HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

ПЛАНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТАКТИЧЕСКОМ УЧЕНИИ ПО ПВО С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННЫХ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ

САТТАРОВ Рустам Хурсанович
Начальник цикла кафедры ПВО СВ института информационно-коммуникационных технологий и военной связи университета военной безопасности и обороны Республики Узбекистан
Email: srklka070411@gmail.com
doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.23690637

Анотация. В статье рассматриваются вопросы планирования воздушной обстановки на тактическом учении подразделений противовоздушной обороны Сухопутных войск с применением имитационных воздушных целей (ИВЦ). Обоснованы состав и принципы формирования воздушной обстановки, предложены порядок её планирования и схема размещения элементов на полигоне. Приведены расчётные соотношения для определения размеров радиолокационных отражателей и интенсивности налёта по модели системы массового обслуживания с отказами. Показано, что поэтапное нарастание насыщенности обстановки повышает реалистичность подготовки и снижает затраты по сравнению с применением реальных средств воздушного нападения.
Ключевые слова: воздушная обстановка; тактическое учение; противовоздушная оборона; Сухопутные войска; имитационная воздушная цель; средства воздушного нападения; зенитный ракетный комплекс; эффективная площадь рассеяния; уголковый отражатель; план-график налётов; посредник; оценка боевой готовности.

Анотация. Maqolada quruqlikdagi qo‘shinlar havodan mudofaa bo‘linmalarining taktik o‘quvida imitatsion havo nishonlari (IHN) qo‘llangan holda havo vaziyatini rejalashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Havo vaziyatining tarkibi va shakllantirish tamoyillari asoslangan, uni rejalashtirish tartibi hamda poligonda elementlarni joylashtirish sxemasi taklif etilgan. Radiolokatsion qaytargichlar o‘lchamini va hujum intensivligini rad etishli ommaviy xizmat ko‘rsatish tizimi modeli bo‘yicha aniqlash uchun hisob-kitob nisbatlari keltirilgan. Havo vaziyati to‘yinganligini bosqichma-bosqich oshirish tayyorgarlikning realligini oshirishi va real havo hujumi vositalarini qo‘llashga nisbatan xarajatlarni kamaytirishi ko‘rsatilgan.
Kalit so‘zlar: havo vaziyati; taktik o‘quv; havodan mudofaa; quruqlikdagi qo‘shinlar; imitatsion havo nishoni; havo hujumi vositalari; zenit raketa kompleksi; effektiv sochilish yuzasi; burchakli qaytargich; hujumlar reja-grafigi; vositachi; jangovar shaylikni baholash.

Abstrakt. The paper examines air situation planning for a tactical exercise of army air defence units using simulated air targets. The composition and principles of building the air picture are substantiated, and a planning procedure and a layout of exercise elements on the range are proposed. Calculation relationships are given for sizing radar corner reflectors and for setting raid intensity with a loss queuing model. It is shown that a stepwise increase in air picture saturation improves training realism and reduces costs compared with the use of real air-attack assets.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

Keywords: air situation; tactical exercise; air defence; army air defence; simulated air target; air threat; surface-to-air missile system; radar cross section; corner reflector; master scenario events list; exercise controller; combat readiness assessment.

Введение. Опыт современных вооружённых конфликтов показал, что воздушная угроза для сухопутных войск перестала быть «классической». Наряду с тактической и армейской авиацией на поле боя массово действуют ударные и разведывательные беспилотные летательные аппараты (БпЛА), барражирующие боеприпасы, малоразмерные FPV-аппараты и крылатые ракеты [4, 10, 11]. Подразделения ПВО вынуждены решать задачи в условиях малых высот, ограниченного времени реакции, плотного радиоэлектронного противодействия и одновременного появления целей разных классов [1, 2].

Подготовить расчёты к таким условиям с помощью реальных средств воздушного нападения (СВН) практически невозможно: пилотируемая авиация и штатные мишени дороги, ограничены в количестве, а их применение требует сложного обеспечения. Поэтому на первый план выходят имитационные воздушные цели (ИВЦ), то есть технические средства, воспроизводящие демаскирующие признаки реальных СВН в радиолокационном, оптическом, тепловом и других диапазонах. Однако наличие ИВЦ само по себе не создаёт учебной обстановки. Без продуманного плана цели вылетают в случайном порядке, не связаны с замыслом учения и не дают объективной оценки действий расчётов. Целью статьи является обоснование порядка планирования воздушной обстановки на тактическом учении по ПВО с применением ИВЦ и расчётных соотношений, позволяющих определить потребное количество и параметры целей.

Понятие и состав воздушной обстановки на учении. Под воздушной обстановкой понимается совокупность сведений о положении, составе, характере и намерениях воздушного противника, а также о действиях своей авиации и гражданских воздушных судов в районе ответственности [1, 3]. На тактическом учении воздушная обстановка не наблюдается, а создаётся руководством учения. Это принципиально меняет задачу: если в бою командир оценивает обстановку, то на учении руководитель обязан спроектировать её так, чтобы каждая вводная проверяла конкретный навык обучаемых.

Воздушная обстановка на учении состоит из трёх взаимосвязанных частей. Основную часть образуют цели «воздушного противника», то есть ИВЦ и, при наличии, реальные мишени, действия которых определяются замыслом учения. Фоновую часть составляют полёты своей авиации и гражданских воздушных судов, которые требуют от расчётов умения опознавать цели и не открывать огонь по своим. Условную часть формируют вводные посредников: «поражение» ЗРК, постановка помех, потеря связи, которые не обеспечиваются техническими средствами, но влияют на ход боевой работы. Каждая цель характеризуется курсом, скоростью, высотой, временем появления, эффективной площадью рассеяния (ЭПР) и другими признаками, а их сочетание определяет сложность задачи для расчёта.

Выбор типа ИВЦ диктуется тем, какие признаки необходимо воспроизвести и какое средство обнаружения или наведения отрабатывает обучаемый (табл. 1).

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

Таблица 1. Соответствие классов целей, способов их имитации и воспроизводимых признаков

Имитируемый класс СВН	Тип ИВЦ	Основные воспроизводимые признаки
Малоразмерный БпЛА, FPV-аппарат	Малый БпЛА-носитель с отражателем малой ЭПР	Малая высота, малая скорость, малая ЭПР, акустический шум
Ударный БпЛА среднего класса	БпЛА-носитель с уголковым отражателем расчётной ЭПР	Скорость и высота полёта, ЭПР в заданном секторе ракурсов
Вертолёт огневой поддержки	Носитель с отражателем и режимом «зависания»	Полёт за складками местности, внезапное появление
Самолёт тактической авиации	Скоростная мишень с отражателем и тепловым имитатором	Высокая скорость, ЭПР, тепловая сигнатура
Крылатая ракета	Скоростная малоразмерная мишень	Малая высота, огибание рельефа, высокая скорость

Принципы и порядок планирования. Планирование воздушной обстановки опирается на ряд принципов. Первым является соответствие обстановки цели и замыслу учения: если отрабатывается боевая работа в условиях массированного налёта БпЛА, то в плане не должно быть случайных целей, отвлекающих расчёты от основной задачи. Вторым принципом служит реалистичность, то есть соответствие состава, порядка появления и тактики действий целей реальному воздушному противнику, о котором имеются разведывательные данные [2, 4]. Третий принцип – постепенное нарастание сложности: от одиночных целей на известных направлениях к групповым налётам с разных направлений, на разных высотах и на фоне помех. Четвёртым принципом является безопасность, которая в условиях боевых пусков ограничивает направления, высоты и районы полёта целей. Пятый принцип – управляемость и повторяемость: обстановка должна допускать оперативную корректировку вводных и воспроизведение сценария для сравнения результатов разных расчётов.

Исходя из этих принципов, порядок планирования можно представить в виде последовательности этапов, показанной на рис. 1. Работа начинается с анализа задач учения и уровня подготовки обучаемых, после чего оценивается ожидаемая воздушная угроза: состав СВН, способы их боевого применения, вероятные направления и высоты. Затем разрабатывается замысел воздушной обстановки: определяются этапы учения, цели каждого этапа и интенсивность налётов. На основании замысла рассчитывается потребное количество ИВЦ и их параметры (раздел 4), после чего составляется план-график налётов. В международной практике подготовки учений его аналогом служит перечень событий сценария (Master Scenario Events List, MSEL), увязывающий время, событие, исполнителя и ожидаемую реакцию обучаемых [3, 8]. Следующими этапами являются согласование с органами управления воздушным движением и обеспечение безопасности, ввод воздушной обстановки в ходе учения и, наконец, оценка результатов с корректировкой плана для последующих занятий.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr



Рис. 1. Порядок планирования воздушной обстановки на тактическом учении по ПВО

Схема воздушной обстановки на полигоне. Планировочным документом, который наглядно связывает замысел с местностью, служит схема воздушной обстановки. На ней показываются огневые позиции и позиции радиолокационных средств обучаемого подразделения, рубежи обнаружения и открытия огня, коридоры подлёта целей, районы старта и посадки ИВЦ, а также зоны безопасности. Направления подлёта выбираются «от угрозы»: учитывается, что реальный противник использует рельеф, стремится подойти с флангов и тыла, а также применяет обходные маневры для выхода из зон наибольшей эффективности ЗРК [1, 9].

На типовой схеме (рис. 2) выделяются три направления. Фронтальное направление используется на начальном этапе для отработки обнаружения и классификации целей. Фланговое направление создаёт ситуацию одновременного воздействия с двух сторон и проверяет распределение секторов ответственности. Направление малых высот, скрытое складками местности, ограничивает время обнаружения и проверяет готовность расчётов к кратковременным целям. Районы старта ИВЦ и пункт управления воздушной обстановкой (ПУВО) выносятся за пределы зон, где возможно поражение при боевых пусках.

Расчёт потребности в ИВЦ и насыщенности налёта. Количество и параметры ИВЦ определяются двумя группами расчётов: по признакам отдельной цели и по интенсивности налёта. Для радиолокационного диапазона основным признаком является ЭПР. Простейшим средством её воспроизведения служит трёхгранный уголковый отражатель из взаимно перпендикулярных металлических граней. Для отражателя с квадратными гранями со стороной a максимальная ЭПР при длине волны λ равна [5, 6]:

$$\sigma = \frac{12\pi a^4}{\lambda^2}$$

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

откуда требуемая сторона грани определяется как $a = (\sigma\lambda^2/12\pi)^{1/4}$. Так, для воспроизведения ЭПР 1 м² на частоте 6 ГГц ($\lambda = 5$ см) достаточно грани со стороной около 9 см. Отсюда видно, что размер отражателя слабо зависит от требуемой ЭПР (корень четвёртой степени), но сильно зависит от длины волны радиолокационной станции, а значит, один и тот же отражатель по-разному выглядит для РЛС дециметрового и сантиметрового диапазонов. Кроме того, реальная ЭПР летательного аппарата изменяется с ракурсом и частотой, а отражатель воспроизводит её лишь в ограниченном секторе, поэтому полученные расчётом размеры подлежат экспериментальной проверке измерением [6].

Интенсивность налёта удобно выбирать, рассматривая зенитное подразделение как систему массового обслуживания с отказами [7, 12]. Пусть подразделение способно одновременно обстреливать n целей (число каналов цели), поток целей имеет интенсивность $\lambda_н$ (целей в минуту), а среднее время занятия канала одной целью равно $t_{обс}$. Тогда нагрузка $\rho = \lambda_н \cdot t_{обс}$, а вероятность того, что вновь появившаяся цель застанет все каналы занятыми (вероятность пропуска), определяется формулой Эрланга:

$$P_{otk} = \frac{\rho^4/n!}{\sum_{k=0}^{n} \rho^k/k!}$$

При $n = 2$ формула принимает вид $P_{отк} = (\rho^2/2) / (1 + \rho + \rho^2/2)$. Это позволяет планировать нарастание сложности не интуитивно, а количественно: руководитель задаёт этапам учения нагрузку ρ так, чтобы в начале обучаемые справлялись с потоком, а к концу сталкивались с неизбежным насыщением и вынуждены были правильно распределять цели и приоритеты (табл. 2, рис. 3). Потребное число ИВЦ на этап определяется произведением интенсивности налёта на его длительность с учётом запаса на отказы носителей и повторное использование.

Таблица 2.

Пример нарастания насыщенности воздушной обстановки для подразделения с двумя каналами цели (n = 2)

Этап учения	Нагрузка ρ	Вероятность пропуска P_отк	Характер обстановки
I. Отработка обнаружения и классификации	0,5	0,08	Одиночные цели, известные направления
II. Групповой налёт	1,0	0,20	Группы целей с двух направлений
III. Массированный налёт на фоне помех	2,0	0,40	Насыщение, выбор приоритетов, вводные посредников

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

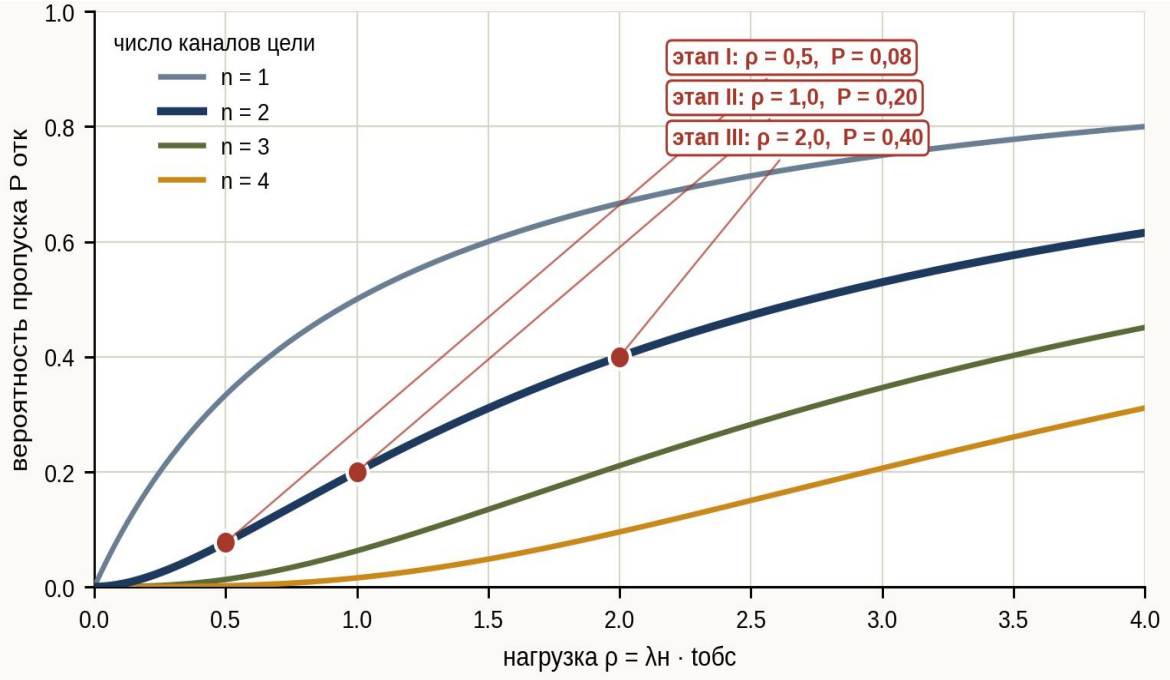


Рис. 3. Зависимость вероятности пропуска цели от нагрузки при различном числе каналов цели

Модель носит упрощённый характер: она не учитывает различий в опасности целей и очерёдность их поражения, поэтому служит инструментом первоначального расчёта, который уточняется по результатам пробных занятий.

Организация управления и обеспечение безопасности. Управление воздушной обстановкой на учении осуществляется из ПУВО, где работают руководитель воздушной обстановки, операторы и связисты. Они вводят цели в соответствии с планом-графиком, контролируют их положение и при необходимости корректируют сценарий. Посредники при подразделениях фиксируют действия расчётов, а их оценки сопоставляются с данными объективного контроля. Для связи используется выделенная сеть, не зависящая от сети боевого управления обучаемых, что исключает подсказки и позволяет сохранять реалистичность задач.

Отдельного внимания заслуживает безопасность. Полёты ИВЦ над полигоном согласуются с органами управления воздушным движением; для этого выделяются зоны ограничения или запрещения полётов, объявляются необходимые уведомления лётному составу [13]. Носители ИВЦ оснащаются средствами аварийного прекращения полёта, а маршруты и высоты выбираются с учётом рельефа, населённых пунктов и секторов обстрела. При боевых пусках дополнительно определяются зоны безопасности по дальности и углам, а метеорологические минимумы устанавливаются с запасом. Отсутствие возможности безопасного пуска или потеря управления ИВЦ приводит к немедленному прекращению этапа.

Оценка результатов. Оценка строится на сопоставлении плана и фактического хода учения. В качестве показателей используются доля обнаруженных и сопровождаемых целей, время от обнаружения до решения на открытие огня, правильность классификации («свой», «чужой», ИВЦ), число пропущенных целей, а также соблюдение порядка боевой работы и

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

взаимодействия [1, 2]. Для объективности применяются записи экранов и командных каналов, данные траекторий ИВЦ и хронометраж посредников. Разбор учения проводится с демонстрацией записанной обстановки, что повышает усвоение материала и позволяет внести изменения в сценарии последующих занятий [8].

Делая выводы можно сказать что планирование воздушной обстановки с применением ИВЦ представляет собой самостоятельную задачу, решение которой определяет учебную ценность тактического учения. Предложенный порядок включает анализ угрозы, разработку замысла, расчёт потребности в ИВЦ, составление плана-графика и схемы обстановки, обеспечение безопасности и последующую оценку. Расчётные соотношения (1) и (2) позволяют перейти от интуитивного выбора к количественному обоснованию размеров отражателей и интенсивности налётов. Дальнейшая работа должна быть направлена на экспериментальную проверку ЭПР отражателей на полигоне и на уточнение модели с учётом различной опасности целей

Список использованной литературы

1. Joint Publication 3-01. Countering Air and Missile Threats. Washington, DC: Joint Chiefs of Staff, 2017 (Change 1, 2018).
2. FM 3-01. U.S. Army Air and Missile Defense Operations. Washington, DC: Headquarters, Department of the Army, 2020.
3. AJP-3.3. Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. Edition B, Version 1. Brussels: NATO Standardization Office, 2016.
4. Watling J., Reynolds N. Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine. London: Royal United Services Institute, 2023.
5. Skolnik M.I. Introduction to Radar Systems. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2001.
6. Knott E.F., Shaeffer J.F., Tuley M.T. Radar Cross Section. 2nd ed. Raleigh: SciTech Publishing, 2004.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1980.
8. Perla P.P. The Art of Wargaming. Annapolis: Naval Institute Press, 1990.
9. Zaloga S.J. Soviet Air Defence Missiles: Design, Development and Tactics. London: Jane’s Information Group, 1989.
10. Watling J., Reynolds N. Ukraine at War: Paving the Road from Survival to Victory. London: Royal United Services Institute, Special Report, 2022.
11. Kunertova D. The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game // Bulletin of the Atomic Scientists. 2023. Vol. 79, No. 2.
12. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, 1966.
13. Annex 11 to the Convention on International Civil Aviation. Air Traffic Services. 15th ed. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2018.