УДК 621.3.019

DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-11

ВЛИЯНИЕ АДЕКВАТНОСТИ ТРЕНАЖЕРОВ НА ПЛАНИРОВАНИЕ ТРЕНАЖНОЙ ПОДГОТОВКИ

Б. Ж. Куатов, Б. К. Кемалов, Р. Р. Бикеев

Использование в тренажеростроении имитационных моделей с ограниченной адекватностью является одной из основных причин возникновения неадекватности применения тренажеров, заключающейся в некорректном формировании учебных планов тренажной подготовки (ТП), а именно: в определении количества тренировок на технических средствах обучения (ТСО) [1]. Из-за ограниченной адекватности тренажеров наблюдаются взаимозависимые события:

– приобретение летным составом неверных навыков по эффективным способам и тактическим приемам применения летательных аппаратов (ЛА) и его систем;

– искаженное оценивание отрабатываемых летным составом учебных упражнений и задач.

Искаженное оценивание отрабатываемых учебно-тренировочных задач (УТЗ) происходит из-за существующего несоответствия между оценками обученности летного состава на тренажерах и штатной технике (ШТ) по единым упражнениям. Причиной неадекватности обученности $\Re(K)$ на средствах тренажа является наличие неучтенных навыков, которые порой оказываются вредными, хотя и воспринимаются как нужные.

Из теории психологии и педагогики [2] известно, что навыки – это умение выполнять целенаправленные действия, доведенное до автоматизма в результате сознательного многократного повторения одних и тех же движений или решения типовых задач. Применительно к ТП сознательное многократное повторение одних и тех же движений или решение типовых задач осуществляется в процессе тренировок. Однако также известно, что действия можно классифицировать как правильные (положительные) и неправильные (отрицательные, ошибочные) [3].

При этом под положительными и отрицательными действиями понимают такие действия оператора, которые обеспечивают соответственно положительный (повышение функции полезности) и отрицательный (снижение функции полезности) эффекты применения технических средств.

В связи с этим целесообразно ввести понятие «навыки» согласно классификации действий:

– положительные навыки C – это доведенные во время тренировок до автоматизма положительные действия;

– отрицательные навыки E – это доведенные во время тренировок до автоматизма отрицательные действия.

С учетом этого неадекватность обученности $\Re(K)$ заключается в наличии ошибок идентификации навыков, так как часть положительных навыков C воспринимается как отрицательные E, и наоборот, часть отрицательных навыков E – как положительные C.

Для формализации возможных ошибок целесообразно ввести следующие понятия:

– ложные действия (ошибка первого рода) – это действия, которые идентифицируются как положительные, хотя на самом деле они отрицательные;

– пропущенные положительные действия (ошибка второго рода) – это действия, которые идентифицируются как отрицательные, хотя на самом деле они положительные.

Согласно приведенной классификации ошибок идентификации действий, которые, безусловно, преобразуются при доведении действий до автоматизма в ошибки идентификации навыков, используем определения ошибочных навыков:

– ложные навыки F – это доведенные во время тренировок до автоматизма отрицательные действия, которые идентифицируются как положительные;

– пропущенные положительные навыки D – это доведенные во время тренировок до автоматизма положительные действия, которые идентифицируются как отрицательные.

С учетом вышеизложенного на рис. 1 представлена обобщенная классификация возможных навыков, приобретаемых летным составом на средствах тренажа в процессе тренажной подготовки.

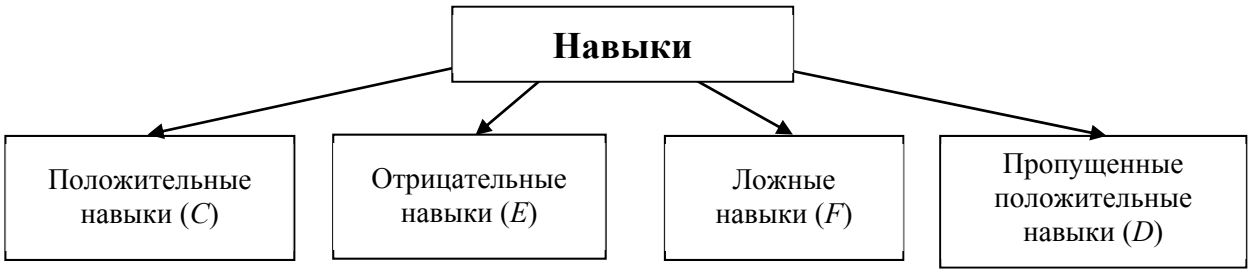

Рис. 1. Классификация навыков

Приведенная обобщенная классификация навыков образует полную группу событий. Введение обобщенной классификации навыков позволяет конкретизировать факторы существования неадекватности обученности $\Re(K)$, которые представлены на рис. 2.

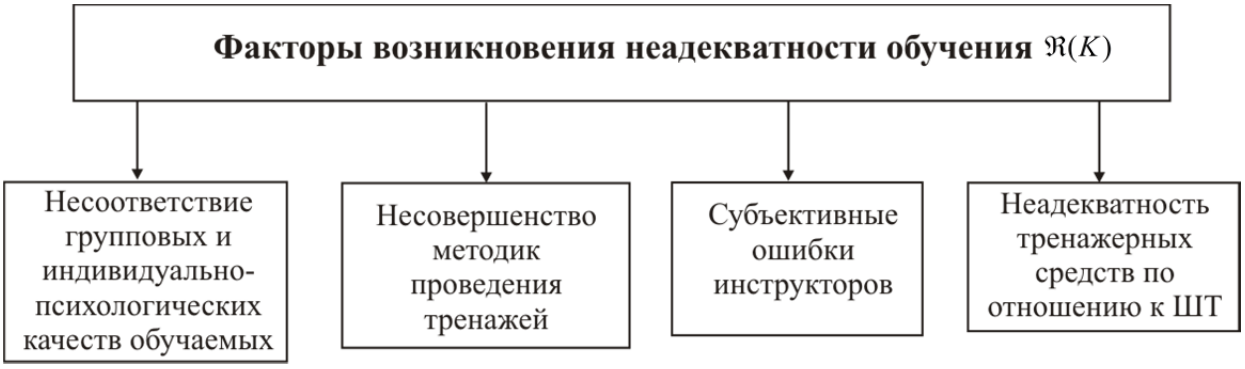

Рис. 2. Факторы существования неадекватности обученности

Очевидным является то, что если первые три фактора, присущие как для тренажеров, так и для ШТ, в силу их однородности происхождения при оценке уровня навыков могут быть скомпенсированы (они не влияют на расхождение оценок навыков, приобретаемых на тренажерах и реальной технике при выполнении условия их идентичности), то последний проявляется только на тренажерах и не может быть скомпенсирован, как три первые.

Необходимо отметить, что ложные F и пропущенные правильные D навыки выступают объективной реальностью независимо от отсутствия возможности их наблюдаемости и являются следствием ограниченной адекватности тренажеров.

В связи с тем, что в настоящее время существуют проблемы организации ТП, поэтому независимо от принятых представлений по планированию полетных заданий реальной объективностью является конфликт применения ЛА, сущность которого состоит в наличии противоречий между прогнозируемым и действительно необходимым количеством сил и средств, обеспечивающих гарантированную эффективность.

Известно, что с помощью любого тренажера может быть достигнут лишь вполне определенный максимально возможный уровень подготовленности. Он ограничивается адекватностью имитационного моделирования к процессам, происходящим во время применения ЛА и его систем [4].

Обобщая понятие вероятности адекватности тренажера, имеем, что она характеризует не что иное, как вероятность того, что операторы не будут чувствительны к различию между выходными информационными параметрами тренажера и ШТ при одинаковых воздействиях на их органы управления, и это не приведет к выполнению операторами на тренажере действий, отличных от действий на реальной технике, которые для последней являются положительными, т.е. величина γ вероятности адекватности тренажера определяет потенциальный уровень положительных навыков, приобретаемых операторами на тренажерах. Очевидным является, что для ШТ $\gamma = 1$.

Вероятностный показатель уровня приобретения положительных навыков (обученности) операторов определяется как

$$\omega_C = \gamma\omega, \tag{1}$$

где ω – оценка уровня навыков, определяемая из анализа действий операторов

$$\omega = \frac{N_c}{N} = 1 - \frac{N_e}{N},$$

здесь N_c и N_e – количество правильных и ошибочных действий соответственно; N – общее количество действий.

Истинные оценки уровня других навыков, приобретаемых на тренажере, определяются как

$$\omega_E = \gamma(1-\omega); \tag{2}$$

$$\omega_F = (1-\gamma)\omega; \tag{3}$$

$$\omega_D = (1-\gamma)(1-\omega), \tag{4}$$

где ω_E, ω_F и ω_D – оценки уровней навыков E, F и D соответственно.

Причем необходимо отметить, что представленные оценки уровней навыков (1)–(4) составляют полную группу событий, так как

$$\omega_C + \omega_E + \omega_F + \omega_D = 1. \tag{5}$$

Очевидно, что для ШТ: $\omega_C = \omega$, $\omega_E = 1-\omega$, $\omega_F = 0$, $\omega_D = 0$, следовательно, $\omega_C + \omega_E + \omega_F + \omega_D = 1$, это подтверждает справедливость оценок уровней (1)–(4).

В свою очередь уровень навыков, приобретаемых за N тренировок на ШТ, определяется по (1), следовательно, для оценки уровней C и E имеем

$$\omega_C(N) = 1 - (1-\omega_0)(1-\xi)^N; \tag{6}$$

$$\omega_E(N) = (1-\omega_0)(1-\xi)^N. \tag{7}$$

Из-за частичного или полного отсутствия имитации некоторых процессов и эффектов в тренажере, являющихся по сути отвлекающими и рассеивающими внимание оператора, возможна такая ситуация, когда доля навыков ξ_S, приобретаемая на тренажере, может оказаться несколько выше, чем доля навыков ξ, приобретаемая на ШТ. Поэтому оценка уровня навыков, приобретаемых на тренажере за n тренировок, имеет вид

$$\omega(n) = 1 - (1-\omega_0)(1-\xi_S)^n. \tag{8}$$

Подставив (8) в (1)–(4) и проведя некоторые преобразования с учетом того, что если оператор ранее не занимался на тренажере, то начальная оценка уровня F – $(1-\gamma)\omega_0$, являющаяся следствием ее неадекватности, равна нулю, а начальная оценка уровня C – $\gamma\omega_0$ равна ω_0, имеем

$$\omega_C(n) = \gamma - (\gamma-\omega_0)(1-\xi_S)^n; \tag{9}$$

$$\omega_E(n) = (\gamma-\omega_0)(1-\xi_S)^n; \tag{10}$$

$$\omega_F(n) = \overline{\gamma} - \overline{\gamma}(1-\xi_S)^n; \tag{11}$$

$$\omega_D(n) = \overline{\gamma}(1-\xi_S)^n, \tag{12}$$

где $\overline{\gamma} = 1-\gamma$ – вероятность неадекватности тренажера.

На рис. 3 кривой $\omega^*\%$ (пунктирная кривая) соответствует типовой график усвоения навыков (в процентах) от числа тренировки n, а кривой ω_C (сплошная кривая) – данные, полученные при ее аппроксимации при $\omega_0 = 0$, $\xi_S = 0{,}5$, $\gamma = 0{,}71$.

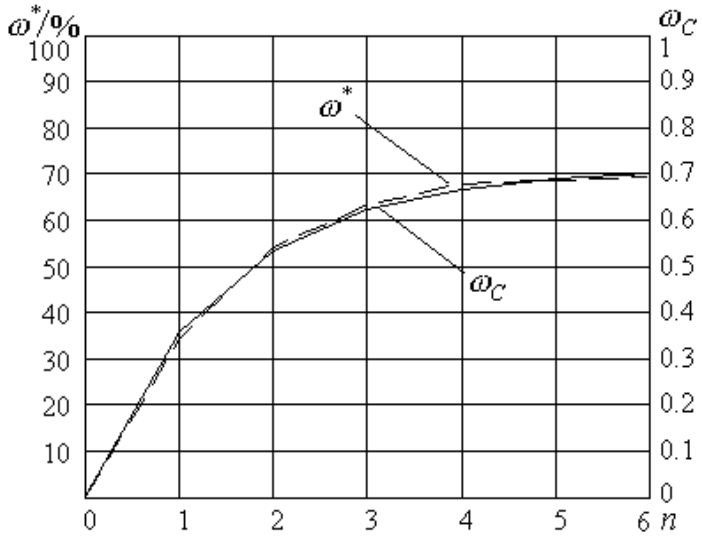

Рис. 3. Усвоение навыков от числа тренировок

На основании этого можно констатировать следующее: так как величина γ определяет потенциальный уровень правильных навыков, приобретаемых оператором на тренажере, а величина $(1-\gamma)$ определяет потенциальный уровень неправильных навыков, наличие которых свидетельствует о существовании неадекватности применения тренажеров, то последняя может быть использована в качестве индикатора сопутствующего признака неадекватности применения тренажеров.

На рис. 4 для исходных значений $\omega_0 = 0,25$, $\xi_S = 0,09$, $\gamma = 0,8$ представлены графические зависимости оценок уровней навыков, приобретаемых на тренажерах за *n* тренировок.

С учетом этого имеем, что после цикла занятий на тренажерах доля навыков ξ, усваиваемая за очередную тренировку на ШТ, будет направлена на приобретение новых, ранее неизвестных, и восстановление старых, ранее приобретенных, но забытых или пропущенных навыков (так как существуют *E* и *D*), а также на ликвидацию ложных навыков *F*.

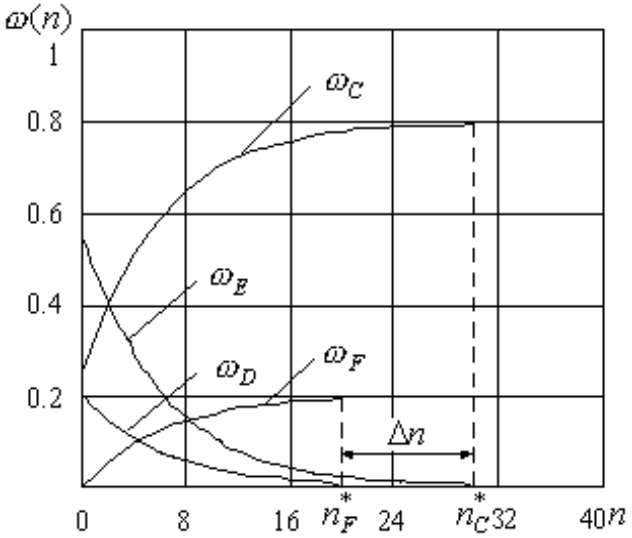

Рис. 4. Оценка уровня навыков, приобретенных на тренажерах

Основную опасность несут ложные навыки, которые при использовании тренажеров из-за их ограниченной адекватности существуют как объективная реальность независимо от возможности их осязаемого восприятия, а тем более селекции из смеси действительно наблюдаемых навыков. Ложные навыки вызывают ложное прогнозирование эффективности боевого применения ЛА,

которая может оказаться далекой от истинной эффективности, из-за чего планируемые мероприятия по выполнению боевых заданий могут быть несостоятельными [5].

На основании вышеизложенного имеем: адаптация содержательного компонента учебных планов для устранения неадекватности применения тренажеров должна быть направлена на выработку мер по компенсации ложных навыков [6].

Таким образом, чтобы устранить неадекватность применения тренажеров, необходимо производить как оценку уровня обученности операторов, так и оценку доли навыков, приобретаемых ими в процессе тренировок с учетом ограниченной адекватности тренажерных средств по отношению к ШТ и предписывающих ограничений на их использование. Разработанный метод адаптации содержательных компонентов учебных планов позволяет не только произвести расчет для каждого варианта учебного плана ТП, но и произвести выбор рационального варианта в соответствии с располагаемым бюджетом времени на ее проведение и допустимыми экономическими затратами.

Список литературы

1. Авиационные тренажеры модульной архитектуры / Э. В. Лапшин, А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Б. В. Клюев, Н. К. Юрков. – Пенза : Информ.-издат. центр ПГУ, 2005. – 146 с.
2. Пономаренко, В. А. Психология жизни и труда летчика / В. А. Пономаренко. – М. : Воениздат, 1992. – 224 с.
3. Концептуальная модель формирования летных навыков в процессе тренажерной подготовки / А. И. Годунов, Б. Ж. Куатов, Н. К. Юрков, С. Ж. Куртаев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С. П. Королёва (Национального исследовательского университета). – 2014. – № 4 (46). – С. 7–15.
4. Дикарев, В. А. Алгоритмическое обеспечение автоматизированной системы планирования тренажерной подготовки операторов / В. А. Дикарев // Автоматика и вычислительная техника. – 2002. – № 2. – С. 71–80.
5. Годунов, А. И. Оценка качества имитируемой модели в технических средствах подготовки и обучения авиационных специалистов / А. И. Годунов, В. И. Мандриков, Б. Ж. Куатов // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2014. – Т. 1. – С. 296–300.
6. Кемалов, Б. К. К проблеме структурного синтеза моделирующей среды авиационного тренажера / Б. К. Кемалов, Б. Ж. Куатов, Н. К. Юрков // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – Т. 1. – С. 103–105.

Куатов Бауржан Жолдыбаевич
кандидат технических наук,
заместитель начальника по учебной
и научной работам,
Военный институт Сил воздушной обороны
Республики Казахстан им. Т. Я. Бегельдинова
(463024, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 16)
E-mail: kuatov.baurjan@mail.ru

Кемалов Берик Каирович
кандидат технических наук,
заместитель начальника департамента образования
и науки министерства обороны
Республики Казахстан,
(010000, Казахстан, г. Астана, пр. Достык, 14)
E-mail: kemalov.bk@gmail.com

Бикеев Ринат Равхатович
преподаватель,
кафедра воздушной навигации
и боевого применения авиации,
Военный институт Сил воздушной обороны
Республики Казахстан им. Т. Я. Бегельдинова
(463024, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 16)
E-mail: rinat_bikeev@mail.ru

Kuatov Baurzhan Zholdybaevich
candidate of technical sciences,
deputy chief of academic and scientific works,
Military Institute of Air Defense Forces
of the Republic of Kazakhstan
named after T. Ya. Begel'dinov
(463024, 16 A. Moldagulova avenue,
Aktobe, Kazakhstan)

Kemalov Berik Kairovich
candidate of technical sciences,
deputy head of the department of education
and science of the Ministry of defence
of the Republic of Kazakhstan,
(010000, 14, Dostyk ave., Astana, Kazakhstan)

Bikeev Rinat Ravkhatovich
instructor,
sub-department of air navigation
and combat employment of aviation,
Military Institute of Air Defense Forces
of the Republic of Kazakhstan
named after T. Ya. Begel'dinov
(463024, 16 A. Moldagulova avenue,
Aktobe, Kazakhstan)

Аннотация. Проведен анализ работ, где делаются попытки по проверке адекватности как имитационного моделирования, так и самих тренажеров. Однако эти попытки ограничиваются определением факта адекватности или неадекватности проверяемых систем, что не может быть использовано для выявления приобретаемых на них навыков в соответствии с введенной обобщенной классификацией. Сама адекватность является сопутствующим признаком неадекватности применения тренажеров, так как существующая принятая база по оценке адекватности тренажеров не позволяет ее представить в виде индикатора сопутствующего признака неадекватности применения тренажеров, то первостепенной задачей является определение ее количественной формы, которая позволила бы устранить несоответствие оценок обученности. В данной научной статье представлены проблемы организации тренажной подготовки, которые независимо от принятых представлений по планированию полетных заданий определяют конфликт применения летательных аппаратов, сущность которого состоит в наличии противоречий между прогнозируемым и действительно необходимым количеством сил и средств, обеспечивающих гарантированную эффективность. В работе предлагается адаптация содержательного компонента учебных планов для устранения неадекватности применения тренажеров, которая должна быть направлена на выработку мер по компенсации ложных навыков для повышения точности определения летных навыков при планировании тренажной подготовки.

Ключевые слова: тренажерная подготовка, навыки, курсант, летательные аппараты.

Abstract. The analysis works, where attempts have been made for the verification of the adequacy of both simulation and simulators. However, these attempts are limited to determining the adequacy or inadequacy of the scanned systems that cannot be used to identify the skills they acquired in accordance with the generic classification. The adequacy of collateral is itself a sign of inadequate use of simulators but because existing adopted base on evaluating the adequacy of simulators does not allow her to present as an indicator of a companion sign the inadequacy of the use of simulators, the priority is to identify its quantitative form, which would make it possible to remedy the non-conformity assessments of teaching. In this scientific article presents problems of simulators, the priority is to identify its quantitative form, which would make it possible to remedy the non-conformity assessments of teaching. In this scientific article presents problems of trenazhnoj training regardless of the adopted views on flight planning jobs real objectivity is conflict use of flying apparatus.

Key words: simulator training, skills, cadet, aircraft.

УДК 621.3.019

Куатов, Б. Ж.

Влияние адекватности тренажеров на планирования тренажной подготовки / Б. Ж. Куатов, Б. К. Кемалов, Р. Р. Бикеев // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 4 (16). – С. 76–81. DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-11.