = \frac{5 - 2}{8 - 1} \approx 0.4 ,$$

где: $N - 1$ – число пограничных вариантов уровня подготовленности знаний;

Δ – средняя разница между граничными (соседними) вариантами.

Рассчитанные по формулам 2 и 3 весовые значения факторов успешности и весовые значения их взаимного влияния приведены в таблице 3.

Полученные в результате расчетов и выведенные на графиках (рисунок 1) окончательные расчетные оценки существенно отличаются от предварительных, предложенных преподавателями, как по характеру их распределения, так и по их значениям. Например, окончательная расчетная оценка по варианту № 5 в первом случае составляет 3,24 балла, а во втором – 2,84 балла.

Таблица 3.

Весовые значения факторов успешности и весовые значения их взаимного влияния для случая 2

Table 3.

Weight values of success factors and weight values of their mutual influence for case 2

Варианты, (n)	a_0x_0	a_1x_1	a_2x_2	a_3x_3	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	УПМ предв.	УПМ оконч.
1	+3,5	+0,8	+0,4	+0,2	+0,32	+0,16	+0,08	+0,06	5	5,52
2	+3,5	+0,8	+0,4	-0,2	+0,32	-0,16	-0,08	-0,06	4,6	4,52
3	+3,5	+0,8	-0,4	+0,2	-0,32	+0,16	-0,08	-0,06	4,2	3,8
4	+3,5	+0,8	-0,4	-0,2	-0,32	-0,16	+0,08	+0,06	3,8	3,36
5	+3,5	-0,8	+0,4	+0,2	-0,32	-0,16	+0,08	-0,06	3,4	2,84
6	+3,5	-0,8	+0,4	-0,2	-0,32	+0,16	-0,08	+0,06	3	2,72
7	+3,5	-0,8	-0,4	+0,2	+0,32	-0,16	-0,08	+0,06	2,6	2,64
8	+3,5	-0,8	-0,4	-0,2	+0,32	+0,16	+0,08	-0,06	2	2,6

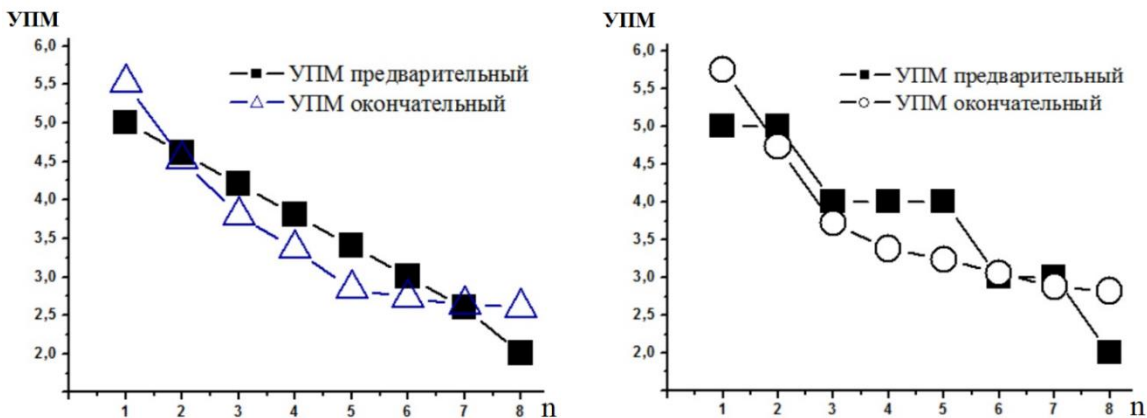


Рис. 1. Графики распределения предварительных и окончательных оценок УПМ для случая 1 (таблица 2) и случая 2 (таблица 3), соответственно

Fig. 1. Graphs of the distribution of preliminary and final estimates of the UPM for case 1 (Table 2) and case 2 (Table 3), respectively

Безусловно, на окончательные оценки влияет и различный подход по выставлению предварительной оценки каждым из преподавателей по конкретному варианту. Однако, окончательная оценка по каждому варианту является уже объективной, поскольку учитывает вовлеченность самого обучающегося, выражающуюся в успешном выполнении факторов.

В перспективных исследованиях, связанных с эргономическим обеспечением разработки систем отбора и подготовки операторов, необходимо проанализировать существующие программные комплексы и патентную аналитику, направленную на математическое моделирование человеко-машинных комплексов [8], [9], [10].

Заключение

Представленные в статье: обоснование для использования метода планирования факторного эксперимента в образовательной деятельности, сформированная на основе метода оценочная выборка и полученные расчетные результаты свидетельствуют о том, что предложенный подход может быть использован преподавателями как инструмент стимулирования обучающихся к большей вовлеченности в изучении учебного материала. При этом рассмотренный подход обладает достаточной адаптивностью, так как перечень и количество факторов успешности могут быть выбраны по решению преподавателя с учетом специфики изучаемой дисциплины и индивидуальных особенностей обучающихся.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 15 сентября 2014 г. № 670 (ред. от 22.11.2021) «О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170951/ (дата обращения: 06.06.2024).
2. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 30 мая 2022 г. № 308 (ред. от 17.04.2024) «Об организации образовательной деятельности в федеральных государственных организациях, осуществляющих образовательную деятельность и находящихся в ведении министерства обороны Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421099/ (дата обращения: 06.06.2024).
3. Касавцев М.Ю. Вариант реализации рубежного контроля успеваемости в учебном процессе военно-учебного заведения. // Наука, техника и образование. 2016. № 5(23). С. 108-110. EDN WADNFV.
4. Шкляр В.Н. Планирование эксперимента и обработка результатов. Издательство Томского политехнического университета, 2010. [Электронный ресурс]. URL:

REFERENCES

1. Order of the Minister of Defense of the Russian Federation "On Measures to Implement Certain Provisions of Article 81 of the Federal Law of December 29, 2012 no. 273-FZ "On Education in the Russian Federation"", no. 670 [Internet]. 2014 Sep 15 [cited 2024 Jun 06]. Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170951/.
2. Order of the Minister of Defense of the Russian Federation "On the Organization of Educational Activities in Federal State Organizations Carrying out Educational Activities and Under the Jurisdiction of the Ministry of Defense of the Russian Federation", no. 308 [Internet]. 2022 May 30 [cited 2024 Jun 06]. Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421099/.
3. Kasavtsev M.Yu. Variant of Implementing Midterm Control of Academic Performance in the Educational Process of a Military Educational Institution. Science, Technology and Education. 2016;5(23):108-110.
4. Shklyar V.N. The Experiment Planning and Results Processing. Publishing House of Tomsk Polytechnic University [Internet]. 2010 [cited 2024 Jun 06]. Available from:

https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb_rabota/iteratura/special/Tab/KonspPExp.pdf (дата обращения: 06.06.2024).

5. **Багрецов С.А., Мищенко Э.В., Розанова Л.В.** Методика построения плана диагностического исследования профессионального соответствия кандидатов в системах профессионального отбора // Эргодизайн. 2022. № 4(18). С. 243-251. DOI 10.30987/2658-4026-2022-4-243-251. EDN SVQDZF.

6. **Багрецов С.А., Калуга В.М., Уточкин О.В.** Метод прогнозирования процесса практической подготовки специалистов на основе применения марковских моделей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 2. С. 252-257. DOI 10.24412/2071-6168-2023-2-252-257. EDN NBZNBV.

7. **Горячкин Б.С.** Эргономические проблемы в автоматизированной системе обработки информации и управления // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2016. Т. 14, № 12. С. 38-47. EDN XQXGBF.

8. **Рытов М.Ю., Спасеников В.В.** Теоретико-прикладные вопросы отбора и подготовки операторов человеко-машинных комплексов в отечественной эргономике // Эргодизайн. 2020. № 4(10). С. 203-223. DOI 10.30987/2658-4026-2020-4-203-223. EDN ANFPFQ.

9. **Spasennikov V., Androsov K., Golubeva G.** Ergonomic factors in patenting computer systems for personnel's selection and training. CEUR Workshop Proceedings : 30, Saint Petersburg, 22–25 september 2020 года. Saint Petersburg, 2020. P. 1. EDN MRWCZX.

10. **Spasennikov V., Morozova A.** Accreditation examination of developing professional competencies at the university: A mathematical model. Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020;172:223-228. DOI 10.1007/978-981-15-2244-4_19. EDN UISUVQ.

Информация об авторах:

Багрецов Сергей Алексеевич - доктор технических наук, профессор Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, профессор кафедры, тел. 8(911)779-86-94, международные идентификационные номера автора SPIN-код: 7463-8396, AuthorID: 514551

Мищенко Эдуард Владимирович – кандидат военных наук, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, тел. 8(911)087-96-37

Розанова Людмила Владимировна – научный сотрудник, Военный институт (научно-исследовательский) Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, международные идентификационные номера автора AuthorID: 156584

https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb_rabota/iteratura/special/Tab/KonspPExp.pdf.

5. **Bagretsov S.A., Mishchenko E.V., Rozanova L.V.** Methodology for Constructing a Plan for a Diagnostic Study of Candidates' Professional Compliance in Professional Selection Systems. Ergodesign. 2022;4(18):243-251. DOI 10.30987/2658-4026-2022-4-243-251.

6. **Bagretsov S.A., Kaluga V.M., Utochkin O.V.** Method of Forecasting the Process of Practical Training of Specialists Based on the Use of Markov Models. News of the Tula State University. Technical Sciences. 2023;2:252-257. DOI 10.24412/2071-6168-2023-2-252-257.

7. **Goryachkin B.S.** Ergonomic Problems in Information Processing System. Information-Measuring and Control Systems. 2016;14(12):38-47.

8. **Rytov M.Yu., Spasennikov V.V.** Theoretical and Applied Issues of Selection and Training of Operators of Human-Machine Complexes in Domestic Ergonomics. Ergodesign. 2020;4(10):203-223. DOI 10.30987/2658-4026-2020-4-203-223.

9. **Spasennikov V., Androsov K., Golubeva G.** Ergonomic Factors in Patenting Computer Systems for Personnel's Selection and Training. In: CEUR Workshop Proceedings : 30; 2020 Sep 22-25; Saint Petersburg; 2020. p. 1.

10. **Spasennikov V., Morozova A.** Accreditation examination of developing professional competencies at the university: A mathematical model. Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020;172:223-228. DOI 10.1007/978-981-15-2244-4_19. EDN UISUVQ.

Information about the authors:

Bagretsov Sergey Alekseevich – Doctor of Sciences (Technology), Professor of A.F. Mozhaisky Military Space Academy, Professor of the Department, ph. 8(911)779-86-94, the author's international identification numbers: SPIN-code: 7463-8396, AuthorID: 514551

Mishchenko Eduard Vladimirovich – Candidate of Military Sciences, A.F. Mozhaisky Military Space Academy, ph. 8(911)087-96-37

Rozanova Lyudmila Vladimirovna – Researcher, Military Institute (research) A.F. Mozhaisky Military Space Academy, the author's international identification numbers: AuthorID: 156584

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

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.08.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 09.09.2024. Рецензент – Печников А.Н., доктор технических наук., доктор педагогических наук, профессор Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного, член редакционного совета журнала «Эргодизайн»

The paper was submitted for publication on the 9th of August 2024; approved after the peer review on the 02nd of September 2024; accepted for publication on the 09th of September 2024. Reviewer – Pechnikov A.N., Doctor of Sciences (Technology), Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor of S.M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps, member of the editorial board of the journal “Ergodesign”.