

УДК: 623.76

DOI: 10.53816/20753608_2024_1_85

**МНОГОФАКТОРНЫЙ РАСЧЕТНО-ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ
СЛОЖНОСТИ УЧЕБНЫХ УПРАЖНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА ТРЕНАЖЕРЕ
ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ****MULTIFACTOR CALCULATION AND SIMULATION METHOD FOR ASSESSING
THE COMPLEXITY OF TRAINING EXERCISES PERFORMED ON THE
SIMULATOR OF A SHORT-RANGE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM***По представлению чл.-корр. РАН С.М. Мужичека**Д.В. Самойлов**ГосНИИАС**D.V. Samoilov*

В тренажерной подготовке для реализации дидактического принципа системности и последовательности упражнения должны быть сгруппированы по сложности и упорядочены в порядке ее возрастания. В статье предлагается метод оценки сложности упражнений, основанный на расчетном подходе с выделением факторов сложности, дополненном имитационным подходом для учета системного эффекта, обусловленного сочетанием условий стрельбы.

Ключевые слова: тренажерная подготовка, сложность учебного упражнения, компьютерное моделирование.

In simulator training, in order to implement the didactic principle of systematicity and consistency, exercises should be grouped by complexity and ordered in increasing order. The article proposes a method for assessing the complexity of exercises, based on a calculation approach with the identification of complexity factors, supplemented by a simulation approach to take into account the emergent effect caused by a combination of shooting conditions.

Keywords: simulator training, complexity of training exercise, computer modeling.

Современная российская военная дидактика определяет упражнение как многократное выполнение умственных или практических действий с целью овладения ими или повышения качества их выполнения [1]. Упражнение, выполняемое на тренажере зенитного ракетного комплекса (ЗРК) ближнего действия, должно представлять собой совокупность боевой задачи и условий ее решения. Основной боевой задачей по предназначению для стрелков-зенитчиков является разведка и уничтожение воздушного противника. Следовательно, упражнение для выполнения на тренажере

ЗРК ближнего действия должно включать воздушную цель (или группу целей) и комплекс параметров, определяющих условия стрельбы (рис. 1).

В тренажерной подготовке реализация дидактического принципа системности и последовательности [1–3] основывается на поэтапном переходе от простых упражнений к более сложным. Для этого упражнения должны быть сгруппированы по сложности и упорядочены в порядке ее возрастания.

Сложность упражнения является его объективной оценкой и характеризуется объемом

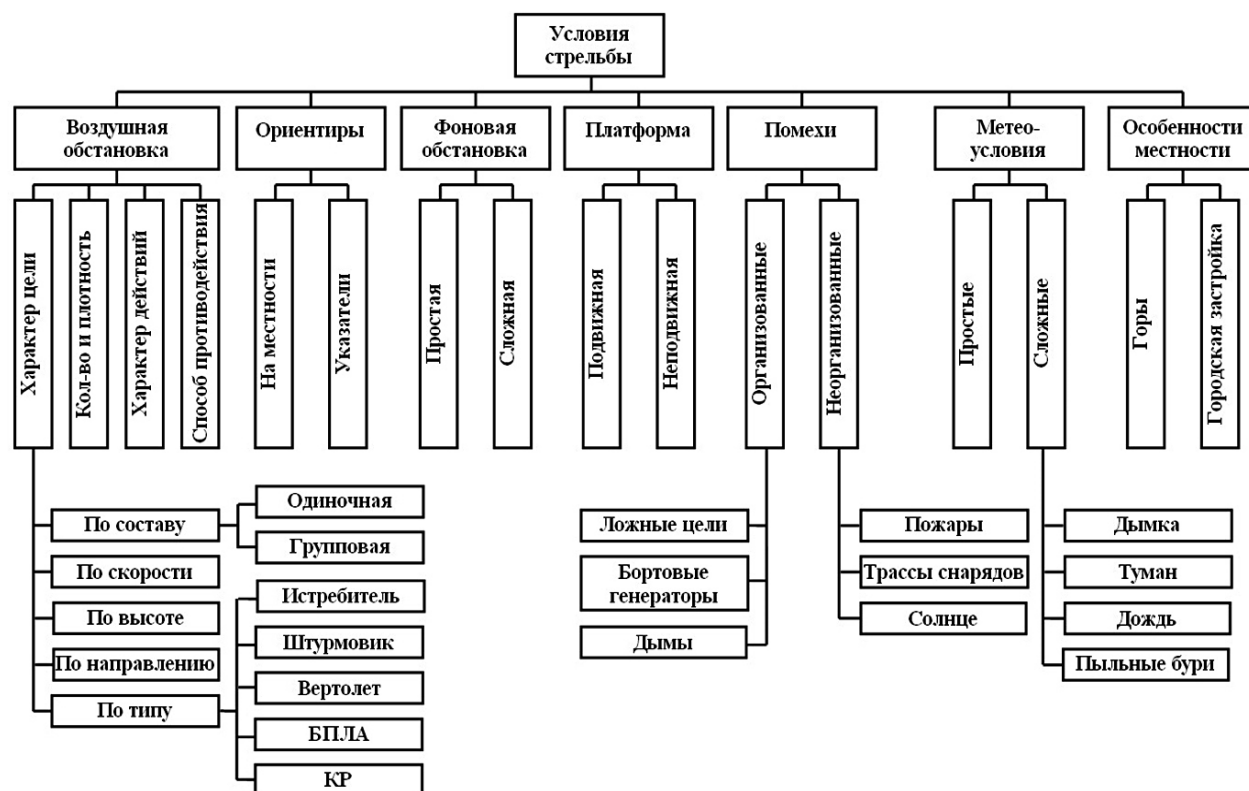


Рис. 1. Условия стрельбы

предметных знаний, навыков и умений, достаточных для его выполнения.

Обобщение результатов анализа научно-методических публикаций по данному вопросу позволило выявить следующие подходы к решению проблемы оценки сложности учебных и тестовых задач (упражнений):

- экспертный;
- статистический;
- расчетный.

Экспертный подход основан на оценке упражнения по определенной шкале сложности группой специалистов в соответствующих предметных областях. Очевидно, что полученная таким образом оценка носит субъективный характер и далеко не всегда отражает реальную сложность задачи, решаемой в упражнении. Зачастую ситуация усугубляется тем, что разработчики ограничиваются привлечением одного-двух экспертов либо просто руководствуются собственным мнением о сложности упражнений.

Статистический подход опирается на анализ результатов выполнения упражнения одной или несколькими контрольными группами обучаемых. Различные варианты этого подхода используют

либо непосредственно отношение числа обучаемых, не справившихся с упражнением, к общему числу испытуемых, либо статистические модели Раша и Бирнбаума в рамках теории моделирования и параметризации педагогических тестов Item Response Theory (IRT) [4]. Существенным недостатком статистического подхода является то, что полученная с его помощью оценка упражнения зависит не только от сложности решаемой в нем задачи, но и от уровня подготовленности обучаемых, привлеченных для тестирования.

Расчетный подход позволяет дать количественную оценку сложности упражнения, основываясь на структуре, содержании и особенностях решаемой в нем задачи.

В работах Г.А. Балла [5], А.Т. Рогова [6], А.И. Уемова и ряда других исследователей сложность задачи связывается с длиной наиболее короткого, рационального алгоритма ее решения. Данный способ не подходит для анализа упражнений в тренажере ЗРК ближнего действия, поскольку структура и число этапов алгоритма действий стрелка в ходе непосредственной подготовки стрельбы [7, 8] неизменны и не зависят от сложности решаемой боевой задачи.

Для оценки сложности упражнений целесообразно взять за основу вариант расчетного подхода, предложенный в работах В.Ф. Венды [9], Л.Я. Лернера [10], Л.Г. Соколовой и ряда других и основанный на учете так называемых «факторов сложности». Согласно этому подходу необходимо:

- выявить факторы сложности (компоненты задачи, препятствующие ее успешному решению) и установить правила их количественной оценки;

- установить способ получения интегрального показателя сложности по значениям факторов.

Перед стрелком-зенитчиком в каждом упражнении ставится задача разведки и уничтожения воздушного противника. Очевидно, что затруднить решение данной задачи могут неблагоприятные условия стрельбы [7, 8]. Следовательно, данные условия и являются искомыми факторами сложности. Необходимо построить шкалу порядка и в соответствии с ней присвоить факторам сложности веса (в баллах), соответствующие степени их влияния на процесс решения задачи. Для простоты и удобства использования предлагается использовать простейшую 3-балльную шкалу: 0 — фактор не оказывает влияния; 1 — фактор осложняет решение задачи; 2 — фактор сильно осложняет решение задачи.

В качестве примера рассмотрим оценку фоновой обстановки как фактора сложности. Состояние фоновой обстановки определяется в баллах как отношение площади, закрытой облаками, ко всей площади небосвода в процентах. Каждые 10 % равны одному баллу.

Однородный фон (0 или 10 баллов облачности) создает благоприятные условия для работы оптической головки самонаведения (ОГС), а следовательно, и для пуска ракеты.

При нахождении цели на неоднородном фоне головка самонаведения ракеты может вместо цели «захватить» край облака (фоновую помеху), а при сопровождении цели потерять ее и перейти к наведению на край облака [7, 8]. В связи с этим неоднородный фон является неблагоприятным условием для обстрела цели. Наибольшее влияние на работу ОГС оказывают облака нижнего яруса (находящиеся ниже 1000 м), вертикальные размеры которых соизмеримы с горизонтальными.

При облачности от 0 до 3 и от 7 до 10 баллов вдоль курса цели, как правило, имеются участки, на которых фон однороден, что позволяет производить обстрел цели.

Стрелок-зенитчик для обстрела цели должен выбирать возможно больший по протяженности участок однородного фона вдоль ее курса. Стрельба по цели, периодически скрывающейся за облаками, ведется при ее нахождении на открытых участках небосвода с таким расчетом, чтобы за время полета ракеты цель не скрылась за облаком.

Итоговая оценка состояния фоновой обстановки в баллах сложности приведена в таблице.

Анализ научно-методических публикаций показал, что интегральный показатель сложности задачи (упражнения), как правило, вычисляется либо обычным суммированием баллов всех факторов сложности, либо суммированием с весовыми коэффициентами, отражающими значимость каждого фактора [11].

В случае упражнений для тренажера ЗРК ближнего действия подобная аддитивная оценка сложности оказывается неадекватной из-за эмерджентности совокупности условий стрельбы. Определенные сочетания данных условий могут существенно влиять на общую сложность упражнения. Так, например, даже такая элементарная задача, как обстрел зависшего вертолета, может оказаться неразрешимой, если вертолет относительно позиции стрелка-зенитчика завис на фоне солнца. И наоборот, задача по обстрелу цели в условиях городской застройки, относимая к продвинутой стадии обучения, может оказаться тривиальной, если вследствие определенной высоты полета цели ее траектория не перекрывается зданиями.

В результате проведенных исследований было установлено, что системный эффект, порождаемый комбинацией условий стрельбы, проявляется как ограничение длительности

Таблица

**Оценка фоновой обстановки
как фактора сложности**

Фоновая обстановка, в баллах облачности	Сложность, в баллах
0 или 10	0
0–3	1
3–7	2
7–10	1

временного интервала, в ходе которого может выполняться непосредственная подготовка стрельбы по заданной цели.

Разработанный подход к оценке эмерджентного фактора сложности основан на сравнении времени, которым располагает стрелок-зенитчик для решения боевой задачи в конкретном упражнении, с минимально потребным для этого временем, посредством моделирования применения стрелком зенитного ракетного комплекса для решения боевой задачи в условиях, определенных анализируемым упражнением. Это позволяет оценить как принципиальную выполнимость рассматриваемого упражнения, так и влияние ограничения по времени на его интегральную сложность.

Разработанный методический аппарат реализован в разработанном моделирующем комплексе (рис. 2), включающем модель системы «Оператор-ЗРК», модель движения цели, модель рельефа и модель условий стрельбы.

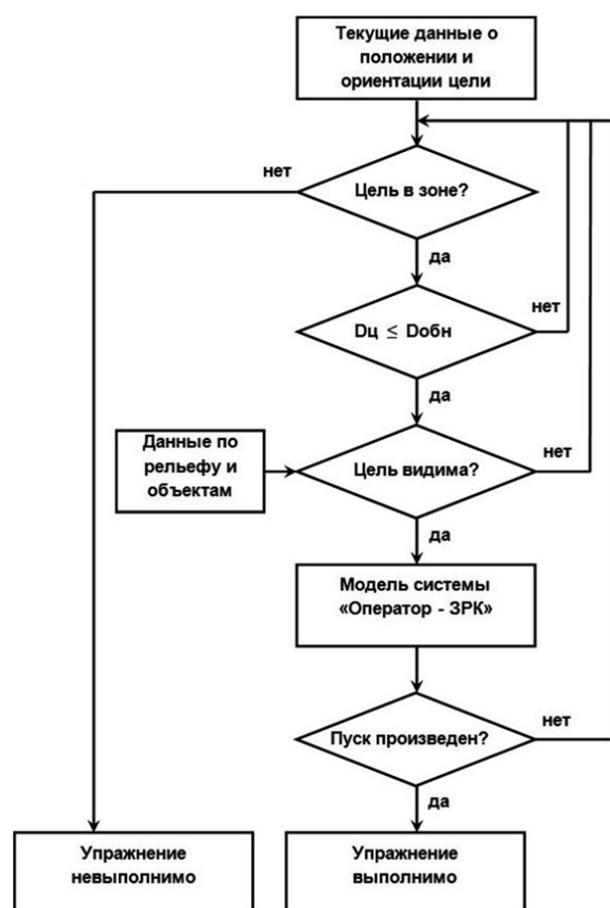


Рис. 2. Моделирующий комплекс для оценки эмерджентного фактора сложности

Модель системы «Оператор-ЗРК» (рис. 3) построена на предположении о безошибочном выполнении стрелком-зенитчиком всех необходимых действий, предусмотренных циклограммой непосредственной подготовки стрельбы. Основным оцениваемым параметром является время, в течение которого воздушная цель наблюдаема с позиции стрелка-зенитчика. Разработанный алгоритм определяет, хватит ли стрелку-зенитчику этого времени на то, чтобы произвести пуск зенитной ракеты по данной цели. Если в ходе подготовки стрельбы воздушная цель скрывается за рельефом или объектами либо входит в запретную зону в районе солнца или неоднородной облачности, модель оператора начинает процедуру подготовки к пуску заново.

Параметризация временных затрат, обусловленных деятельностью стрелка-зенитчика, осуществляется на основе утвержденных нормативов по специальной подготовке, позволяет

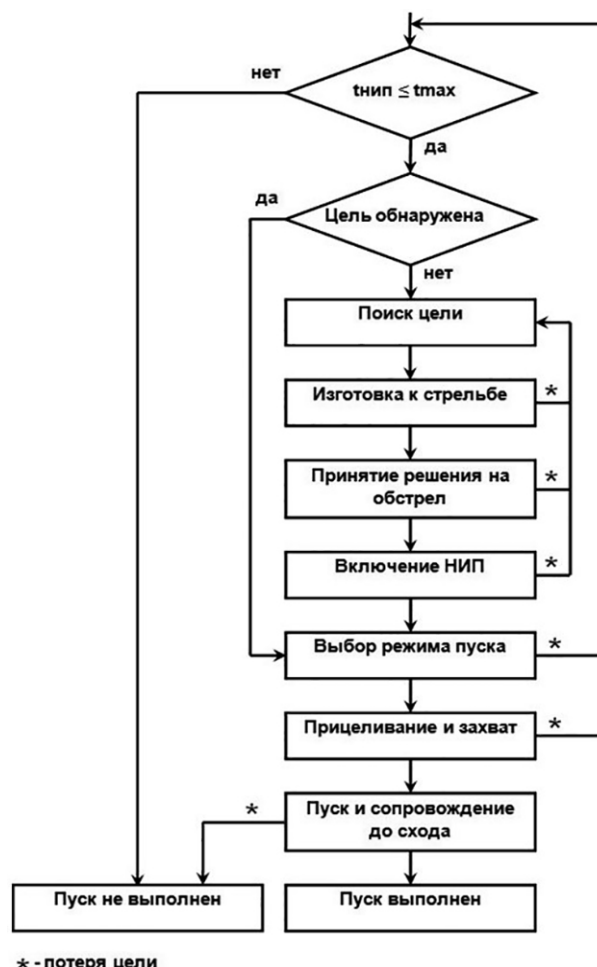


Рис. 3. Модель системы «Оператор-ЗРК»

оценить выполнимость упражнения стрелками-зенитчиками с разным уровнем подготовки, а также вклад эмерджентного ограничения по времени в интегральную сложность анализируемого упражнения.

Если упражнение выполнимо только для стрелков-зенитчиков, способных сдать соответствующие нормативы на оценку «отлично», то сложность фактора времени оценивается в 2 балла, если достаточно уложиться в нормативы на оценку «хорошо» — в 1 балл и т.д. Упражнение, требующее действовать быстрее, чем предусмотрено нормативами на оценку «отлично», считается чрезмерно сложным и не используется.

После отсева невыполнимых и чрезмерно сложных упражнений интегральная сложность для каждого из оставшихся вычисляется суммированием баллов всех факторов сложности, включая ограничение по времени.

Таким образом, разработанный многофакторный расчетно-имитационный метод позволяет получить априорную количественную оценку сложности упражнения с учетом эмерджентного фактора ограничения времени его выполнения. Программная реализация изложенного метода является частью дидактической подсистемы ряда тренажеров комплексов ПВО ближнего действия, в том числе унифицированного классного тренажера 9Ф874 и учебного комплекта для боевой машины 9А332 «Гибка-С».

Литература

1. Военная педагогика: учебник для вузов. [под общ. ред. И.А. Алехина]. М.: Изд-во Юрайт, 2018. 414 с.
2. Военная педагогика: учебник для вузов 2-е изд., испр. и доп. [под общ. ред. О.Ю. Ефремова]. СПб.: Питер, 2017. 640 с.
3. Ковалев И.А. Дидактические основы военного обучения: учебное пособие. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2005. 71 с.
4. Van der Linden W. J. Handbook of Item Response Theory: Three Volume Set Chapman and Hall/CRC; 1st edition, 2021. 1500 p.
5. Балл Г.А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект. М.: Педагогика, 1990. 184 с.
6. Рогов А.Т. Моделирование параметров действия. Сообщение I. Форма действия и мера развернутости его // Новые исследования в психологии. 1973. № 1. С. 94–102.
7. Акулов И.Е. Техническая подготовка командира взвода ПЗРК 9К38 «Игла». Томск: Изд-во Томского политех. у-та, 2011. 192 с.
8. Кот О.М., Романенко Д.Н., Дубовик А.С. Военно-техническая, военно-специальная подготовка и тактика войсковой противовоздушной обороны подразделений, вооруженных ПЗРК 9К38 «Игла»: учеб. пособие. Гродно: ГрГУ, 2012. 459 с.
9. Венда В.Ф. Многовариантность процессов решения и концепция инженерно-психологического проектирования // Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М.: Наука. 1977. 304 с.
10. Лернер И.Я. Факторы сложности познавательных задач // Новые исследования в педагогических науках. 1970. № 1. С. 86–91.
11. Стариченко Б.Е. Обработка и представление данных педагогических исследований с помощью компьютера. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т., 2004. 218 с.