

D. A. Nemov, I. V. Gerasimov, S. A. Kuzmin, A. V. Li
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

METHOD OF STATISTICAL EVALUATION OF THE COMPUTER NETWORKS BANDWIDTH LIMIT ON THE BASE OF PERCOLATION MODEL

The method of statistical evaluation of the integrated computer networks bandwidth limit by means of computer simulation based on the natural science percolation theory is considered. We deal with dynamic data flows through a random discrete lattice by using discussed technique and the implemented method of statistical modeling. The conditions of nodes clustering in a random environment and its threshold properties are clarified. For establishing the relationship between the certain natural heterogeneous entities and processes in computer environments, the expediency of involvement of principles of analogy and homology, which complement each other in the method of computer simulation of information flows in the network, is justified. The topology of the links is revealed by the route discovery procedure from the user node to some other node. As tests of transport processes are precisely solved problems of the theory of percolation: percolation on a one-dimensional chain, percolation on the Cayley tree, some flat lattices.

Integrated computer networks, percolation, clusters

УДК 355.23

А. И. Алтухов, С. А. Багрецов, М. А. Чебурков
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского

Метод оценивания качества применения учебно-тренажерного комплекса при проведении практических занятий

Рассмотрен метод априорного оценивания качества применения учебно-тренажерного комплекса при проведении практических занятий. Использование в образовательной деятельности учебно-тренажерных комплексов позволяет повысить качество подготовки специалистов. Однако актуальным остается вопрос оценивания эффективности применения учебно-тренажерных комплексов в образовательной деятельности. В основу метода положена модель взаимодействия обучающегося с компонентами учебно-тренажерного комплекса. Предложен алгоритм реализации модели при проведении практических занятий. Рассматриваемый метод оценивания качества учитывает последовательность выполнения практических заданий, а также индивидуальные особенности обучающихся. Использование предложенного метода обеспечивает возможность определения рационального распределения времени для обучения на отдельных этапах практического занятия, выработку рекомендаций преподавателю по совершенствованию методики проведения занятий, разработке новых (переработке существующих) компонентов учебно-тренажерных комплексов.

Учебно-тренажерные средства, автоматизированные обучающие системы, обучающийся, подготовка, практическое задание

В настоящее время в образовательной деятельности все большее применение находят учебно-тренажерные комплексы (УТК), составными компонентами которых являются штатные технические средства, эксплуатируемые в подразделениях заказчика по подготовке специалистов [1], [2]. Использование таких комплексов в процессе обучения позволяет создать условия, близкие к тем, в которых

молодому специалисту предстоит решать задачи по предназначению на первичных должностях [3]. В то же время, активное использование УТК в образовательной деятельности ставит вопрос об оценивании эффективности их применения.

В статье рассмотрен один из подходов к решению данного вопроса. В частности, предложен метод априорного оценивания качества примене-

ния УТК в целом, а также его отдельных компонентов, объединенных в единую автоматизированную обучающую систему (АОС) при проведении практического занятия. Показателями качества определены время выполнения задания и содержательные характеристики (знания, умения и навыки). В основу метода положена модель выполнения практического задания с использованием АОС на базе учебно-тренажерного комплекса. Модель взаимодействия обучающегося с компонентами учебно-тренажерного комплекса включает в себя 3 последовательно взаимосвязанных этапа: подготовительный; этап выполнения практического задания и этап контроля выполнения практического задания, характеризующийся обратными взаимосвязями с предыдущими этапами. Данная модель позволяет оценить временные и содержательные

характеристики выполнения практического задания на всех этапах. Алгоритм реализации этапов модели представлен на рис. 1.

Подготовительный этап предназначен для оценивания уровня подготовленности обучающихся, а при необходимости, формирования рекомендаций по индивидуальной подготовке обучающегося к выполнению практического задания. На данном этапе обучающийся проходит входной контроль в виде теста с целью выявления уровня остаточных знаний на момент выполнения практического занятия [4], [5]. При выставлении положительной оценки обучающийся переходит к изучению руководства и требований безопасности при выполнении практического задания. При выставлении отрицательной оценки обучающийся направляется на повторение пройденного ра-



Рис. 1

нее материала. Заключительным элементом подготовительного этапа является выходной контроль готовности обучающегося к выполнению практического задания. Если обучающийся не проходит данный контроль, ему выдаются соответствующие рекомендации для восполнения знаний.

Этап выполнения практического задания включает в себя непосредственное выполнение обучающимся практического задания, а также контроль выполнения задания. На этапе контроля выявляются ошибки, допущенные обучающимся. При этом выделяются ошибки двух типов: ошибки 1-го типа – технические (механические), ошибки 2-го типа – ошибки вследствие недостаточной теоретической подготовленности. В случае выявления ошибки 1-го типа обучающийся перенаправляется на повторное выполнение практического задания. Если обучающийся допустил ошибки 2-го типа, то он направляется на подготовительный этап для повышения уровня подготовленности.

При получении положительного результата обучающийся направляется на этап допуска к выполнению следующего практического задания. Допуск к выполнению следующего практического задания включает в себя проверку соответствия выполнения всех предыдущих условий, суммирование оценок, полученных в результате выполнения практического задания, выставление общей оценки и выдачу допуска на выполнение следующего практического задания.

Для реализации рассмотренного алгоритма в образовательном процессе необходимо априори определить вероятностные и временные параметры выполнения практического задания обучающимся. По полученным результатам можно оценить возможность применения УТК в соответствии с предложенным алгоритмом, а также разработать планы проведения занятий с учетом времени, отводимого на выполнение задания, параметров контроля и степени усвоения обучающимся ранее изученного материала [6]. При решении данной задачи используется структурный метод. Для этого представим модель взаимодействия обучающегося с компонентами УТК при выполнении практического задания в виде вероятностного графа (рис. 2) [7].

На графе возможных состояний модели выполнения практического задания и взаимных переходов между ними (рис. 2) используются следующие обозначения: β_1^1, β_1^0 – вероятности безошибочного и ошибочного прохождения обучающимся подготовительного этапа при выполнении практического занятия; β_2^1, β_2^0 – вероятности безошибочного и ошибочного прохождения обучающимся этапа выполнения практического задания; K^{11}, K^{10} – условные вероятности признания контрольным блоком безошибочного выполнения обучающимся этапа выполнения практического задания; K^{00}, K^{01} – условные вероятности

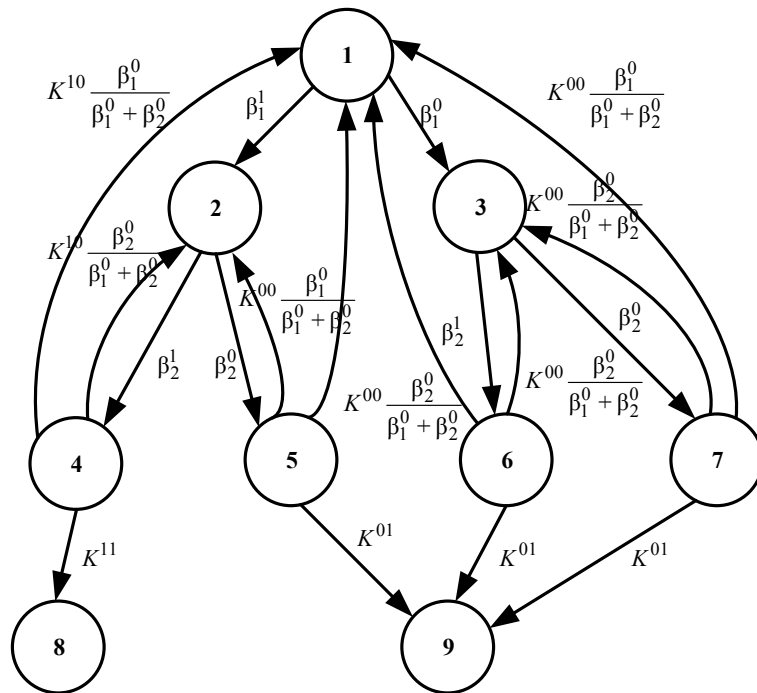


Рис. 2

признания контрольным блоком ошибочного выполнения обучающимся этапа выполнения практического задания.

Для вычисления вероятностей безошибочного и ошибочного выполнения практического задания обучающимся используется метод структурных обобщенных чисел. В соответствии с методикой, изложенной в [8], обобщенное матричное число системы с графом возможных состояний (см. рис. 2) будет равно:

$$\alpha = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 2 & 1 & 4 & 5 & \\ 3 & 3 & 1 & 6 & 7 & \\ 4 & 4 & 2 & & & \\ 5 & 5 & 2 & & & \\ 6 & 6 & 3 & & & \\ 7 & 7 & 3 & & & \\ 8 & 8 & 4 & & & \\ 9 & 9 & 5 & & & \end{vmatrix}.$$

Эквивалентная вероятность безошибочного выполнения практического задания определяется выражением

$$\beta_8 = \beta_9^1 = \frac{\det[\alpha_{i \in 9, 1, j \in 8, 9}]_{\text{mod } 2}}{\det[\alpha_{i=j \in 8, 9}]_{\text{mod } 2}} = \frac{A}{B},$$

где $\det[\alpha_{ij}]_{\text{mod } 2}$ – детерминантная функция; $\text{mod } 2$ означает декартово произведение строк матричного числа α ;

$$A = \begin{vmatrix} 2 & 2 & 1 & 4 & 5 \\ 3 & 3 & 1 & 6 & 7 \\ 4 & 4 & 2 & & \\ 5 & 5 & 2 & & \\ 6 & 6 & 3 & & \\ 7 & 7 & 3 & & \\ 8 & 4 & & & \end{vmatrix}_{\text{mod } 2} = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 6 & 7 \\ 4 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 5 & 5 & 5 \\ 6 & 6 & 3 & 6 \\ 7 & 7 & 7 & 3 \\ 8 & 4 & 4 & 4 \end{vmatrix}_{\text{mod } 2} =$$

$$\begin{aligned} &= (-1)^4 a_{21} a_{33} a_{42} a_{55} a_{66} a_{77} a_{84} + \\ &+ (-1)^3 a_{21} a_{36} a_{42} a_{55} a_{63} a_{77} a_{84} + \\ &+ (-1)^3 a_{21} a_{37} a_{42} a_{55} a_{66} a_{73} a_{84} = \\ &= \beta_1^1 \beta_2^1 K^{11} - \beta_1^1 K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 \beta_2^1 K^{11} - \\ &- \beta_1^1 K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \beta_2^1 K^{11} = \\ &= \beta_1^1 \beta_2^1 K^{11} \left(1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (\beta_2^1 - \beta_2^0) \right); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \begin{vmatrix} 1 & 1 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 2 & 1 & 4 & 5 & \\ 3 & 3 & 1 & 6 & 7 & \\ 4 & 4 & 2 & & & \\ 5 & 5 & 2 & & & \\ 6 & 6 & 3 & & & \\ 7 & 7 & 3 & & & \end{vmatrix}_{\text{mod } 2} = \\ &= 1 - \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \left(K^{00} \beta_2^1 + K^{00} \beta_2^0 + K^{10} \beta_2^1 \right) + \\ &+ K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \left(K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 \beta_2^1 + K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 \beta_2^0 - \beta_2^0 \right) + \\ &+ K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \left(K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 + K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \right) + \\ &+ K^{10} \frac{\beta_1^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_1^1 \beta_2^1 \left(1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 + K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \right) - \\ &- K^{00} \frac{\beta_1^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_1^1 \beta_2^0 \left(1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \right) - \\ &- K^{00} \frac{\beta_1^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 \beta_1^0 \left(1 - K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \right) - \\ &- K^{00} \frac{\beta_1^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_1^0 \beta_2^0 \left(1 - K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 \right). \end{aligned}$$

Для определения временных параметров модели в различных состояниях воспользуемся также методом обобщенных матричных чисел. Математическое ожидание времени выполнения обучающимся практического задания будет равно:

$$M(T_{\text{вып}}) = \sum_{\mu \in T} M(T_{\mu}) n_{\mu}^1,$$

где $n_{\mu}^1 = \frac{\det[\alpha_{i \in \bar{T}, 1, j \in \bar{T}, \mu}]_{\text{mod } 2}}{\det[\alpha_{i \in \bar{T}, j \in \bar{T}}]_{\text{mod } 2}} = \frac{C_{n_{\mu}^1}}{B}$ – среднее

число возможных попыток выполнения каждого промежуточного состояния системы; $T = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ – множество промежуточных состояний системы;

$$\begin{aligned} C_{n_{\mu}^1} &= \begin{vmatrix} 2 & 2 & 4 & 5 \\ 3 & 3 & 6 & 7 \\ 4 & 4 & 2 & \\ 5 & 5 & 2 & \\ 6 & 6 & 3 & \\ 7 & 7 & 3 & \end{vmatrix}_{\text{mod } 2} \begin{vmatrix} 2 & 2 & 2 & 4 & 4 & 5 & 5 \\ 3 & 3 & 6 & 7 & 3 & 6 & 3 & 7 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & 4 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 2 & 2 \\ 6 & 6 & 3 & 6 & 6 & 3 & 6 & 6 \\ 7 & 7 & 7 & 3 & 7 & 7 & 7 & 3 \end{vmatrix}_{\text{mod } 2} = \\ &= 1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 + K^{10} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^1 - \\
 & -K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 + K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0 K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} \beta_2^0; \\
 & C_{n_2^1} = \beta_1^1 \left(1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (\beta_2^1 + 1) \right), \\
 & C_{n_3^1} = \beta_1^0 \left(1 - \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (K^{00} \beta_2^0 + K^{10} \beta_2^1) \right), \\
 & C_{n_4^1} = \beta_1^1 \left(\beta_2^1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (\beta_2^1 + \beta_2^0) \right), \\
 & C_{n_5^1} = \beta_1^1 \beta_2^0 \left(1 - K^{00} \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (\beta_2^1 + \beta_2^0) \right), \\
 & C_{n_6^1} = \beta_2^1 \left(\beta_1^0 - \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (K^{10} + K^{00} \beta_1^0 \beta_2^0) \right), \\
 & C_{n_7^1} = \beta_1^0 \beta_2^0 \left(1 - \frac{\beta_2^0}{\beta_2^0 + \beta_1^0} (K^{10} \beta_2^1 + K^{00} \beta_2^0) \right);
 \end{aligned}$$

$M(T_{\text{вып}})$ – математическое ожидание общего времени выполнения практического задания с использованием УТК; $M(T_{\text{п}})$ – математическое ожидание времени, затраченного на подготовительный этап; $M(T_{\text{раб}})$ – математическое ожидание времени, затраченного на выполнение основного этапа выполнения практического задания; $M(T_{K_{\text{вып}4}})$ – математическое ожидание времени контроля безошибочного выполнения практического задания; $M(T_{K_{\text{вып}5}}), M(T_{K_{\text{вып}6}), M(T_{K_{\text{вып}7})}$ – математическое ожидание времени контроля ошибочного выполнения практического задания.

При проведении экспериментов было принято допущение, что $M(T_{K_{\text{вып}4}}) \approx M(T_{K_{\text{вып}5}}) \approx M(T_{K_{\text{вып}6}}) \approx M(T_{K_{\text{вып}7}})$. Обозначим перечисленные значения через $M(T_{K_{\text{вып}}})$.

С учетом изложенного математическое ожидание общего времени выполнения практического задания будет рассчитываться в соответствии с выражением

$$\begin{aligned}
 M(T_{\text{вып}}) = & \left[M(T_{\text{п}}) C_{n_1^1} + M(T_{\text{раб}}) (C_{n_2^1} + C_{n_3^1}) + \right. \\
 & \left. + M(T_{K_{\text{вып}}}) (C_{n_4^1} + C_{n_5^1} + C_{n_6^1} + C_{n_7^1}) \right] / (1 - B).
 \end{aligned}$$

Для расчета дисперсии времени выполнения задания также используется метод обобщенных матричных чисел:

$$\begin{aligned}
 D(T_{\text{вып}}) = & \left(M(T_n) + M(T_{\text{раб}}) + M(T_{K_{\text{вып}}}) \right)^2 D(L) + \\
 & + \left(D(T_n) + D(T_{\text{раб}}) + D(T_{K_{\text{вып}}}) \right) M(L),
 \end{aligned}$$

где $M(L) = \frac{1}{1 - B}$ – математическое ожидание

числа повторений L ; $D(L) = \frac{B}{(1 - B)^2}$ – диспер-

сия числа повторений L .

Значение дисперсии времени выполнения всех операций, входящих в состав занятия, позволяет преподавателю определить вероятность своевременного выполнения обучающимися практических заданий. Полученные результаты временных параметров позволяют рассчитать такую характеристику, как гарантированное время выполнения практического задания. Получим его из выражения

$$T_{\Gamma} = M(T_{\text{вып}}) + k_{\Gamma} \sigma,$$

где k_{Γ} – коэффициент гарантии выполнения обучающимся учебного задания за заданное время; σ – среднее квадратическое отклонение времени выполнения обучающимся практического задания. Из графа (см. рис. 2) видно, что успешное выполнение задания требует от обучающегося, с одной стороны, понимания смысла каждого частного действия, знания результата этого действия, степени его соответствия требованиям, предъявляемым к процессу решения данного вида задач, а с другой – осознания ошибок в выполнении действий, их источников и путей преодоления. Указанная структура приобретения знаний обеспечивает формирование навыков решения того или иного вида задач. С целью расчета степени усвоения обучающимся учебного материала при выполнении практического задания воспользуемся экспоненциальной моделью [9], описывающей процесс приобретения знаний, навыков и умений, следующего вида:

$$R_1(t) = 1 - \exp(-\lambda_1 t),$$

где $R_1(t)$ – степень усвоения обучающимся учебного материала при использовании УТК в течение времени t ; t_1 – реальное полезное время работы обучающегося с учебной программой; λ_1 – интенсивность приобретения навыка обучающимся при использовании обучающей системы данного вида.

Аналогично определим закон изменения степени усвоения учебного материала при использовании традиционных методов обучения: $P_0(t) = 1 - \exp(-\lambda_0 t_0)$.

Для определения параметров λ_1 , λ_0 преподаватель составляет две группы ключевых вопросов. Первая группа вопросов определяется таким образом, чтобы ее содержание перекрывало совокупность знаний, навыков и умений, которые мог бы приобрести обучающийся в процессе обучения без использования УТК.

Вторая группа должна перекрывать ту часть учебного материала, которая дополнительно может быть усвоена обучающимися при использовании УТК. В число указанных вопросов могут быть включены практические и теоретические задачи, решение которых требует задействования штатных технических средств, а также комплексные задания.

Обозначим число вопросов первой группы через N_1 , а число дополнительных вопросов второй группы через N_2 . Далее, руководствуясь имеющимся опытом обучения, преподаватель указывает средние доли числа вопросов первой и второй групп, на которые могут ответить безошибочно обучающиеся, изучающие материал по старой методике. Обозначим эти доли через P_1^0 и P_0^0 соответственно.

Для обработки методических материалов формируется группа обучающихся. В состав включаются обучающиеся с различными уровнями подготовки. Примем допущение, что занятие будет выполняться за время, равное его математическому ожиданию, $M(T_{\Pi}) + M(T_{\text{раб}}) = M(T_{\text{вып}})$. Также можно использовать гарантированное время выполнения отдельных задач обучающимися.

По результатам наблюдений, бесед и опросов преподаватель определяет долю ключевых вопросов множества $N_1 + N_2$, на которые обучающиеся в состоянии ответить безошибочно. Обозначим их через P_1^1 . В рассматриваемом случае справедливо равенство вида $P_1^1 = 1 - \exp(-\lambda_1 M(T_{\text{вып}}))$.

Из уравнения получим значение λ_1 интенсивности усвоения учебного материала на заня-

тии, проводимом с использованием автоматизированных средств обучения.

Для расчета параметра λ_0 необходимо определить вначале степень усвоения учебного материала на занятии, проводимом по новой методике, обучающимися, изучившими материал данной темы на занятии, проводимом по старой методике. Для этого можно воспользоваться выражением

$$P_0(t_0) = \frac{N_1 P_0^0 + N_2 P_1^0}{N_1 + N_2}.$$

Параметр λ_0 в этом случае может быть определен из равенства

$$\frac{N_1 P_0^0 + N_2 P_1^0}{N_1 + N_2} = 1 - \exp(-\lambda_0 t_0).$$

Таким образом, используя метод экспертной оценки, основанный на опыте преподавателя, и корректируя полученные результаты в ходе отработки методического материала, представляется возможным с достаточно близкой (с точки зрения здравого смысла) точностью определить параметры процесса обучения на практических занятиях, проводимых с использованием УТК.

Рассмотрим пример оценивания дидактической эффективности автоматизированной обучающей системы. В качестве исходных данных имеются:

- время, отводимое на выполнение практического задания, – 45 мин;
- математическое ожидание времени подготовительного этапа $M(T_{\Pi}) = 5$ мин;
- математическое ожидание времени, затраченного на выполнение основного этапа выполнения практического задания, $M(T_{\text{раб}}) = 29.5$ мин;
- математическое ожидание времени контроля $M(T_{\text{Квып}}) = 8$ мин.

Вероятностные характеристики:

$$\beta_1^1 = 0.8, \beta_2^1 = 0.7, K^{10} = 0.8, K^{11} = 0.1.$$

Интенсивность приобретения навыка выполнения задания составляет:

- для проектируемой обучающей системы $\lambda_1 = 0.09$;
- для ранее существующей системы $\lambda_0 = 0.06$.

Результаты расчетов временных параметров:

$$M(T_{\text{вып}}) = 32.7 \text{ мин}, \sigma = 35.8 \text{ мин}, \\ T_{\Gamma} = 44.3 \text{ мин}.$$

Надежность выполнения учебной программы $\beta_8 = 0.93$. Так как $\beta_8 = 0.93 > 0.7$, то в данной системе обучения обеспечивается требуемый уровень усвоения учебного материала.

Степень усвоения знаний, навыков и умений обучающимися при проведении занятий с применением УТК ожидается равной $P(t) = 0.84$. В существующей системе подготовки степень усвоения знаний составляет $P_0 = 0.6$.

В предлагаемой системе подготовки степень усвоения знаний выше, чем в существующей. Следовательно, она может быть принята к использованию в образовательном процессе подготовки специалистов. Применение методов математического моделирования позволяет априорно определить объективные количественные оценки эффективности применения обучающих систем.

Использование предложенного метода математического моделирования обеспечивает воз-

можность определения рационального распределения времени для обучения на отдельных этапах практического занятия, выработку рекомендации преподавателю по совершенствованию методики проведения занятия и по совершенствованию технических средств.

Предложенный метод следует рассматривать как элемент общей системы оценивания эффективности применения автоматизированных обучающих систем: время выполнения задания и содержательные характеристики (знания, умения и навыки). Представленная модель также может быть использована при планировании и разработке практических заданий, выполнение которых направлено на формирование профессиональных навыков и умений с использованием учебно-тренажерных комплексов по дисциплинам профессионального цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция инновационной технологии обучения по дисциплинам профессионального цикла подготовки специалистов в области обработки данных дистанционного зондирования Земли в образовательных учреждениях высшего профессионального образования / Ю. В. Кулешов, А. И. Алтухов, Н. С. Кужекин, М. А. Сквасников, М. А. Чебурков // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2012. № 636. С. 54–57.
2. Кунтурова Н. Б. Актуальные проблемы математической подготовки военных специалистов // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2012. № 635. С. 94–97.
3. Оценивание уровня сформированности компетенций выпускников военно-учебного заведения в ходе государственной итоговой аттестации / В. В. Алейник, Н. С. Кужекин, В. В. Мышко, В. А. Чикуров // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2017. № 656. С. 189–197.
4. Кунтурова Н. Б. Особенности оценивания профессиональной компетентности будущих специалистов в процессе их подготовки в вузе // Науч.-техн.

ведомости: Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. № 5(86). С. 194–198.

5. Калинин В. Н., Коцкович А. В., Хохлова М. В. Методика промежуточного контроля уровня сформированности компетенций курсанта с использованием компьютерного тестирования // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2015. № 647. С. 198–204.

6. Булекбаев Д. А., Катранов А. Г., Морозов А. В. Формирование компетенций в курсе математики // Тр. военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2015. 648. С. 192–201.

7. Методика оценивания временных затрат на изучение курса учебной дисциплины с применением автоматизированных обучающих систем / А. И. Алтухов, С. А. Багрецов, Н. А. Карпинчук, М. А. Чебурков // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. № 7. С. 32–36.

8. Губинский А. И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. Л.: Наука, 1982. 270 с.

9. Добров Г. М. Прогнозирование науки и техники. М.: Наука, 1977. 209 с.

A. I. Altuhov, S. A. Bagrecov, M. A. Cheburkov
A. F. Mozhaisky Military Space Academy

METHOD OF ASSESSMENT OF QUALITY EDUCATIONAL-TRAINING COMPLEX WITH PRACTICAL EXERCISES

Considers the method of a priori assessment of the quality of the use of the training and training complex in conducting practical exercises. The use of educational and training complexes in educational activity allows to improve the quality of training of specialists. However, the issue of assessing the effectiveness of the use of training and training complexes in educational activities remains topical. The method is based on the model of interaction between the learner and the components of the training and training complex. An algorithm for realizing the model during practical training is proposed. The considered method of quality assessment takes into account the sequence of performing practical tasks, as well as individual characteristics of students. The use of the proposed method provides an opportunity to determine the rational distribution of time for learning at certain stages of a practical lesson, develops recommendations to the preceptor on improving the methodology for conducting classes, developing new (processing existing) components of training and training complexes.

Educational-training tools, automated training systems, learning, training, practical task