



THE FIGHTER COLLECTION



Eagle Dynamics

LOCK ON[®] *Flaming Cliffs 3*



DCS: 플레이밍 클리프 3

비행 메뉴얼

DCS: 플레이밍 클리프 3 는 플레이밍 클리프 시리즈의 가장 마지막 진보적인 작품입니다. 플레이밍 클리프 3 는 락온과 플레이밍 클리프를 새로운 기능을 포함한 모듈 구조의 DCS World 로 업데이트 해 줄 것입니다.

플레이밍 클리프 3 은 "중간 수준" 비행 시뮬레이션 일컫는 것으로서 플레이밍 클리프를 계속 디자인 되었습니다.

일반 대화 포럼: <http://forums.eagle.ru>

목차

[목차](#)..... 3

기체 소개	12
<u>SU-27 플랭커 B</u>	13
<u>SU-33 플랭커 D</u>	15
<u>MIG-29A 펄크럼 A & MIG-29S 펄크럼 C</u>	16
<u>F-15C</u>	18
<u>SU-25 프로그뫣</u>	20
<u>SU-25T 프로그뫣</u>	21
<u>A-10A</u>	23
게임용 항공장비 모드	26
<u>항법 모드</u>	28
<u>공대공 모드</u>	29
<u>공대지 모드</u>	30
러시아 항공기들의 콕핏 계기들	32
<u>SU-27 그리고 SU-33 콕핏 계기들</u>	33
<u>대기속도 및 마하 지시계</u>	34
<u>기압 고도계</u>	35
<u>레이더 고도계</u>	35
<u>기계 장치 지시계</u>	36
<u>AoA 지시계 및 가속도계</u>	36
<u>(ADI)</u>	37
<u>수평 상황 지시계(HSI)</u>	37
<u>수직 속도 지시계</u>	38
<u>항공 시계</u>	38
<u>타코미터</u>	39
<u>연료량 지시계</u>	39
<u>인터스태이지 터빈 온도 지시계</u>	40
<u>헤드다운 디스플레이 (HDD)</u>	40
<u>레이더 경고 시스템 (RWS)</u>	41
<u>PPD-SP 패널</u>	42
<u>MIG-29 조종실 계기들</u>	43
<u>SU-27, SU-33, MIG-29 HUD AND HDD 작동 모드</u>	45
<u>기본 HUD 기호</u>	45
<u>항법 모드</u>	47
<u>비 가시거리 전투 모드 (BVR)</u>	48

디지털 데이터링크	55
복잡한 대응책 상태에서 작동	56
수직 스캐닝 (VS) - 근접 전투 모드	58
ОПТ – СТРОБ (보여사이트) 근접 전투 모드	59
ШЛЕМ (HELMET) - 근접 전투 모드	59
Фн0 (FIO) - 세로 조준 근접 전투 모드	61
공대지 모드	63
레티클	65
SU-25 조종석 계기들	66
IAS – TAS 지시계	67
설정 지시계	68
AOA 지시계 및 가속도계	68
자세 지시계 (ADI)	69
수평 상황 지시계(HSI)	69
수직 속도 지시계 (VVI)	70
레이더 고도계	70
회전지시계	71
연료 량 지시계	71
터빈 온도 지시계	72
SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 수신기	72
무기 상태 패널	73
단거리 항법 패널	73
ASP-17 기총사이트	75
SU-25T 콕핏 계기들	77
무기 시스템 컨트롤 패널	78
자동비행 (ACS) 패널	80
HUD 그리고 TV 지시계의 의 운용 모드	84
기본 HUD 심볼	84
항법 모드	85
Фн0 (FIO) - 세로 조준 근접 공중 전투 모드	87
"공대지" 무장 모드	88
정밀 타격	93
고정 레티클 사이트	100
.....	101
미국 항공기의 조종석 계기	102
F-15C 조종석 계기	103
수직 상황 디스플레이 (VSD)	104
TEWS 디스플레이 유닛	105
다기능 칼라 디스플레이 (MPCD) 무장 컨트롤 패널	106
지시 속도계(IAS) 와 마하 미터	107
반음각 (AoA) 표시기	108

가속계	108
자세 지시계 (ADI)	109
수평 상황 지시계(HSI)	110
고도계	110
수직 속도 지시계 (VVI)	111
회전지시계	111
팬 터빈 내부 온도 지시계	112
엔진 연료 공급 지시기	112
엔진 배출 노즐 위치 지시계	113
연료 량 지시계	113
내부 압력 고도	114
채프와 플레어 등	114
F-15C 허드 운용 모드들	116
기본 F-15C HUD 기호	116
항법 모드	117
기총 모드	119
AIM-9M 사이드와인더 "공대공" 단거리 미사일 (SRM) 모드	121
레이더 슬레이브 모드	123
AIM-7M 스페로우 "공대공" 중거리 미사일 (MRM) 모드들	125
AIM-120 암람 "공대공" 중거리 미사일 (MRM) 모드들	129
자동 획득 (AACQ) 레이더 모드들	131
AN/APG-63 레이더 모드들, VSD	134
장거리 검색 (LRS) 모드	134
단일 타겟 추적 (STT) 모드	135
동시 탐색 추적 (TWS) 모드	137
홀 온 잼 (HOJ) 모드	138
수직 스캔 (VS) AACQ 모드	140
보어 사이트(BORE) AACQ 모드	140
자동 기총 (GUN) AACQ 모드	141
플러드(FLOOD) 모드	142
A-10A 조종석 계기	143
TV 모니터 (TVM)	145
레이더 경고 수신기 (RWR)	146
비행속도 지시계	147
받음각 (AoA) 지시계	147
받음각 (AoA) 인덱서	148
자세 지시계 (ADI)	148
수평 상태 지시계 (HSI)	149
고도계	150
수직 속도 지시계 (VVI)	150
가속계	151
인스태이저 터빈 온도 지시계	151
엔진 코어 속도 지시계	152
오일 압력 표시계	152

팬 속도 지시계	153
연료 흐름 지시계	153
플랩 위치 지시계	154
에어브레이크 위치 지시계	154
연료량 지시계	155
무장 컨트롤 패널 (ACP)	155
<u>A-10A HUD 그리고 TV 모니터 운용 모드들</u>	157
기본 HUD 심볼	157
항법 (NAV) 모드	158
계기 착륙 시스템 (LS) 모드	159
내부 기총 및 비유도 로켓 (RKT) 운용 모드	160
비유도 폭탄 운용 모드	161
공대공 무장 발사 모드	164
AGM-65 유도 미사일 운용 모드	165
타겟팅 시스템	169
레이더	172
적외선 검색과 추적 (IRST), 전자 광학 타겟팅 시스템 (EOS)	178
레이저 거리탐색/타겟 지정 시스템	179
광학 텔레비전 타겟팅 시스템	180
.....	181
공대공 미사일	182
러시아 공군에서 운용중인 미사일들	185
장거리 미사일	185
중거리 미사일	187
단거리 미사일	196
NATO 군의 미사일들	206
중거리 미사일들	206
근거리 전투 미사일들	212
.....	216
공대지 무기	217
러시아 공군 공대지 무기	219
공대지 미사일	219
전술 미사일	219
대(對)레이더 미사일	226
미선 제작자들을 위한 SEAD(적 방공망 제압) 노트	228
대(對)함 미사일	232

<u>폭탄</u>	235
<u>자유 낙하 폭탄</u>	236
<u>유도 폭탄</u>	240
<u>비유도 공중 투하 로켓</u>	242
<u>건포드</u>	247
<u>NATO 공대지 무기</u>	248
<u>전술 미사일</u>	248
<u>대 레이더 미사일</u>	251
<u>자유 낙하 폭탄</u>	253
<u>비유도 로켓</u>	255
전자 대응책 스테이션	258
<u>러시아 공군의 전자 대응책 (ECM) 스테이션</u>	259
<u>나토(NATO)군의 전자 대응책 스테이션</u>	261
.....	263
레이다 경고 시스템	264
<u>러시아 항공기의 레이더 경고 수신기</u>	266
<u>미국 항공기의 레이더 경고 수신기</u>	269
무선통신과 메시지	278
<u>무선 통신 명령</u>	279
<u>라디오 메시지</u>	295
<u>음성 메시지와 경고</u>	299
.....	301
이론적 훈련	302
<u>계기 대기속도 및 진대기속도</u>	303
<u>속도 벡터</u>	304
<u>받음각 (AoA) 지시계</u>	305
<u>선회율 및 선회 반경</u>	306
<u>선회율</u>	308
<u>지속유지 및 즉각 선회</u>	310
<u>에너지 관리</u>	311

.....	312
비행 학교	313
수령 상황 지시계 사용하는 방법 (HSI)	314
착륙	315
계기 착륙 시스템 (ILS)	317
착륙 상태에서 착륙	318
Su-25와 Su-25T 고급 비행 역할 모델 설명	319
Su-25와 Su-25T 비행을 위한 특별 고려 사항	323
택싱	323
이륙	323
착륙 이륙	323
착륙	324
착륙 착륙	324
흔한 착륙 실수	325
스톨 과 스프인	325
기초 전투 운용	328
공중 전투 전략	329
목표물 탐색	329
가시거리외 (BVR) 전투	330
기동	330
공중 전투에서 기관총 사용	331
공대공 미사일 전략	333
대공 방어	335
대공포 (AAA)	335
지대공 미사일 (SAM) 시스템	336
샘 교전 영역	340
지상 컨트롤 인터셉트	342
적 방공 시스템 관통하기	342
미사일 회피	345
.....	350
.....	350
무장 사용절차	351
MiG-29A, MiG-29S, Su-27, Su-33	352
장거리 전투 (Long-Range Combat)	352

<u>근접 공중 전투 (Close Air Combat, CAC)</u>	356
.....	387
보충판	388
<u>약어목록</u>	389
<u>개발자들</u>	394
<u>이글 다이나믹스 팀</u>	395
<u>경영진</u>	395
<u>프로그래머</u>	395
<u>아티스트 및 음향</u>	396
<u>품질 보증부</u>	396
<u>과학 지식 지원</u>	397
<u>IT 및 고객 지원</u>	397
<u>씨드 파티</u>	398
<u>테스터 직원</u>	399



1

기체 소개

기체 소개

옛 속담인, "그 일에 알맞은 도구를 사용하라"는 말은 목수 일 만큼이나 공중전에도 적용시킬 수 있습니다. 항공작전은 공중 우세, 근접 항공지원, 원거리 침공 작전 등과 같이 일반적으로 그 작전에 따라 서로 상충되는 사항을 요구합니다. 적군의 대공포대와 교전 중에 파일럿을 보호 해주는 중장갑은 근접전(독파이트)에서는 심각한 단점이 되는 것이 그 예 입니다. 공중에서 우위를 점하기 위해서는 각각의 항공기의 장점과 단점을 철저히 이해해야 할 필요가 있습니다. 다음 장은 플레이어가 조작할 수 있는 각 항공기들과 그것의 전투 역할에 대해서 요약해 놓았습니다.

Su-27 플랭커 B

Su-27 플랭커 B 와 그것의 파생 기체들은 세계에서 가장 인상적이고 다재다능한 전투기로서, 기세등등한 F-15C 를 능가하기 위해 설계가 되어졌습니다. 냉전 시대가 시들해진 무렵에 탄생이 되어졌기에, 플랭커는 순탄한 삶을 가지지는 못했습니다. 초기 디자인은 상당한 문제점이 많았습니다. 이후, 소련의 해체는 플랭커가 실전 배치가 되는 것을 막아 버렸는데, 이는 세계 최고의 항공기 중 하나로서 자신을 증명할 기회를 거부한 꼴이 되었습니다 .



1-1: Su-27

Su-27은 공대지가 아닌 공대공 전투에 적합하도록 설계되었습니다. R-27(나토명 : AA-10) 알라모 미사일 시리즈가 무장이 되어져 있기에, 플랭커는 놀라운 가시거리밖 교전(BVR) 능력을 가지고 있습니다. 한편, 헬멧 장착형 조준 장치와 원거리 조준 R-73 (나토명 : AA-11) 아쳐 열 추적 미사일, 두 개의 고출력 추력장치 그리고 지속 선회능력은, 이 기체가 근접전투에서 매우 치명적인 무기를 가질 수 있게 해줍니다. 또한 고반음각 기동은 파일럿이 적기를 향해 무장을 조준할 수 있게 해주는데 도움을 줍니다. 마지막으로, 기체 내부의 큰 연료적재 능력은 다른 기체가 연료가 떨어진 이후에도 여전히 전투에서 싸울 수 있게 해 줍니다. Su-27은 10기 정도의 미사일을 탑재 할 수 있는데, 이는 강력하게 "한방" 먹일 수 있게 합니다.

제한된 다중 목표 추적 및 교전 능력, 지상 요격관제의 높은 의존성, 그리고 파일럿의 과도한 부담을 언급하면서, Su-27의 항공전자 장비와 콕핏의 레이아웃을 폄하하는 사람들이 있습니다. 그러나 이런 수동적인 전자 광학 시스템(EOS)는 어떠한 레이더 전파를 방출하지 않으면서 목표를 찾아서 교전할 수 있게 해 줄 수 있습니다. (레이더 전파 방출은 목표에게 경고를 줍니다). 고반음각 기동 ("테일

슬라이드"와 그 유명한 "코브라")이 실제 전투에서 유용한 전술인지 아니면 단지 환상적인 에어쇼를 위한 스텐트 기동인지에 대한 논쟁은 지금도 계속되고 있습니다.

다만, Su-27의 파일럿은 기체 내부 연료 적재량이 매우 많아 외부 연료탱크가 필요 없을지라도, 연료가 가득찬 상태의 플랭커는 근접전에서 매우 불리한 기동을 한다는 사실을 명심해야 됩니다.

Su-33 플랭커 D

원래 Su-27K 로 명명되었던, Su-27의 사촌격인 이 기체는 구 소련의 항모에서 운영되기 위해 특별히 설계된 모델입니다. 개선된 이착륙을 위해 카나드가 장착이 되었으며, 1985년 최초의 Su-27K 가 처녀비행을 했습니다. 항공기 테일 콘은 고받음각(high-AoA)으로 항모 착륙시 기체 후미 부분의 충돌 위험을 줄이기 위해 짧아졌으나, 동시에 기체 방어 시스템(채프 및 플레어 디스펜서)의 탑재 공간도 줄어들었습니다. Su-33은 Su-27과 같은 레이더를 사용하며, 마찬가지로 상당부분 같은 콕핏을 공유하고 있습니다. Su-33과 Su-27 둘 다 공대지 레이더 모드는 탑재 되어있지 않습니다.



1-2: Su-33

MiG-29A 펄크럼 A & MiG-29S 펄크럼 C

서방측에서는 Su-27과 MiG-29가, 미 해군의 F/A-18을 카피한, 단일 디자인 프로그램에서 탄생되었다고 종종 결론을 내리지만 이는 역시 사실이 아닙니다. 실제로 Su-27과 MiG-29는 매우 비슷하게 보여서, MiG-29가 Su-27에 비해 상당히 작음에도 불구하고, 몇몇 관찰자들은 이 두 기체를 쉽게 구별할 수 없는 경우도 있습니다. 보고에 의하면, Su-27과 MiG-29의 두 설계팀은 연구 데이터를 함께 수집했기에 기체 디자인에 있어 공통적인 결론을 도출해 냈다고 합니다. 전(前) 바르샤바 조약하의 많은 공군으로 배속된 MiG-29는 Su-27에 비해서 훨씬 광범위 하게 수출이 되었으나 이 후 NATO 쪽으로 몇몇이 전향해 오고 있습니다. (그 과정에서 구 소련에서 제작된 MiG-29를 함께 가지고 옵니다).

MiG-29는 원래 대부분의 항전장비 세트를 Su-27과 공유하고 있었습니다만 (레이다를 포함하여, 전자 광학 시스템(EOS), 헬멧 장착형 조준장치), 단거리 전투기로서 설계 되었지, 요격기로서 개발된 것은 아니었습니다. EOS 는 펄크럼이 색적, 추적, 교전을 감출래야 감출 수 없는 레이더 전파를 방출하는 것 없이 가능하게 해 줍니다. 기체가 작기 때문에, Su-27만큼의 많은 무장을 탑재 할 수 없지만, 두 기의 R-73(나토명: AA-11) 아쳐 원거리 조준 미사일과 고받음각(high AoA) 기동성, 열추적 미사일, 그리고 헬멧 장착형 조준장치는 MiG-29가 치명적인 근접전의 명수가 되게 하는데 부족함이 없습니다. 저속 선회 전투는 MiG-29가 선호하는 전투기동인데 이는 허둥대는 적에게 무장을 조준하기 위한 고받음각 능력을 사용할 수 있게 합니다. 최신의 MiG-29S 는 온보드형 전자 방어 체계, 더 많은 연료 적재능력을 포함하여, 중거리 미사일인 R-77(나토명: AA-12) 에이더 미사일을 탑재 할 수 있습니다.



1-3: MiG-29 (9-13)

Su-27과 마찬가지로, 비평가들은 열악한 항공전자 장비와 조잡한 콕핏의 디자인을 MiG-29의 약점으로 지적하고 있습니다. 후기 MiG-29S (펄크럼 C)는, 그림에도 불구하고, 더 향상된 방어 체계와 연료 탑재량의 증가를 비롯하여 수 많은 개선이 이루어졌습니다. 한 보고에 의하면, MiG-29는, 특히 엔진 부위에, 상당한 유지보수가 필요하다고 합니다. 독일의 MiG-29들은 (독일 통일 시 동독으로부터 물려받은) 엔진 성능을 "하향 조정" 하고 있는데 이는 엔진의 수명을 비약적으로나마 늘리기 위한 조치입니다. 예전 바르샤바 조약에 가입했던 국가들에게는 수리용 예비 부품을 구하는 것이 여전히 걱정거리가 되고 있기 때문입니다.

DCS World 내에서 러시아 공군은 MiG-29A와 MiG-29S를 채택한 반면, 독일공군은 MiG-29A만 운용하고 있습니다.

F-15C

F-15C 는 종종 전 세계에서 가장 강력한 전투기로 알려져 있었습니다. 구 소련의 MiG-25 "폭스벳"의 과장된 능력에 대항하기 위해 설계되어졌기 때문에, F-15C 는 지난 30년간 미국의 방공전력에 중추역할을 해 왔습니다. 향상된 항전장비와 무장을 탑재하여 오리지널 F-15A 를 능가하는 F-15C 형은 이스라엘, 사우디 아라비아, 미국에서 현역으로 있는 동안 단 한 기의 손실 없이 100회가 넘는 공중전 승리를 기록했습니다.



1-4: F-15C

F-15C 는 가시거리밖(BVR) 영역을 지배하고 있습니다. 근접전에서도 능수능란하지만, F-15C 는 목표 탐색, 특히나 적기 식별에 탁월하여 AIM-120C AMRAAM 미사일을 가지고 적기가 알아채기 전에 교전이 가능합니다.

F-15의 다목적 펄스 도플러 레이다 시스템은 고고도 항적과 지상의 클러스터(레이더 표적 이외의 물체에서 반사되어 수신되는 원치 않는 신호) 간섭없이 저고도로 날고 있는 항적에 대해 탐지 가능합니다. 이는 항공기 뿐만 아니라 작은 고속 목표물 까지도, 시계 외 원거리 부터 근거리 까지, 그리고 나무 바로 위 정도의 고도까지 탐지 해 내고 추적할 수 있습니다. 이 레이다는 효과적인 무장투하를 위해 목표정보를 중앙컴퓨터에 전달 해 줍니다. 근거리 근접전에서, 레이다는 자동으로 적기에 대한 정보를 획득하며, 이 정보는 헤드업 디스플레이로 전달이 됩니다 .

F-15 이글은 근접 접근전에서는 다소 제약이 있습니다. AIM-9M 사이더와인더는, 1960년대 부터 실전 배치된 신뢰할 만한 무기이나, 최근 러시아 열추적 미사일에 탑재된 원거리 조준 능력이

없습니다. F-15C 파일럿들은 일반적으로 고속기동 "에너지 교전" 을 선택해야만 하는데 이는 특히 날렵한 적기에 대항하기 위해 저속 선회 전투에서 우위를 선점하기 위함입니다.

Su-25 프로그풋

Su-25 프로그풋은 미국의 A-10A와 외형상 유사성이 거의 없습니다만, A-10의 주임무와 매우 비슷한 근접 항공 지원(CAS) 지상 타격 임무를 위해 설계 되었습니다. Su-25는 전투지역전단(FEBA) 근처의 거칠고, "열악한" 활주로에서 작전이 가능하도록 만들어졌으며, 각종 도구를 비롯하여 군수물자, 여분 부품, 보조 동력 공급장치, 수동 급유 펌프 그리고 기타 "독자전개" 물품 등을 실어 나를 수 있습니다. 또한 대인 공격, 활주로 파괴, 전차 공격 등과 같이 작전에 따른 다양한 무기를 탑재할 수 있습니다.



1-5: Su-25

강화 콕핏과 강화 장갑 캐노피는 목표와 저고도 교전시 파일럿을 대공포(AAA)와 소형 화기로 부터 보호해 줄 수 있습니다. 저고도로 진입하면서, Su-25는 목표를 추적한 후, 팝업 기동, 무장 투하, 그리고 지형 뒤로 다이브 합니다. 단언컨데, Su-25는 동방국가 전력 중 가장 강력한 지상 공격용 항공기 일 것 입니다.

그럼에도 불구하고, Su-25는 근접전용이 아닙니다. 초계 비행을 하고 있는 전투기에 대한 기본적인 방어 수단은 단지 피하는 것 입니다. 적 전투기와 교전시, Su-25는 초 저고도로 비행해야 하는데, 이는 적기의 교전 능력을 방해할수 있기 때문입니다. 가능한 지형을 이용하면서, 파일럿은 다가오고 있는 위협에 대해 반대방향으로 기수를 돌리거나 기회가 주어진다면 적 전투기로 부터 멀리 벗어나야 합니다.

Su-25T 프로그램

Su-25는 움직이는 소형장갑 차량에 대한 탐색과 공격능력에는 다소 제약이 있습니다. Su-25의 도입이후, 전문화된 대(對)전차 항공기 제작에 대한 명백한 요구사항이 있었습니다. 1976년, 러시아 각료의회는 대전차 무기 및 전천후 공격기 설계 및 개발 개시에 대한 발표를 했습니다.

Su-25T의 기본적인 대전차 유도미사일(ATGM) 시스템은 "비크르"입니다. 이 미사일은 후에 레이저 유도가 되는 "비크르-M"으로 개량 됩니다. 주요 조준시스템인, "쉬크발"은 목표 획득과 이를 자동으로 유도해 주는 기능을 제공합니다. 이 모든 과정은 레이저 조명과 거리계를 제공하는 "프리찰"이라는 시스템과 연동이 되어 이루어 집니다.

저조도(低照度) 작전용으로, 저화질 텔레비전 카메라가 달린 동체 부착형 포드를 기체에 장착할 수 있습니다. 이 시스템은 "머큐리로 일컬어 지고 있습니다." "머큐리"는 야간작전시 "쉬크발"에게 전자광학 조준 시스템을 제공해 줍니다.



1-6: Su-25T

조준시스템의 텔레비전 영상은 기체 오른쪽 상단부 계기패널에 위치한 IT-23M 텔레비전 모니터(TVM)로 전송이 됩니다. "쉬크발"은 목표를 23배나 확대할 수 있는 기능을 제공해 주며, "머큐리"는 5배 수준의 확대 기능을 제공합니다. 이는 원거리 목표를 식별하는데 도움이 됩니다: 건물 - 15 km, 탱크 - 8-10 km, "아파치"와 같은 헬기는 6 km에서 식별이 가능합니다.

통합 전자전(EW) 시스템은 탐색과 공중, 지상, 그리고 해상의 레이더 방사체의 방위측정을 방위각상 +/- 30도 정확도로 제공합니다. EW 시스템은 1.2-1.8GHz의 주파수대에서 방사하는 레이더를 식별할 수 있습니다. 가변식 전자 공격(EA) 교란(재밍)은 지속파 및 펄스모드에서 작동중인 무장 제어 레이더의 효용성을 줄이기 위해 사용 될 수 있습니다. EA 포드는 날개 하단부 서스펜션 고정무장부에 장착될 수 있습니다. 적외선 유도 미사일에 대응하기 위해, 소모성 플레이어가 사용되기도 합니다. Su-25T에는 192개의 플레이어 카트리지가 탑재됩니다. 마찬가지로 적외선 유도 미사일로 부터 기체를 보호하기 위해, 전자 광학 교란시스템인 "수코그루즈"는 기체 꼬리날개 부분에 장착되어 있습니다. 6kW의 전력을 사용하는 강력한 세슘램프는 적외선 유도 미사일이 조준하는 것을 막아주는 진폭변조 교란 신호를 만들어 냅니다.

방공 레이더와 교전하기 위해, Su-25T에는 목표 지정 포드인 "비유가" 나 "판타스마고리아"가 탑재될 수 있습니다. 이것은 Su-25T가 Kh-58과 Kh-25MPU와 같은 대 레이더 미사일에 목표를 지정할 수 있게 해 줍니다.

Su-25T가 스탠다드 Su-25에 비해 무장 탑재 능력이 훨씬 더 개량이 되었으나, 기체의 비행능력은 한 걸음 더 후퇴했습니다. 특히, 기체 무게가 증가함에 따라, Su-25T에게 형편없는 조작감과 운동능력을 선사하게 되었습니다. Su-25T는 강력한 무장을 탑재 할 수 있으나, 이런 기체를 잘 다루기 위해서는 숙련된 파일럿이 필요합니다.

게임상에서 Su-25T를 비행시, 플레이어의 입력장치의 축이 직선모양으로 설정되기를 권장합니다. 그것이 가장 사실적인 Su-25T의 조종느낌을 선사해 줄 것입니다.

A-10A

냉전시절, 구 소련의 엄청난 양의 장갑차량에 대적하기 위해 근접항공지원(CAS)용으로 설계되었기에, "호그"는 중장갑으로 무장했을 뿐 아니라 치명적인 대 장갑 기관포인 GAU-8A 30mm를 포함하여 놀랄만한 무장 탑재 능력을 지녔습니다. 1980년대 후반에 A-10의 현역 은퇴를 위한 노력에 힘이 실렸지만, 1991년 걸프전 당시 항공기의 뛰어난 성능으로 인해 퇴역계획은 철회됩니다.



1-7: A-10A

A-10은 적군의 SAM으로 부터 자신의 모습을 숨기기 위해 지형을 이용하면서, 저고도로 비행하도록 되어있었습니다. 그러나 이런 저고도 비행은 기체가 AAA(대공포) 교전지역의 중심에 있게합니다. 그러므로, 기체는 파일럿을 감싸고 있는 "티타늄 욱조형 조종석"을 포함하여 중장갑으로 이루어져 있습니다. SAM의 위협이 감소되었을 때, A-10은 AAA의 범위에서 안전하게 벗어나 일반적으로 중고도로 작전을 수행합니다.

아음속 기체인 A-10은 자위적 차원에서 AIM-9 사이드와인더 미사일을 장착 할 수 있으나, 독파이팅(근접전)은 피해야 합니다. 놀랄 정도의 공대지 무장을 탑재 할 수 있지만, 온전하게 공대공용으로 설계된 기체와의 지속적인 교전에서는 그 힘을 쓸 수 없습니다. 적 전투기에게 발견 되었다면, A-10의 파일럿은 기체의 기수(즉, 30mm 발칸포)를 적기쪽으로 돌리기 위해 우수한 선회율을 이용해야 합니다. 적기가 지나쳤을 때, 적기가 또 다른 공격루트로 올 때까지 남은 무장을

버리고 사거리를 확대해야 하며, 이후 다시한번 최대 선회율을 사용해서 기수를 상대 기체의 후미로 돌려야 합니다.

2

게임용 항공장비 모드

게임용 항공장비 모드

게임용 항공장비 모드의 경우 "아케이드 스타일" 을 제공함으로써 장비들이 게임에 적합한 정보를 주어 게이머들이 조금 더 가볍게 게임을 접할 수 있도록 해 줍니다.

이 모드는 게임플레이 옵션 탭이나 게임 프리셋 모드에서 "게임"을 선택 해 주시면 됩니다.

게임용 항공장비 모드 레이더



2-1: 게임용 항공장비 모드 레이더 디스플레이

스크린의 우측 상단에 보여지고 있는 화면은 당신의 비행기를 녹색 원으로 표시하고 있는, 위에서 내려다보는 (탑다운) 방식의 디스플레이입니다. 당신의 비행기 위쪽에 표시되고 있는 기호의 경우 당신의 전방에 있다는 의미이며, 좌 우측에 있는 기호는 당신 기체의 측면에 위치해 있다는 의미입니다.

아래의 설명 될 이미지들을 보시면 게임 전자장비 모드의 다양한 특징을 알 수 있을 것입니다. 알아두실 것은, 당신이 현재 어떤 모드 (항법, 공대공, 공대지 등)를 사용하느냐에 따라 기호는 달라질 수 있다는 것입니다.

그렇지만, 공통적으로 사용되는 다음의 기호들도 있습니다:

- **모드.** 디스플레이의 좌측 상단에 표시됩니다. 여기에는 NAV (항법), A2A (공대공), A2G (공대지) 등이 표시될 수 있습니다.

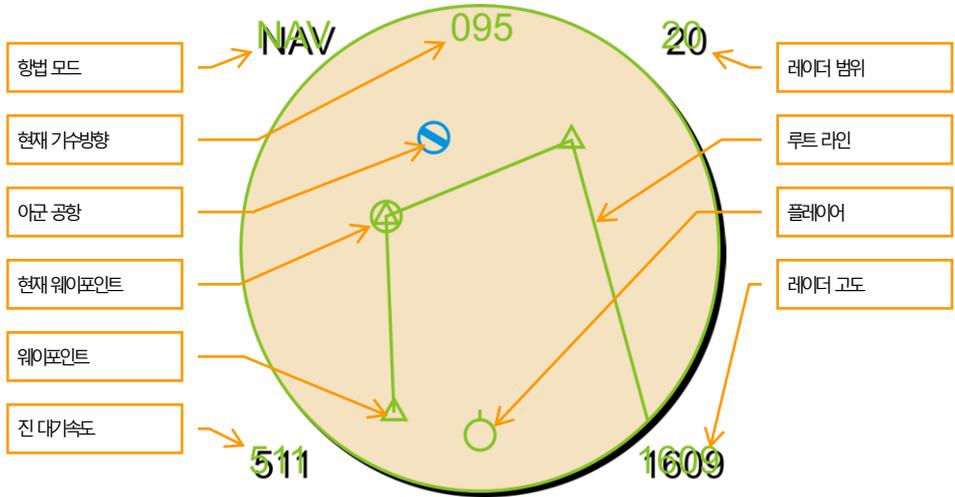
모드 키들:

- 네비게이션: [1]
- 공대공: [2], [4] 또는 [6]
- 공대지: [7]
- **레이더 범위.** 디스플레이 우측 바깥 부분에는 각각의 레이더에 대한 레이더 범위가 표시되고 있습니다.

레이더 범위 키들:

- 확대: [=]
- 축소: [-]
- **진대기속도 (TAS).** 디스플레이의 바깥쪽 좌측 하단에 표시되는 것은 당신 기체의 진대기속도를 나타내고 있습니다.
- **레이더 고도.** 디스플레이 바깥쪽 우측 하단에는 물 혹은 땅 위로부터 당신의 기체 고도가 표시되어 있습니다.
- **현재 기수방향.** 디스플레이의 정 중앙에는 당신 기체가 향하는 방위가 표시되어 있습니다.

항법 모드

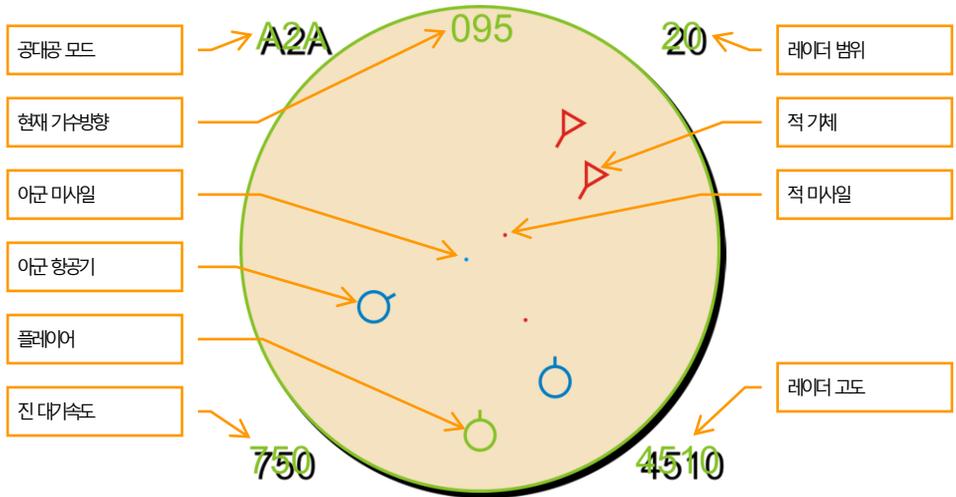


2-2: 항법 모드

항법 모드에 포함된 독특한 기호들:

- **(플레이어 기호).** 당신의 기체는 디스플레이의 하단에 녹색 원으로 표시됩니다.
- **(아군 공항 기호).** 이 파란색의 기호는 아군 공항을 나타내고 있습니다.
- **(현재 웨이포인트 기호).** 이 녹색의 원은 당신의 현재 웨이포인트를 나타냅니다. 당신은 **[LCtrl - ~]** (물결) 키를 통해 웨이포인트를 순환 선택할 수 있습니다.
- **(웨이포인트 기호).** 이 녹색의 삼각형은 비행 계획에 포함 된 웨이포인트를 나타내고 있습니다.
- **(루트 라인).** 녹색의 경로 선들은 당신의 비행계획에 있는 웨이포인트들을 연결하고 있습니다.

공대공 모드



2-3: 공대공 모드

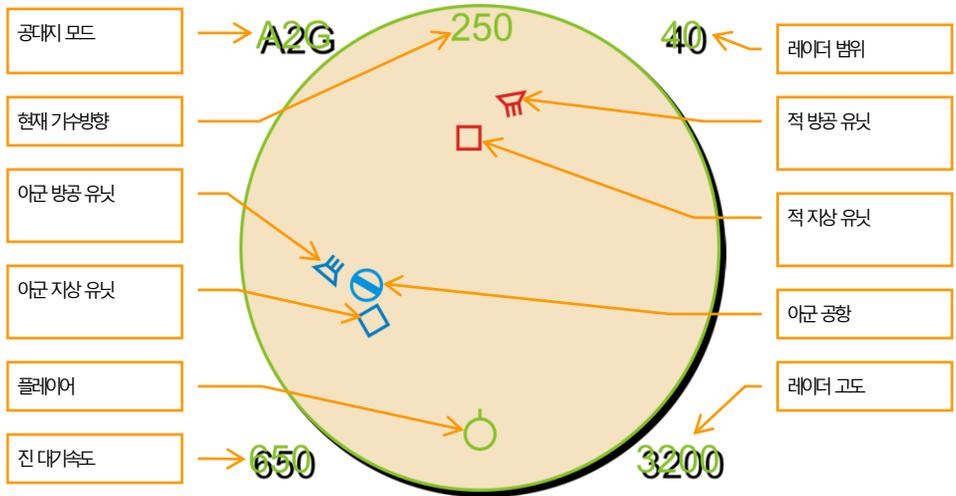
공대공 모드에 포함된 독특한 기호들:

- **(플레이어 기호)**. 당신의 기체는 디스플레이 하단에 녹색 원으로 표시됩니다.
- **(아군 기체)**. 모든 아군 기체는 기체가 향하는 방향이 표시된 선이 포함되어 파란색의 원으로 표시됩니다.
- **(적 기체)**. 모든 적 기체들은 각 기체가 향하는 방향을 표시하는 선이 표기 된 적색의 원으로 표시됩니다.
- **(아군 미사일)**. 아군 미사일은 파란색의 점으로 표시됩니다.
- **(적 미사일)**. 적이 발사한 미사일은 빨간 점으로 표시됩니다.

공대공 모드에서 사용되는 키들:

- 정 중앙의 기체 락 하기: **[RAIt - F6]**
- 근처의 기체 자동 락 하기: **[RAIt - F5]**
- 다음 기체 자동 락 하기: **[RAIt - F7]**
- 이전 기체 자동 락 하기: **[RAIt - F8]**

공대지 모드



2-4: 공대지 모드

공대지 모드의 독특한 기호들:

- **(플레이어 기호).** 당신의 기체는 디스플레이 하단에 녹색 원으로 표시됩니다.
- **(아군 지상 유닛).** 모든 아군 지상 유닛은 파란색 사각형으로 표시됩니다.
- **(적 지상 유닛).** 모든 적 지상 유닛은 빨간색 사각형으로 표시됩니다.
- **(아군 방공 유닛).** 아군의 방공 유닛은 세 개의 선을 가진 파란색 사다리꼴로 표시됩니다.
- **(적 방공 유닛).** 적의 방공 유닛은 세 개의 선을 가진 빨간색 사다리꼴로 표시됩니다.

공대지 모드에서 사용되는 유용한 키들:

- 정면의 지상 타겟 자동 락: **[RAlt - F10]**
- 근처의 지상 타겟 자동 락: **[RAlt - F9]**
- 다음 지상타겟 자동 락: **[RAlt - F11]**
- 이전 지상 타겟 자동 락: **[RAlt - F12]**



3

러시아 항공기들의 꼭핏 계기들

러시아 항공기들의 콕핏 계기들

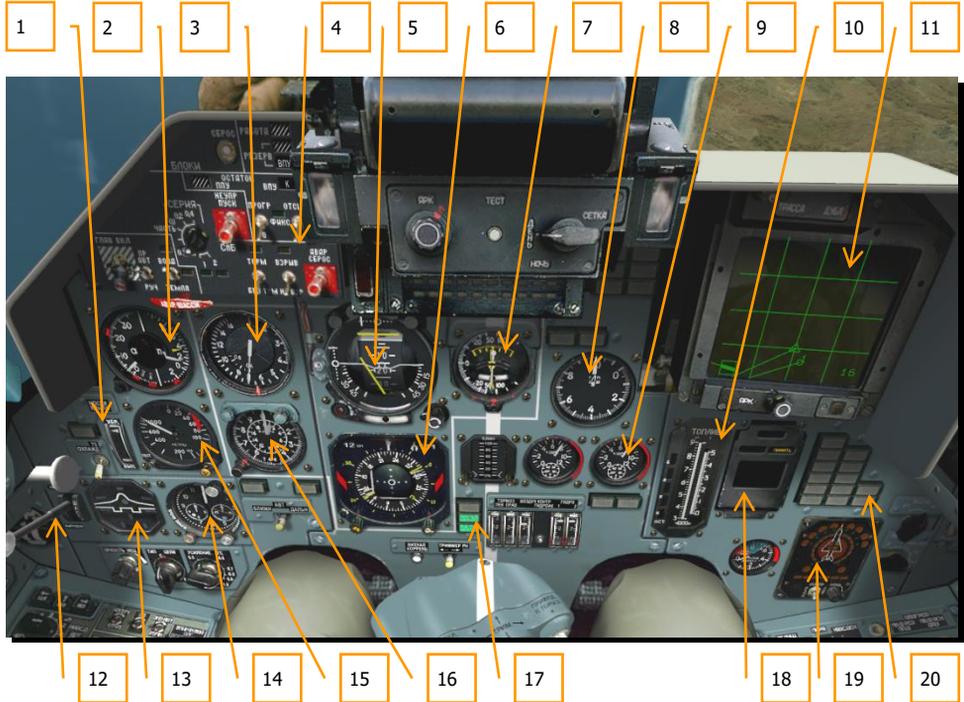
항공기 콕핏의 장비는, 각 항공기의 개별 임무를 정확히 수행하기 위해 만들어졌습니다.

다만, 이러한 차이점에도 불구하고 모든 콕핏은 동일한 부분이 있습니다. 예를 들자면, 대기속도지시계 ADI, 수직속도 지시계 등이 그러한데 이러한 계기들은 모든 콕핏에 존재해야 합니다.

이 챕터에서는 여러분에게 각각의 항공기의 콕핏 계기에 대해 알려드릴 것입니다. 성공적인 조종을 위하여, 모든 콕핏의 기능과 위치를 이해 해 주셔야 합니다.

Su-27 그리고 Su-33 콕핏 계기들

Su-27와 Su-33 콕핏 계기들은 거의 동일합니다. 또한 대부분의 계기들은 MiG-29 와 Su-25의 계기들과 매우 유사합니다.



3-1: Su-27 계기 패널

1. 앞전플랩 위치 지시계
2. AOA 지시계 및 가속도계
3. 대기속도 및 마하 지시계
4. 무장 컨트롤 패널
5. 자세 지시계 (ADI)
6. 수평 상태 지시계 (HSI)

7. 수직 속도 지시계 (VVI)
8. 회전지시계
9. 단계간 터빈 온도 지시계
10. 연료량 지시계
11. 헤드 다운 디스플레이 (HDD)
12. 랜딩 기어 컨트롤 밸브
13. 기계 장치 지시계
14. 시계
15. 라디오 고도계
16. 기압고도계
17. 피치, 롤 그리고 요 채널에 대한 트리밍 라이트 중립 위치 지시계
18. "Ecran" 컨트롤 패널
19. SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 시스템
20. 경고등

대기속도 및 마하 지시계

대기속도 및 마하 지시계는 지시 대기속도를 보여줍니다(IAS). 크기는 1 부터 1,600km/h 까지 있습니다. 마하는 게이지 원의 내부에 있습니다, 크기는 마하 0.6부터 3까지 입니다.



3-2: 대기속도 및 마하 지시계

기압 고도계

기압 고도계는 항공기의 해발고도를 나타냅니다. 안쪽 고도계 원형 크기는 1000미터 증가 단위로 0부터 20,000미터까지 있습니다. 바깥쪽 고도계 원형 크기는 10미터 증가 단위로 0 부터 1000미터 까지 있습니다. 항공기의 고도는 두 크기의 합으로 이루어집니다.



3-3: 기압고도계

레이더 고도계

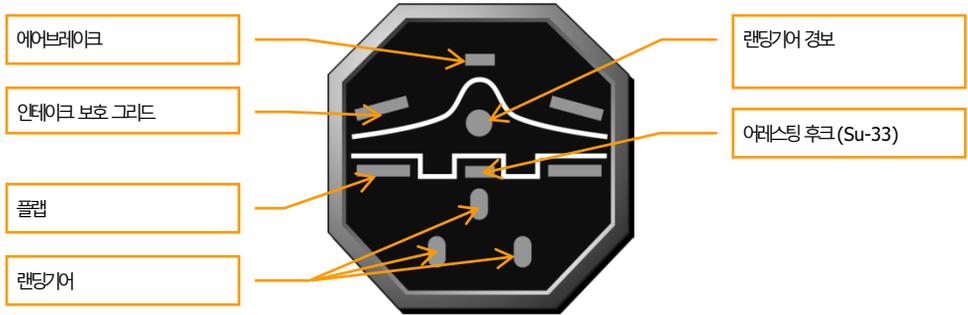
레이더 고도계는 지상위로 항공기의 고도를 보여주기 때문에, 직선 및 수평비행을 하고있을때 지형 높이가 따라 변동합니다. 0 부터 1000미터까지만 높이를 측정합니다. 비행기의 뱅크 값에 의해 정확한 값이 나오지 않을 수 있습니다.



3-4: 라디오 고도계

기계 장치 지시계

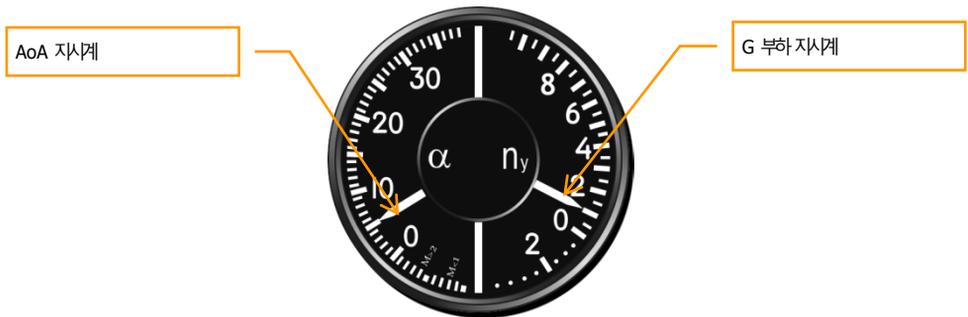
기계 장치 지시계는 랜딩기어, 플랩, 앞전 플랩 그리고 에어브레이크의 위치를 보여줍니다. 랜딩기어가 전개되지 않거나 접어들이지 않았다면, 적색 램프가 지시계 중앙에서 비출 것 입니다.



3-5: 기계 장치 지시계

AoA 지시계 및 가속도계

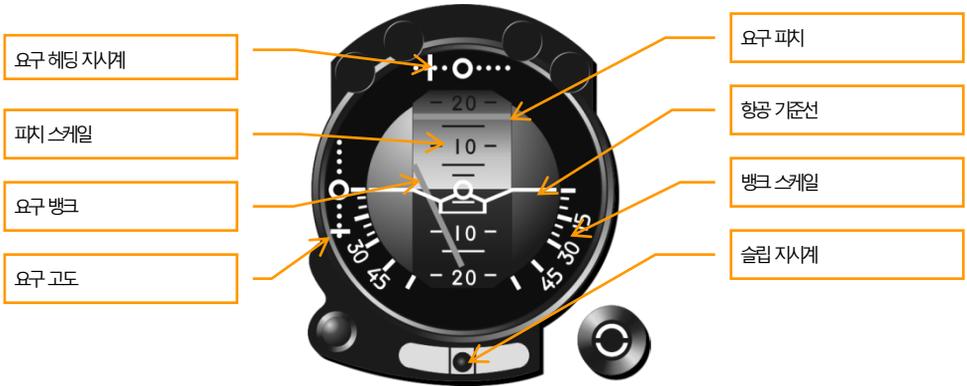
받음각 (AOA) 지시계 및 가속도계는 현재 받음각 및 G(중력가속도) 부하를 표시합니다. 지시계의 좌측 부분은 도 단위로 AOA 를 보여주고 오른쪽 부분은 G 부하를 보여줍니다. 인덱스 마크는 비행중에 기록된 최대 G 를 보여줍니다.



3-6: AoA 지시계 및 가속도계

(ADI)

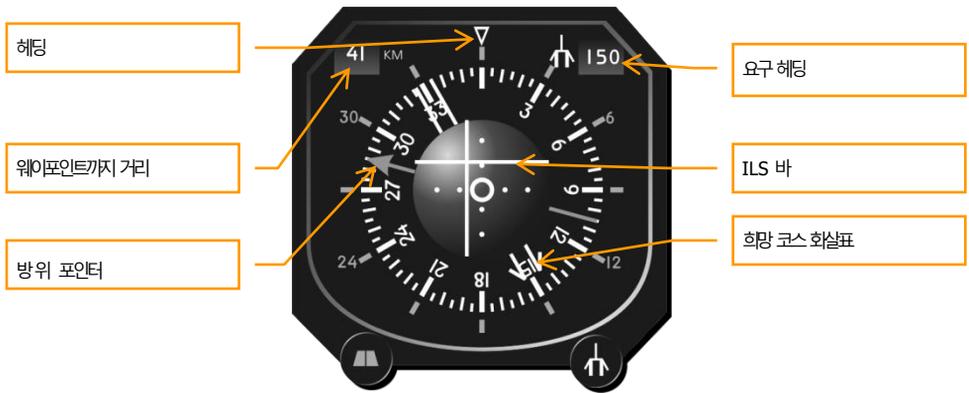
자세 지시계는 현재 피치 각과 롤 상태를 보여줍니다. 아랫쪽 부분의 지시계는 요 슬립 지시계입니다. 러더를 차게 되면, 슬립현상을 없앨 수 있습니다. 그래서 지시계가 중앙 위치로 오도록 해야 합니다. 지시계의 앞 부분에는 다음 웨이포인트까지 도달하기위해 요구된 뱅크와 피치 값입니다. 양쪽 노란색 바가 중앙에 위치해있다면, 항공기는 올바른 루트를 따라가고있는 것 입니다. 착륙하는동안에, W 모양으로된 글라이드 슬로프 편차 지시계는 계기 착륙 시스템(ILS) 방향을 제공합니다.



3-7: ADI

수평 상황 지시계(HSI)

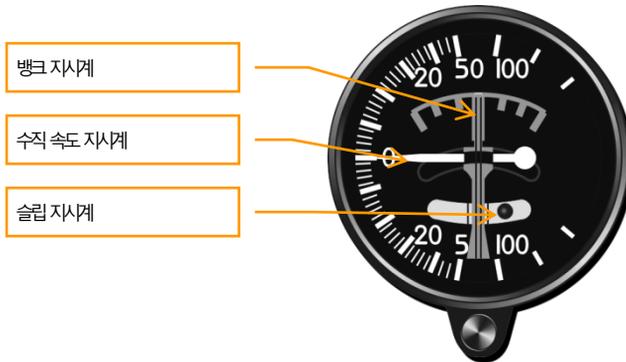
수평 상황 지시계(HSI)는 의도한 코스에 관련하여 항공기를 위에서 아래로 내려다 보는 시점을 제공합니다. 컴파스는 현재 heading을 항상 상단에 보여주기 위하여 돌아갑니다. 코스 화살 모양은 다음 웨이포인트로 도달하기위해 필요한 heading과 방위 포인터를 보여줍니다. 다음 웨이포인트까지의 거리와 필요한 heading은 숫자로 상단에 보여집니다. ILS 로컬라이저와 글라이드 슬로프 바는 중앙에 위치 해 있습니다.



3-8: HSI

수직 속도 지시계

수직 속도 지시계는 항공기의 수직 속도를 나타냅니다, 예를들면 상승률 또는 하강률을 보여줍니다. 슬립 지시계는 ADI의 슬립 지시계를 보조합니다. 뱅크 지시계는 보여지는 뱅크율은 근사치 값으로 뱅크율을 보여줍니다. .



3-9: 수직 속도 지시계

항공 시계

항공시계는 미션에디터에서 설정한 현재 시간을 보여줍니다.



3-10: 항공 시계

타코미터

타코미터는 양 엔진의 RPM 을 측정하고 최대 RPM 을 퍼센트로 보여줍니다. 최대 애프터버너 파워(재연소)는 100% 보다 높은 값으로 보여집니다. 최대 애프터버너가 켜졌을때, 그린라이트가 회전지시계위에 나타납니다

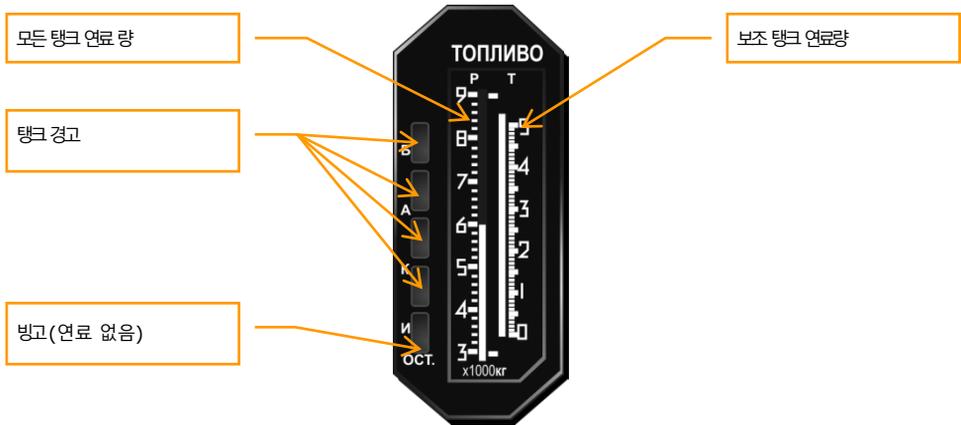


3-11: 타코미터

연료량 지시계

연료량 P 는 모든 탱크들에 남아있는 연료를 보여줍니다. 연료량 T 는 공급 탱크에 잔존하는 연료를 보여줍니다.

외부 연료 탱크를 장착하고있다면, 경고등은 탱크들이 거의 비어있다는 것을 나타냅니다. Su-27과 Su33은 외부 연료 탱크를 장착할 수 없다는 것을 유의하여 주시기 바랍니다.



3-12: 연료량 지시계

인터스테이지 터빈 온도 지시계

두 개의 인터스테이지 터빈 온도 지시계는 좌측, 우측 엔진 터빈으로부터 배기가스 온도를 보여줍니다.



3-13: 인터스테이지 터빈 온도 지시계

헤드다운 디스플레이 (HDD)

헤드 다운 디스플레이는 계기 패널의 오른쪽 위에 코너에 위치해 있습니다. HDD는 미리계획된 루트, 웨이포인트, 그리고 활주로 위치에 관한 정보를 보여줍니다. 전투모드에서는, 레이더와 전자 광학 시스템 정보가 보여집니다.

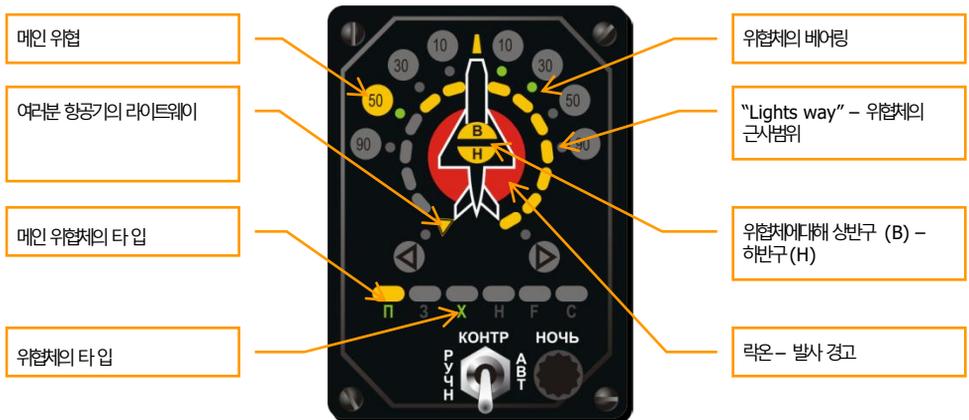
HDD의 스케일은 조종사가 변경할 수 있습니다.



3-14: HDD

레이더 경고 시스템 (RWS)

RWS는 항공기를 비추는 레이더를 표시하여 줍니다. 레이더들의 유형과 방향이 기호로 보여지게 됩니다. 아랫쪽 부분에 있는 6개의 지시등은 조종사에게 항공기를 비추는 레이더들의 유형을 알려줍니다. 시스템은 적군과 아군 레이더 모두에 대해 경고합니다. RWS 운용에 상세한 정보는 별도의 챕터에서 설명되어져 있습니다.



3-15: RWS 지시계

PPD-SP 패널

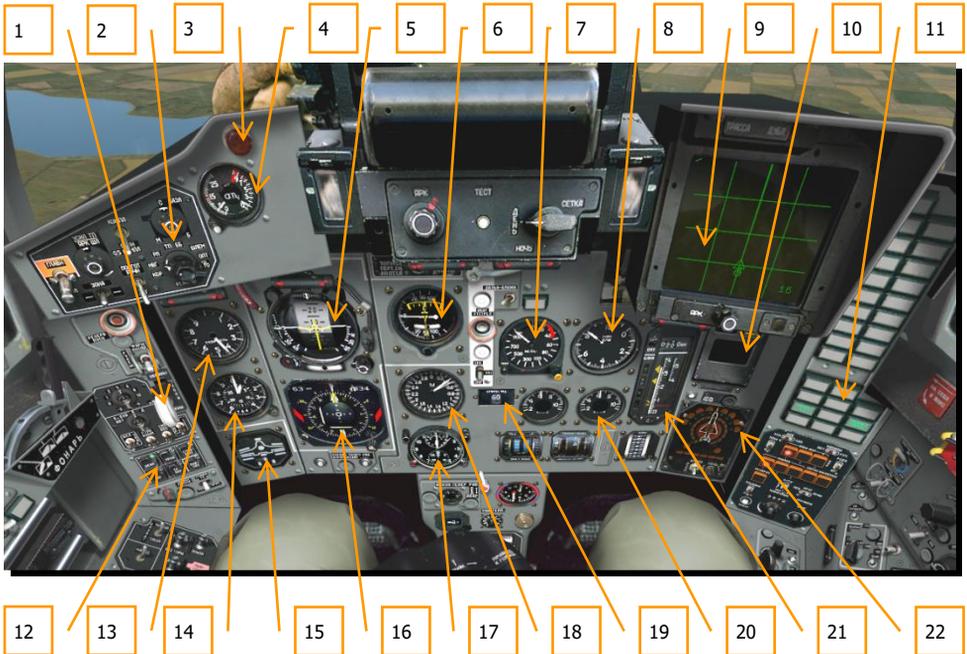
조종석의 오른쪽면은 PPD-SP 컨트롤 패널입니다. 이것은 남아있는 적외선 플레어와 레이더를 반사하는 채프 묶음을 표시합니다. 좌측 열은 남아있는 채프를 가리킵니다. 하나의 지시등은 16개의 채프 묶음을 나타냅니다. 우측 열은 남아있는 플레어의 수를 가리킵니다. 하나의 지시등은 8개의 플레어 카트리지를 의미합니다. 플레어 는 쌍 으로 투하됩니다.



3-16: PPD-SP 패널

MiG-29 조종실 계기들

MiG-29 조종실은 기본적으로 아래에 계기들로 구성되어 있으며 MiG-29와 MiG-29S 조종석은 동일합니다. 대부분의 계기들은 Su-27의 계기와 비슷하거나 거의 동일합니다.



3-17: MiG-29 계기 패널 I

1. 랜딩 기어 컨트롤 밸브
2. 무장 컨트롤 밸브
3. 주 경고등
4. AoA 지시계기 및 가속도계
5. 자세 방향 지시계 (ADI)
6. 수직 속도 지시계(VVI)
7. 라디오 고도계.

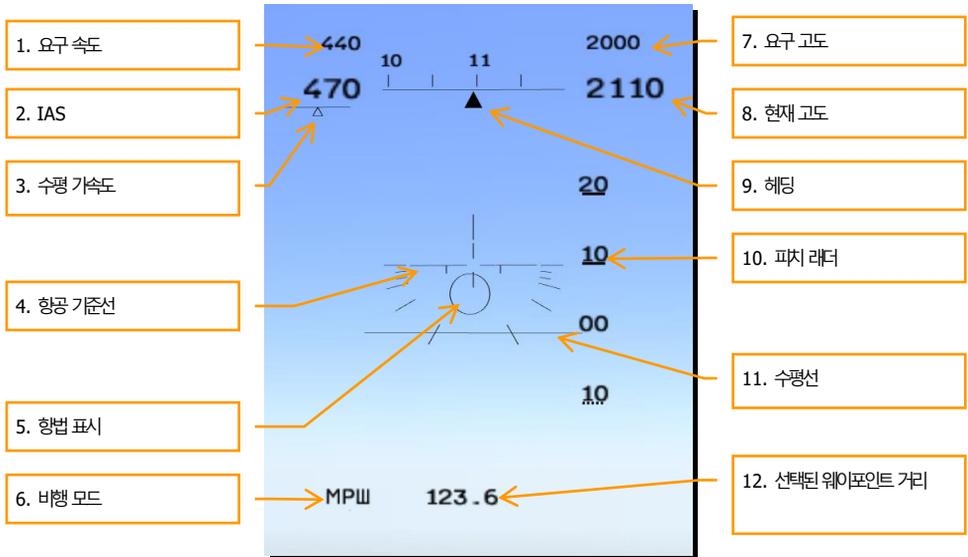
8. 회전지시계.
9. 헤드 다운 디스플레이 (HDD)
10. "Ekran" 패널
11. 경고등
12. 자동비행 패널
13. IAS 지시계기
14. 기압 고도계
15. 기계 장치 지시계
16. 수평 상태 지시계 (HSI)
17. 항공시계
18. 마하계
19. 채프 플레어 카운터
20. 단계간 터빈 온도 지시계
21. 연료량 지시계
22. SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 시스템 패널

Su-27, Su-33, MiG-29

HUD and HDD 작동 모드

기본 HUD 기호

항공기 유형 관계없이, 몇가지 HUD 기호는 각 기체마다 변경되지 않습니다. 한 예로서, 우리는 MiG-29의 루트(Route - MPW) 모드에 대해 다뤄 볼 것 입니다.

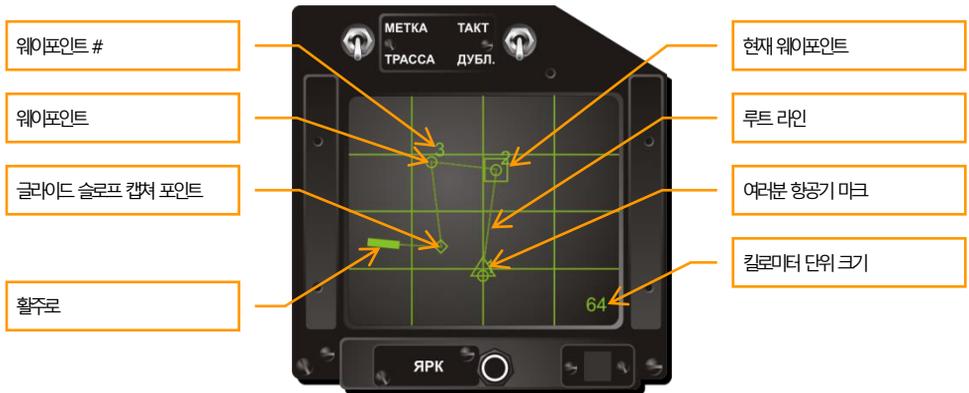


3-18: MiG-29 기본 기호들

1. 요구속도 지시계는 현재 비행모드를 위해 지정된 속도를 보여줍니다. ROUTE(항로) 모드일때 요구속도는 현재 선택 된 루트의 지정 속도가 됩니다.
2. 지시 대기 속도(IAS)는 스케일 부분의 좌측에 보여집니다. 현재의 IAS 위에, 요구속도가 나타납니다. 비행모드에 따라, 그리고 루트 비행모드일 경우에 요구 항공속도를 보여줍니다.
3. 숫자로 표시된 속도 지시계 밑의 삼각형 인덱스는 수평 가속도를 보여줍니다. 우측으로 - 가속, 좌측으로 - 감속.

4. HUD 중앙에, 피치와 롤을 나타내주는, 항공기준선이 있습니다.
5. 항법 마크 (큰 원)는 미리 계획된 루트를 따르는 비행 방향과 다음 웨이포인트 고도를 보여줍니다. 항법 마크가 기준선 중앙일때 여러분은 정확한 루트에 있는 것 입니다.
6. 좌측 코너에 하단 부분에, 현재의 비행모드를 보여줍니다.
7. 요구 고도값은 선택된 비행모드 따라서 달라집니다. 루트 모드에서는 현재 선택된 루트 구간의 지정된 고도를 나타냅니다.
8. 헤딩 스케일 우측에서, 현재 고도를 나타내줍니다. 1500미터 보다 낮고 지상 고도보다 높을 때, 라디오 고도는 1m 내에 지시됩니다. 기압고도 1500미터 넘는 고도에서 높이는 10미터 이내로 보여줍니다. 스케일 위에는, 요구고도를 보여줍니다. 이것은 비행모드가 ROUTE(항로) 비행모드 경우에, 미리계획된 루트 고도를 보여줍니다.
9. 현재 헤딩은 HUD 상단 부분에 위치해있습니다. 이것은 항공기의 현재 헤딩을 보여줍니다. (예: 11에 일치하는 값은 110도).
10. 피치레더는 HUD 오른쪽에 위치해있고, 현재 피치각도를 표시합니다.
11. 인공 수평선은 피치 0도에 일치하는 가상의 수평을 나타내고 저시정 상태에서 비행하고있을때 조종사를 보조할 수 있습니다.
12. HUD 하단의 중앙부분에서, 선택된 웨이포인트 거리는 km 단위로 나타냅니다.

항법 모드일때, 루트에 있는 정보(루트 방향, 웨이포인트들 그리고 비행장들)는 HDD 에 나타냅니다.



3-19: 항법 모드에서 HDD 유형들

- 웨이포인트가 원형 표시들로 나타냅니다.
- 웨이포인트 번호가 다음 웨이포인트를 나타냅니다.

- 글라이드 슬로프 캡처를 위한 초기 포인트는 다이아몬드 표시로 나타냅니다.
- 활주로는 직사각형으로 나타냅니다.
- 현재 웨이포인트는 사각형에 맞춰져 있습니다.
- 모든 웨이포인트들은 루트 라인으로 연결되어있습니다.

항법모드에서, 항법정보는 HUD 와 HDD 에 표시되어있습니다. 3개의 항법 하위모드가 있습니다:

MPW (루트), B3B (귀환), POC (착륙) 그리고 임무가 없는 모드. 하위모드간에 바꾸는 것은 **[1]** 키를 연속적으로 눌러서 수행합니다.

다음 루트와 웨이포인트는 HDD 에 표시가 됩니다.

ROUTE(항로)모드에서, 루트 라인은 모든 계획된 웨이포인트를 통과합니다. 웨이포인트를 변경하기 위해, **[LCtrl-~]** 키를 사용하실 수 있습니다. 루트라인은 선택된 웨이포인트와 함께 여러분의 현재 위치와 연결이 될 것 입니다.

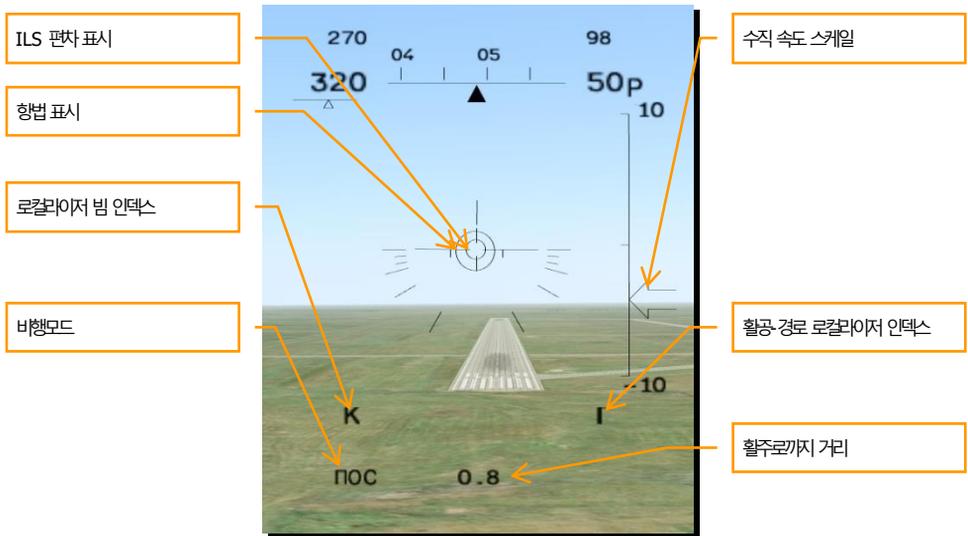
RETURN(귀환)모드에서, 루트라인은 글라이드슬로프 인터셉트 포인트로 이끌어갈 것 입니다.

LANDING(착륙)모드에서, 루트라인은 원하는 공군기지로 이끌 것 입니다. 비행장 선택은 **[LCtrl-~]** 키를 반복적으로 누르면서 선택할 수 있습니다.

항법 모드

ROUTE(항로) 하위모드일때, 원형으로 보이는 마크가 HUD 에 표시됩니다; 이는 현재 웨이포인트 지점에서 도달할 방향을 보여줍니다. 대기속도와 고도에 있는 기호들은 주어진 루트 구간에 미리 계획된 속도와 고도를 보여주는 지시 계기들입니다. 현재 루트지점에 도달될 때 보이는 마크는 자동적으로 다음 웨이포인트로 바뀔 것 입니다. 계획된 루트와 웨이포인트들은 HDD 에 표시됩니다.

RETURN(귀환) 하위 모드에서 보이는 마크는 글라이드 슬로프 인터셉트 지점을 보여줍니다. 글라이드 슬로프 지점으로 가장 짧은 선은 HDD 에 나타날 것 입니다. 비행장을 수동으로 바꾸는 것은 **[LCtrl-~]** 키 누름으로서 수행합니다. 글라이드 슬로프 인터셉트 지점에 도달하고 난 후에, RETURN(귀환) 하위 모드는 자동적으로 LANDING(착륙)하위 모드로 전환 될 것 이며 관제탑은 착륙 지시를 제공할 것 입니다.



3-20: ILS 착륙

LANDING(착륙)하위모드에서, 원형의 HUD 디렉터는 착륙 비행장을 나타냅니다. 또한 착륙 비행장으로 방향은 HDD 에 표시됩니다. 다른 비행장들은 [LCtrl-~] 키로 순환할 수 있습니다. 접근상태에서, 공항 관제탑은 최종 방향을 제공할 것 입니다. 수직 속도 스케일은 항공기 하강율을 지시하기위해 HUD의 좌측면에 보여집니다.

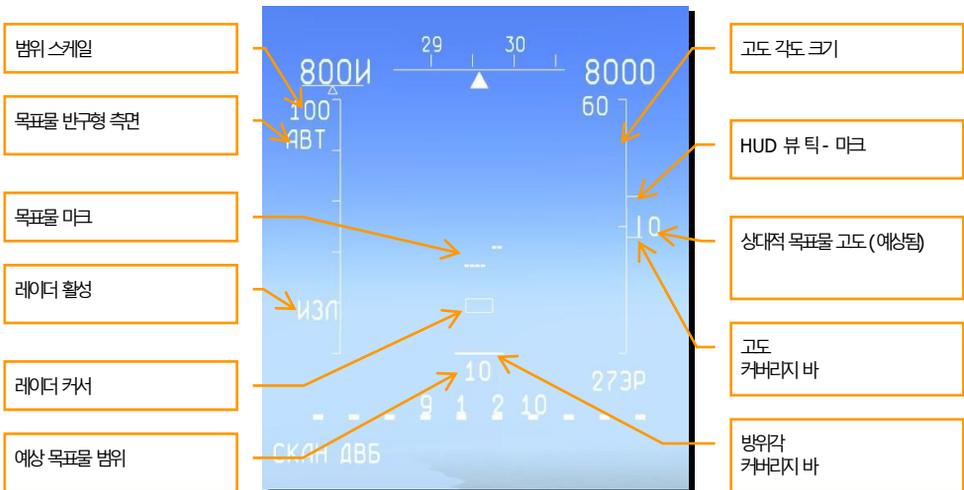
비 가시거리 전투 모드 (BVR)

몇가지의 비 가시거리 전투(BVR) 모드들이 있습니다.: CKAH (SCAN) 스캔, ЧП (TWS) – 스캔중 추적, 그리고 PHП – АТАКА (STT) – 단일 목표물 추적.

CKAH (스캔) 모드

CKAH (스캔) 모드는 첫번째로 [2] 키를 누름으로서 활성화 시킵니다. 이것은 1차 BVR 수색 모드입니다. 이 모드에서는 24개의 목표물을 탐지할 수 있습니다. 목표물을 탐지하고 교전하기 전, 사격 통제 센서들(레이더 또는 IRST) 중에 하나를 먼저 켜야합니다. BVR 모드에서, 전투기의 레이더가 일반적으로 사용됩니다. 레이더를 켜 이후에는 장거리 미사일의 목표물 탐지와 또한 반동 레이더 호밍(SARH) 미사일이 사용 가능합니다.

목표를 수색과 락온을 위한 필요 정보는 HUD에 표시됩니다. 범위 크기는 **[+]** 그리고 **[-]** 키로 조절할 수 있습니다. 스캔 패턴은 3개의 방위각 위치(중앙 - 우측 - 좌측)통해서 따로따로 움직일 수 있습니다. 스캔 패턴은 두 개의 방법 - 부드럽게 직접 고도를 움직이는 방법 또는 범위-각을 따로따로 움직이는 방법 중에 하나를 사용하여 고도를 움직일 수 있습니다. 범위-각 방법 사용하기 위해서, 첫째로 여러분은 **[RCtrl-+]** 그리고 **[RCtrl-]** 키를 사용하여 킬로미터 단위로 목표물이 예상되는 범위를 설정해야 합니다. 그리고 나서 **[RShift-]** 그리고 **[RShift-]** 키를 사용하여 여러분의 항공기 대하여 예상되는 목표물 고도 차이를 설정합니다. 또한 킬로미터 단위로 여러분이 설정한 예상범위는 HUD의 하단에서 방위각 커버리지 마크 아래에 나타납니다. 그리고 예상 고도 차이는 HUD 우측면에 고도 커버리지 마크의 우측에 나타납니다.



3-21: SCAN(스캔)모드 - BVR

사격통제 센서가 목표물을 탐지했을때, 이것은 HUD에 작은 수평의 점 한줄로 보여집니다. 레이더 피아식별 시스템 (IFF)에서 반응하여 "아군기" 목표물은 2개의 줄로 보여집니다.

- 범위 크기는 **[+]** 그리고 **[-]** 키로 변경합니다.
- 목표물의 예상되는 반구형 측면은 **[RShift-I]** 키로 조정합니다. ABT (ILV) 모드는 만약 목표물 측면을 모를 경우에 사용될 수 있습니다. 목표물 예상 된 측면은 수색모드에서 전투기 레이더로 사용하는 펄스 주파수 레이더 (PRF)로 결정합니다. 전반기 목표물을 접근하는것을 반하여 가장 긴 탐지거리를 제공하는 고 PRF (HPRF)는 ППС (HI)나타내고, 반면에 희미한 후반구 목표물위한 중 PRF (MPRF)는 ЗПС (MED)로 나타납니다. ABT (ILV) 모드에서, 고, 중 PRF 들은 레이더 스캔 패턴의 번갈아지는 바가 움직입니다. 이것은 최대 범위에서 25% 감소하는 대신 전방향 목표물 탐지를 제공합니다.

- 공중 목표물은 수평으로 한 줄의 점들로서 HUD 에 나타납니다. 점들의 수는 레이더 단면적(RCS) 의해 측정된 것으로서 대략적인 크기의 목표물로 일치합니다. 한개의 점은 목표물 RCS 의 2 제곱미터 이거나 낮게 나타나고 두 개의 점은 2 에서 30 제곱미터까지, 3개의 점은 30에서 60 제곱미터까지, 4개의 점은 60제곱미터이거나 그 이상을 나타냅니다. 전술 전투기는 일반적으로 3 과 30 제곱미터 사이에 기체 유형, 외부 무장, 그리고 측면각 의존하여 RCS 값을 가집니다. 그래서 대부분의 전투기들은 종종 2개의 줄로 HUD 표시되기도합니다. 야군 항공기는 메인 위 두번째 줄 위치에 점이 표시되어 있습니다.
- HUD 좌측면에 "M" 기호는 레이더가 켜져있고 활발히 방출하고있다는것을 나타냅니다.
- 목표물 지정을 위한 레이더 커서는 [I], [J], [K], [L] 키들 이용해서 움직입니다.
- 목표물까지 예상 거리(종종 AWACS 그리고 GCI 데이터로부터 정보를 얻어서)의 경우 [RCtrl-+] 그리고 [RCtrl-] 키로 설정합니다. 그리고 야지무스 커버리지 바 밑에 HUD 의 하단에서 지시합니다. 레이더 스캔 패턴의 고도 커버리지는 이 파라미터로부터 계산됩니다.
- [RShift-;] 그리고 [RShift-.] 키로 설정할 수 있는 목표물의 예상 상대고도는 엘리베이션 커버리지 바 옆에 HUD 의 오른쪽면에 위치합니다. 또한 이 파라미터는 스캔 패턴 고도를 계산하는데 사용되기도합니다.

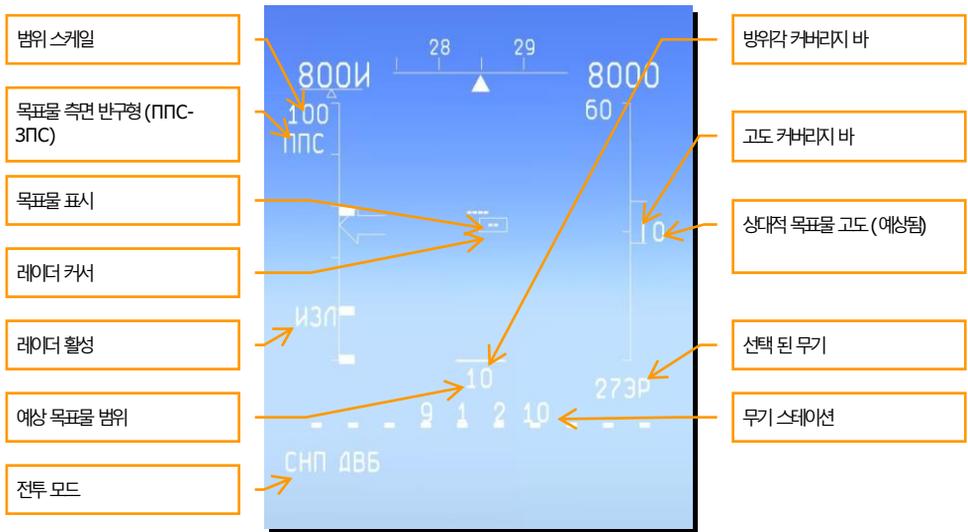
여러분의 전투기 고도가 5km 이고 AWACS 가 목표물이 거리가 80km 그리고 고도 10km 에 있다고 보고한다면, 여러분은 목표물 향해 방향을 돌린 후에 80km 범위를 입력하고, 레이더에 상대적 고도 5km 를 입력합니다. 이렇게 한다면 레이더 스캔 구역은 예상 목표물 고도에 올바르게 조준될 것입니다.

- 고도 각도 스케일 또한 HUD 우측면에 있습니다. 스케일 제한은 ± 60 도로 스케일의 상단 그리고 하단에 안쪽으로 V 자 형태로 표시됩니다. 세번째 안쪽으로 V 자 표시는 수평을 나타냅니다. 바깥쪽으로 마주하는 V 자 표시는 HUD 의 시각을 나타냅니다. 다음 고정된 고도 각도는 움직이는 고도 커버리지 바입니다. 이것은 고도에서 스캔 패턴의 제한을 나타냅니다. 만약 고도 커버리지 바가 HUD 에 있는 고도 스케일 사이에 있다면, 레이더는 HUD 를 통해 고도 구역에서 목표물들을 수색합니다.
- 방위각 커버리지 바는 HUD 하단에 표시됩니다. 선택된 스캔 패턴 방위각에 일치하여 3개의 고정된 위치들을 가집니다: 좌측 - 중앙 - 우측.

CHП (TWS) 모드

다른 BVR 전투모드는 CHП (추적중 스캔 or TWS)입니다. TWS 는 CKAH (SCAN) 모드으로부터 [RAIt-I]누름으로서 활성화됩니다. CHП (TWS) 모드에서 레이더는 10개의 목표물을 동시에 연관 추적하는 것이 가능합니다. 스캔 모드와 다른 주요한 점은 추가 목표물을 수색하는 동안에 레이더에서 추적중인 목표의 고도나 속도, 벡터등의 값을 보존할 수 있다는 점입니다. HDD 에서는 추적중인 목표의 이동 방향과 위치 등을 포함하는 전술상황 뷰를 탐-다운 방식으로 제공합니다.

TWS 모드는 자동으로 목표물을 락온 할 수 있습니다 (SST 모드로 변경 됨). 이렇게 하기 위해서는 목표물 위에 레이더 커서를 위치시키면 됩니다. 커서는 목표물에 자동적으로 붙게 될 것이며 이후에는 목표물을 따라가게 됩니다. 자동 락온 최대 무리 발사범위를 계산한 후 약 85% 지점일 경우 작동되게 됩니다. 조종사는 [Enter] 키를 누름으로서 더 일찍 락온할 수 있습니다.



3-22: CHП (TWS) 모드

CHП (TWS)모드에서 HUD 기호는 CKAH (SCAN, 스캔)모드와 유사합니다.

- HUD의 아랫쪽 좌측 코너에서 CHП - ДВБ (TWS - BVR)은 현재 모드를 나타냅니다.
- 선택된 무기를 가지고있는 무기 스테이션은 HUD 하단부에 표시됩니다.
- 선택된 무기는 HUD의 우측 하단부에 있는 고도 각도스케일 바로 아래에 표시됩니다. 273P는 위에 R-27ER 미사일을 의미합니다.

- HUD의 좌측면에 범위 스케일은 3개의 굵은 안쪽으로 마주한 V자표시들을 특징으로 합니다. 위에서 부터 이것들은: Rmax 최대 허용 발사 범위 vs 비기동 목표물, Rtr - 최대 허용 발사거리 vs. 기동 목표물("회피범위 아님") 그리고 Rmin - 최소허용 발사 범위입니다.

CHP (TWS)모드는 ППС 또는 ЗПС 와 함께 선택되어야만 합니다. 인터리브 - PRF ABT 모드는 적합하지 않습니다. 그러므로 이 모드는 헤드온이나 적을 쫓고 있는 상황에서 사용되어야 합니다.

다음 정보들이 CHP (TWS)모드에서 HDD 에 화면에 표시됩니다:

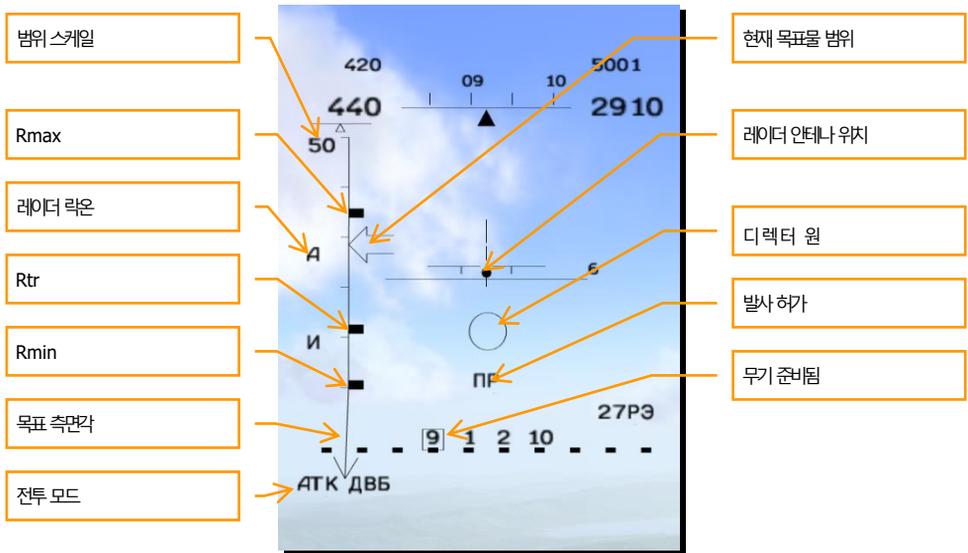


3-23: CHP – ДВБ (TWS - BVR) 모드에서의 HDD

- 스캔된 방위각은 암록색으로 보여집니다.
- 선택된 고도 각도의 스캔 패턴은 좌측에 표시됩니다.
- 선택된 방위각 위치의 스캔 패턴은 상단에 표시됩니다.
- 삼각형들은 적군 목표물을 의미합니다. 짧은 선은 운동 방향을 나타냅니다.
- 원형은 아군 항공기를 의미합니다. 짧은 선은 운동 방향을 나타냅니다.
- 자기 전투기 기호는 HDD 하단 근처에 고정됩니다.
- 디스플레이 스케일은 아래쪽 우측 코너에 지시됩니다.

Атака – РНП (ATTACK – STT) 모드

SCAN 또는 TWS 중 하나로 목표를 락 한 이후에, 레이더는 자동적으로 단일 목표 추적 (STT)모드로 전환합니다. 이후에는 모든 다른 목표물들을 추적하는 것을 멈추고 추가 정보는 HUD 에서 다음의 형식으로 가리킵니다:



3-24: АТК – ДВБ (АТТАСК – ВVР) 모드

- Rmax – 비기동목표물 대해서 최대 허용 발사 범위
- Rtr 기동목표물 대해서 최대 허용 발사 범위
- Rmin – 최소 허용 발사 범위.
- 공격 기호는 레이더 락이 활성화 되었다는 의미입니다. 미사일 발사후에 공격 기호는 2Hz 주파수로 점멸합니다.
- 측면각은 HUD 수직 평면에서 안쪽으로 향한 항공기에서 목표물 속도벡터를 보여줍니다.
- АТК – ДВБ 모드는 HUD 좌측 아랫쪽 코너에 표시됩니다.
- 목표물에 현재 범위를 지시하는 화살표는 범위 스케일 따라서 움직입니다.
- 등근 점은 전투기 헤딩에 대해 상대적인 레이더 안테나 위치를 나타냅니다.
- 디렉터 원은 HUD 에서 목표물을 나타냅니다.
- 이 ПР (LA) 발사 허가 기호는 목표물이 발사 범위 안으로 들어오고 다른 발사 조건을 만족하였을 때 나타나게 됩니다.

STT 모드에서, 모든 레이더 에너지는 더 좋은 정확성을 제공하기위해 목표물에 집중하고 목표물 방어책에 의해 생길 수 있는 추적 실패의 가능성을 줄입니다.

방사 집중형 모드는 "lock" 으로서 적 RWR 의해 락온 되었다는 것을 알리고 미사일 발사를 위한 준비를 알립니다. 결과 적 으로서, 이 모드를 사용하는 것은 아마 이 목표물 회피 행동을 취하거나 반격을 시작 하는 것을 신속하게 합니다.



3-25: HDD ATAKA - РНП (ATTACK - STT)

STT 모드에서, 스캔 구역은 좁은 방향을 지시하는 레이더 빔이 됩니다.

미사일을 발사하게 되면, 레이더는 목표에 연속으로 방사하게 됩니다. 이것은 적의 경고 시스템에 분명히 미사일이 발사되었다는 것을 알려주게 되며, 적이 이에 대한 방어 대응을 하게 만듭니다.

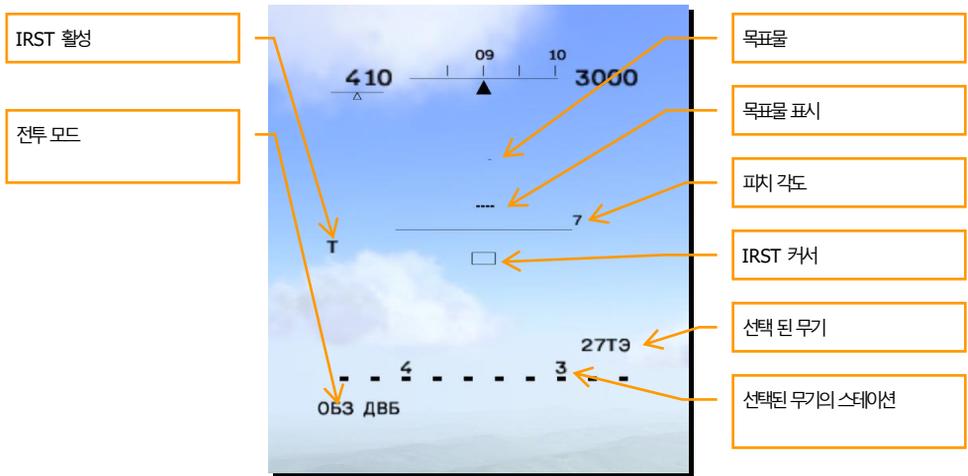
반능동 레이더 호밍(SARH) 미사일이 사용될때, 미사일이 목표에 도달할 때 까지 목표물을 계속 레이더로 조준할 필요가 있습니다. 능동 레이더 호밍(ARH)미사일이 사용될땐, 목표물으로부터 15km 거리로부터 시작해서, 미사일 시커가 능동 호밍으로 전환하기 전 까지 목표물을 조준할 필요가 있습니다.

스캔 - IRST 모드

적외선 감시 및 추적(IRST) 시스템을 선택하고 센서를 변경함에 따라 HUD의 기호도 변경되게 됩니다.

IRST로 감시하고있을때, 목표물 정보는 HUD 방위각-고도 좌표로 표시됩니다 (레이더를 사용할 때는 방위-거리를 나타냅니다). 방위각은 수평으로, 고도각은 수직으로 움직이는 형식입니다.

IRST 커서의 도움으로 목표물을 락온 한 후, 화면은 기존에 설명된 ATTACK 모드로 전환합니다.



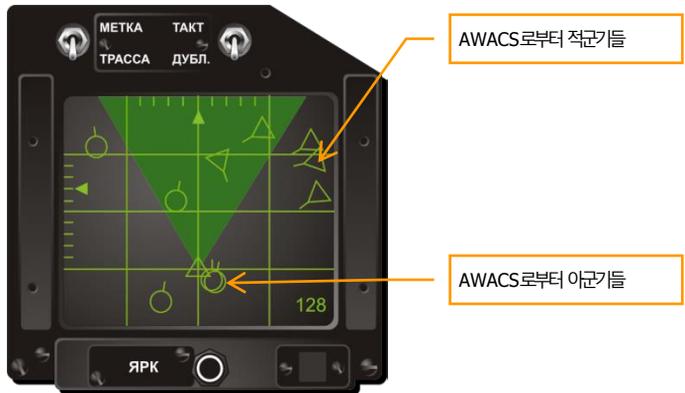
3-26: 선택된 센서로서 IRST 가진 СКАН - ДВБ (SCAN - BVR)모드

- HUD 좌측면에 "T" 기호는 IRST 작동을 나타냅니다.
- 선택된 모드의 이름은 좌측 아랫쪽 코너에 표시됩니다.
- 목표물 마크는 방위각-엘리베이션각 포맷으로 표시됩니다.
- 스캔 패턴의 피치 엘리베이션은 HUD 중앙 오른쪽에 표시됩니다.

목표물의 RWR 이 IRST 가 장착된 레이저 거리 측정 장비를 탐지하지 못하기 때문에, 이 센서는 "스텔스" 공격 수행을 가능하게 합니다. 이러한 유형의 공격을 위해서는 오직 적외선 호밍(IRH) 장착된 시커를 가지고 있는 "열추적" 미사일만 사용될 수 있습니다.

디지털 데이터링크

Su-27과 Su-33은 음성 통신장치를 사용없이, 곧바로 외부 센서(A-50 AWACS 항공기 그리고 EW 레이더를 기반한 지상관제소)로부터 디지털 목표물 정보를 받는 필요 무선장비를 장비하고 있습니다. 지휘소는 전투기에게 공중 전투 전술 상황을 전송하고, 이 데이터는 조종사 상황인식 개선하기위해 HDD 의 탑 다운뷰에 표시됩니다. 이 전술 화면은 자신의 위치를 참조점으로 하여, 외부 센서들에 의해 탐지된 모든 항공기들의 위치를 보여줍니다. 아군 AWACS 항공기 또는 조기경보(EW) 지상스테이션이 미션에서 사용할 수 있다면, 데이터링크는 전투기 레이더가 첫째로 켜졌을때 자동적으로 활성화가 됩니다.([I] 키). 이 데이터링크는 활성화된채 남아있을 것 이고, 심지어 레이더가 그후에 스위치가 꺼진다하더라도, 목표물이 HDD 화면에 계속 표시 될 것 입니다.



3-27: 활성화된 AWACS 데이터링크 HDD

적군들이 그 고도에서 레이더 엘리베이션 스캔 제한범위 밖에 있다면, 그것은 몇가지 진녹색 삼각형 구역으로 보여지는 AWACS 의해 탐지된 목표물들이 전투기의 레이더로 보이지지않을 수 있다는 것을 주목해야합니다. 전투기 레이더는 HUD 화면의 도움을 받아 제어하여야 합니다.

복잡한 대응책 상태에서 작동

복잡한 대응책 상황에서, 즉 적군이 수동/능동 레이더 재밍을 할 경우에 TWS 모드는 사용될 수 없습니다. 대신에 SCAN 모드가 사용될 수 있습니다. 강한 무선 전자 대응책 조건에서, 레이더는 목표물 대한 거리를 결정할 수 없습니다. 대신 무작위로 점멸하는 목표물 표시들이 수직 재밍 스트로브는 재머의 방위에 따라 HUD 에서 나타나게 됩니다. 레이더 스캔 패턴에서 ECM 의 탐지 또한 HUD 의 우측면에서 나타나는 "АП" (활성 잡음)기호를 발생시킵니다. 그렇지만, 이러한 대응책에 대해 신호를 락 하는 방위 락 "angle-of-jam" (AOJ)과 이에 대해 반응동 레이더 호밍(SARH) 미사일 발사하는 것이 가능한데, 이 경우에는 수동 "home-on-jam" (HOJ) 모드에서 유도될 것입니다.

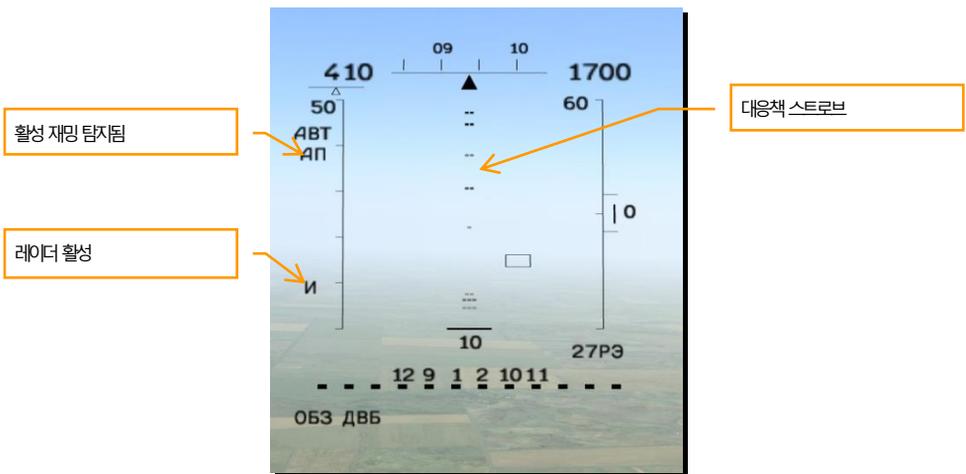
AOJ 락은 [L], [J], [I], [V] 키들을 사용하여 대응책 스트로브 위로 레이더 커서를 움직인 후, [Enter] 락은 키를 누름으로서 가능 해 집니다. 이렇게 할 경우 전투기 레이더는 잡음을 내는 목표의 방향으로 안테나를 위치시키고, 목표물을 추적할 것 입니다. 활성화 된 AOJ 락에 대해 HUD 에 표시된 목표의 거리는 레이더에 의해 측정되는 것이 아니라 전투기 조종사가 지정합니다. (조종사가 교신으로 목표에 대한 정보를 받은 경우 등) 기본값은 10km 입니다. 입력한 목표물 범위가 그

고도에서 선택된 미사일의 범위보다 멀다면, [RCtrl--] 키를 눌러 수동으로 거리를 감소시키거나, [LAlt-W] 키로 발사 권한을 오버라이드 시켜 주어야 합니다.

재밍하고있는 목표물에 대해 미사일을 발사하려 할 때, 거리에 대한 정보를 알지 못한다면 발사의 시기를 측정하기가 어려울 수 있습니다. 목표물이 미사일의 발사범위 밖에 있을 수도 있기 때문입니다. 또한 수동모드로 비행하는 미사일은 목표물 맞출 확률이 더 적어집니다.

만일 재머가 25 km 보다 작은 범위에 있다면, 레이더의 파워는 재밍 시그널을 “번 쓰루” 할 만한 충분한 힘을 가지며 목표물의 위치 추적을 정확히 할 수 있습니다. HUD에서 화면은 이때에 목표물에 대해 거리를 보여주는 표준 스캔 모드로 전환됩니다.

전투기 레이더가 재밍 노이즈 위에 그 자기의 신호의 반사를 인지할 수 있고 목표물 움직임에 대한 정보를 받을 때의 순간을 "BURN-THROUGH" 라고 부릅니다. 레이더가 ECM 노이즈가 존재함에 불구하고 목표물에 대한 완전한 데이터를 제공하기 시작한다면, 레이더는 "BURN THROUGH" 하였다고 말할 수 있습니다.

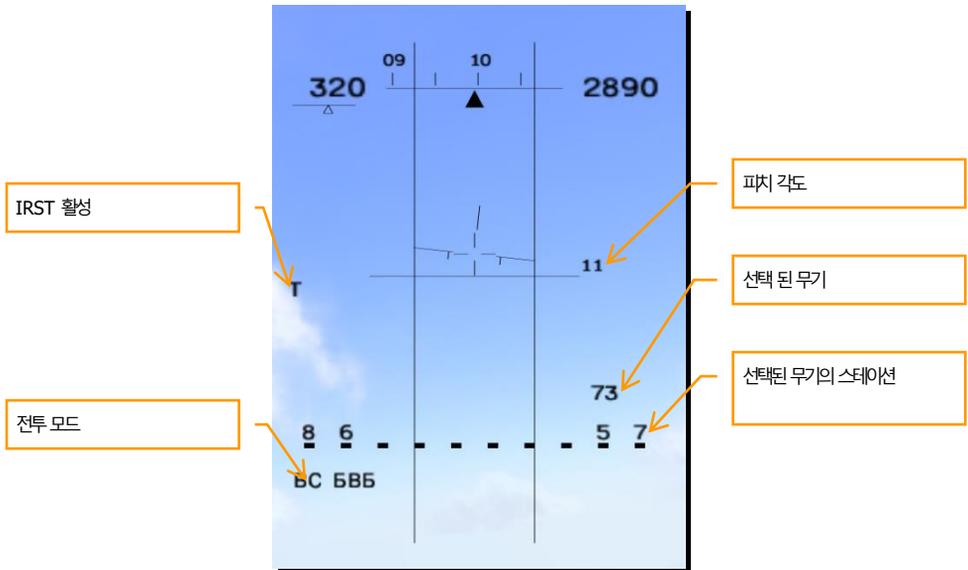


3-28: 재머 스트로브를 가진 스캔 모드

- 점멸하는 수직 대응책 스트로브가 재머 방위에 위치해있습니다. 목표물을 락온하게 되면, HUD에 있는 정보는 현재 거리의 고정된 마크를 가지는 STT 모드와 유사하게 보여지게 됩니다.
- **АП** 활성 재밍 지시계는 전자 대응책이 전투기 레이더 스캔 구역에 탐지될때 화면에 표시됩니다.

수직 스캐닝 (VS) - 근접 전투 모드

이 서브모드 [3]는 근접 기동 공중전투에서 가장 빈번하게 사용되는 모드입니다. 이 서브모드에서, 레이더 또는IRST 스캔 패턴은 수직 막대로는 3도의 폭과 수직 엘리베이션 -10에서 +50도의 각도 제한이 있습니다. HUD는 스캔된 구역의 경계선을 의미하는 두개의 수직 선들을 화면에 표시합니다. 목표물이 HUD의 아래쪽에서부터 위로 확장되어 있는 두 개의 범위 사이의 스캔 지역에 들어온다면, 자동으로 목표물을 락온합니다. 목표물을 이 스캔지역 안에 들어오도록 전투기를 기동하여 조준할 수 있습니다.



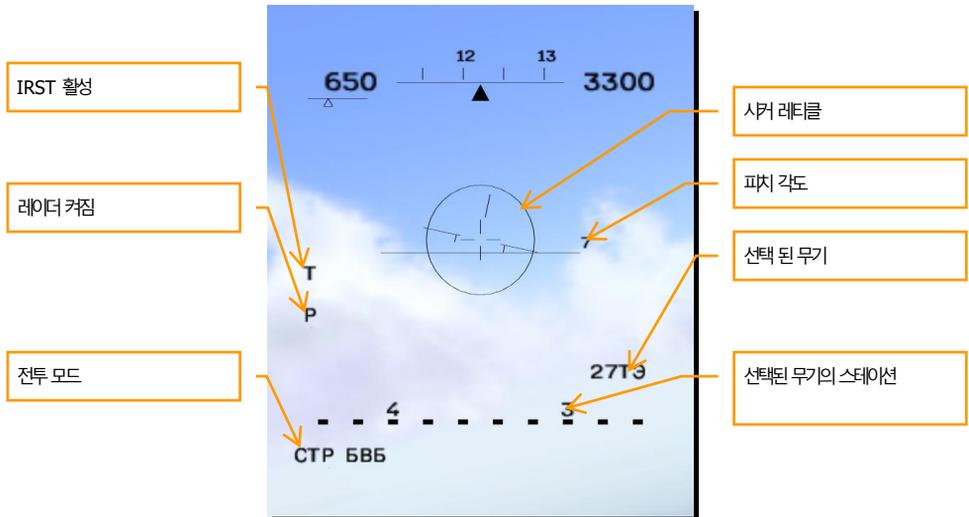
3-29: VS 모드

자동 락온은 목표물이 스캔구역에 들어갈 경우 1 ~ 3초 사이에 발생합니다. 목표물이 락온된 후에는, HUD에서의 화면은 공격(STT)모드로 전환합니다.

수직 스캔 모드는 기본적으로 IRST 센서를 선택합니다. 기본 무기는 R-73 근거리 미사일입니다. 레이더 대신에 미사일을 발사하기위해서, 먼저 레이더를 [I] 키로 활성화합니다, 그리고나서 원하는 미사일을 [D] 로 선택합니다.

ОПТ – СТРОБ (보어사이트) 근접 전투 모드

이 서브 모드 [4]의 경우 VS 모드와 유사하지만, 사이트 시스템이 스캔을 하는 대신 비행기의 축을 따라 좁은 구역 (약 2.5도 정도)의 콘 모양의 방향으로 사이트를 고정하게 됩니다. 목표물 락온은 원 안에 목표물이 들어오도록 기동을 하거나, [I], [J], [K], [L] 키를 이용하여 목표 지정기를 움직인 후 [Enter] 키로 누름으로서 락온 할 수 있습니다. 목표물을 락온한 후에, HUD의 화면은 공격(STT)모드로 전환될 것 입니다. 이 모드는 우수한 정밀 조준과, VS 모드보다 약간 더 긴 락 범위를 제공합니다.



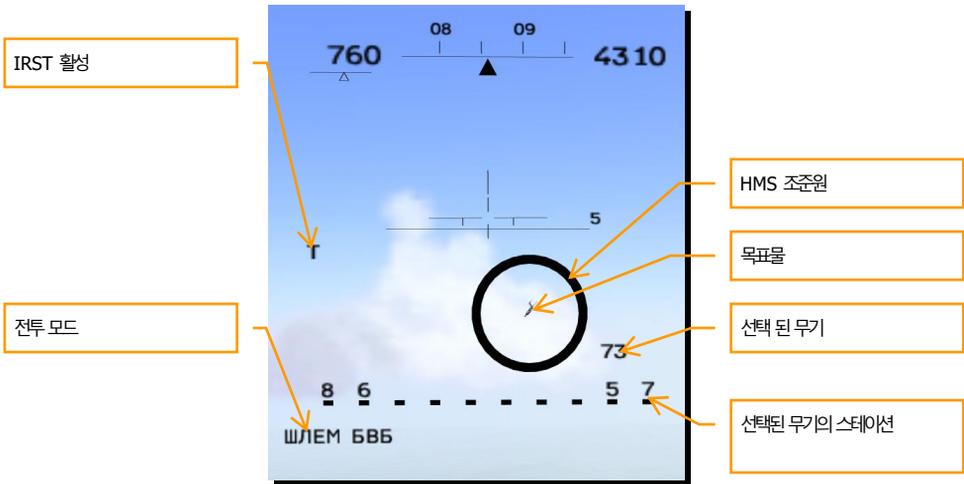
3-30: 보어 모드

수직 스캔모드는 기본으로 IRST 센서를 선택합니다. 기본무기는 R-73 근거리 미사일입니다. 레이더 대신에 미사일을 발사하기위해서, 먼저 [I] 키로 레이더를 활성화합니다. 그리고나서 원하는 미사일을 [D] 키로 선택합니다.

ШЛЕМ (HELMET) - 근접 전투 모드

이 특별한 모드는 근접 전투에 매우 유용하며 [5] 키로 선택이 가능합니다. 조종사는 Scel-3UM 헬멧 장착형 조준기(HMS)의 도움으로 목표물을 보기위해 조종사 머리를 돌리면서 간단하게 무기를 목표물에 조준할 수 있습니다. 화면의 조준원은 조종사 오른쪽눈의 앞쪽에 위치한 HMS 조준 시스템 뷰파인더를 투사합니다. 조종사는 뷰를 패닝하면서 목표물을 뷰파인더를 놓을 수 있습니다.

뷰파인더는 HUD 기호는 뷰가 패닝을 HUD 에서 떨어졌을때 고르게 화면의 중앙에 남아있는것이 아닙니다. 이 모드는 목표물을 지시하는 모든 전투기를 선회하는 것 없이, HMS 가 락온을 허가하는 것으로서 지시내린 미사일 발사에 이점을 얻는 근접전투 그리고 높은 오프 보어사이트 각도으로부터 미사일 발사에 사용됩니다. 조준원이 놓으면서 목표물을 락온하고나서, 그리고 [Enter] 키를 누른후에, 만약 모든 미사일 발사 기준이 만족된다면, 원은 LA "발사허가됨" 신호 보내면서 2Hz 주파수로 점멸하기 시작합니다. 목표물이 미사일 시커의 각도 짐벌 제한을 넘는다면, X 기호가 원 위에 나타날 것 입니다.



3-31: 헬멧모드

HUD 화면이 목표물을 락온한 후에 공격(STT)모드로 전환합니다.

헬멧모드는 "padlock" 뷰와 함께 HMS 모드를 사용하는것이 효율적입니다. 첫번째로 [NUM DEL] 키로 목표물을 패드락합니다, 그리고나서 [5] 키로 HMS 모드를 선택합니다. HMS 원은 그러면 목표물을 걸쳐서 놓여질 것 입니다 그리고 [Enter]키 누름으로서 락온됩니다.

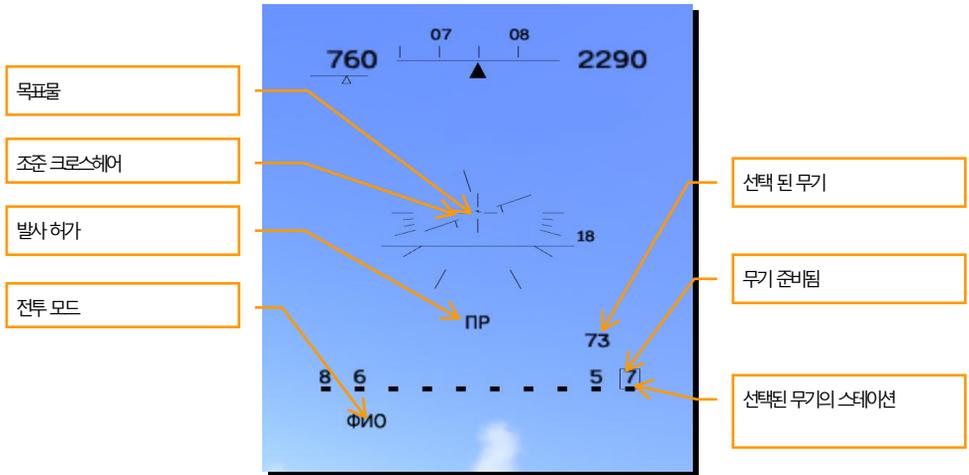
Φi0 (Fi0) - 세로 조준

근접 전투 모드

Fi0 (Fi-Zero)는 전투기 무기 통제 시스템(WCS) 레이더와IRST 센서들이 고장 난 경우에 사용될 수 있는 백업모드입니다. 이 모드는 [6] 키로 선택할 수 있으며 능동 레이더(ARH) 또는 시커를 전투기의 센서의 독립적으로 목표물 획득할 수 있게 해주는 "열 추적" 적외선 호밍(IRH) 미사일만 사용할 수 있습니다. 이 모드에서는 목표물을 락온하기 위해 미사일의 자체 시커 (2도 원뿔 모양의 미사일 축을 따라 앞쪽을 보는 FOV가 있는)를 사용합니다. 조준 십자선을 목표물에 두기 위해 전투기를 기동 해 주어야 합니다. LA 기호는 미사일 시커가 목표물 범위와 상관없이 목표물을 락온했을때 즉시 나타나게 됩니다. 조종사는 육안으로 목표물의 거리를 판단하여 미사일이 적을 격추할 수 있는 충분한 에너지를 가질 수 있는지 판단 해 주어야 합니다.

Fi0 모드에서 적외선 추적(IRH) 미사일을 사용하기에 적기의 RWR 에 나타나지 않을 것입니다. 즉, 수동적인 "스텔스" 공격이 가능합니다. 목표물은 오직 육안으로만 미사일 발사를 탐지할 수 있습니다.

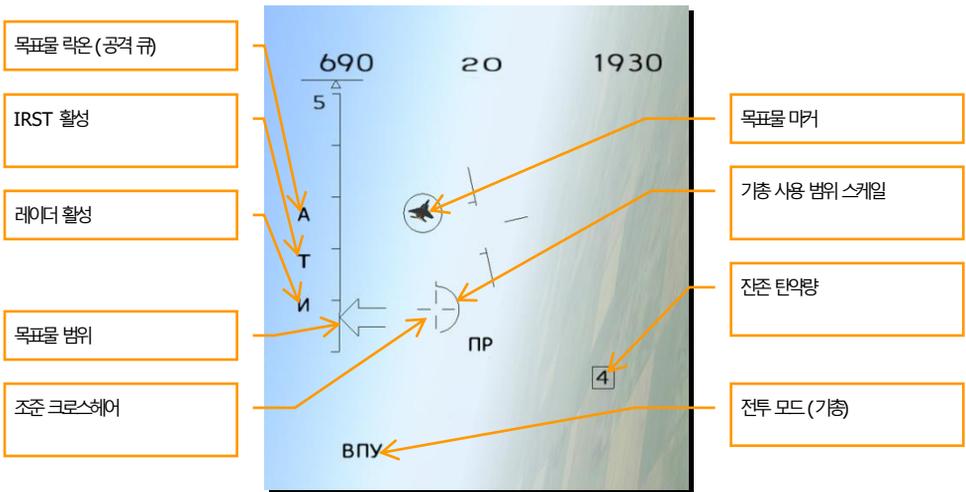
미사일 자체 레이더 전파 방출이 목표물 RWR 에 탐지될 수 있기때문에, 능동 레이더 추적(ARH) 미사일 R-77같은 것은 스텔스 공격에 사용될 수 없습니다.



3-32: Fi0 (세로) 모드

기총 사용

항공기 캐논은 어떠한 공대공 전투모드에서도 사용될 수 있습니다. 그러기 위해서, 첫째로 [C] 키 누름으로서 캐논을 선택합니다. 센서 락이 존재한다면, WCS 는 자동적으로 선도 자동계산 광학 조준 (LCOS)모드로 진입합니다.

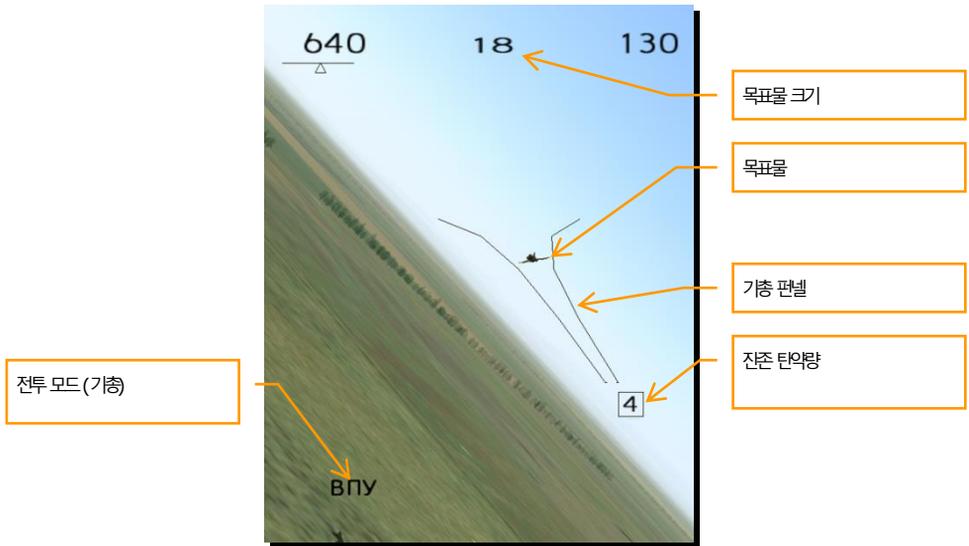


3-33: 선도 자동계산 광학 조준 (LCOS) 모드

- 조준 크로스헤어는 목표물 범위가 1,200미터 보다 적을 때 나타납니다.
- 기총 사용 범위 스케일은 0에서 1,200미터 까지의 목표물 범위를 나타냅니다.
- 목표물 범위 또한 HUD 좌측면에 수직 범위 스케일로 화면에 표시됩니다 . 스케일은 5km 로 설정됩니다.
- 잔존 탄약량은 4 에서 1 까지 기체에 남아있는 탄약을 화면에 표시합니다.

효율적인 발사를 위해서, 조준 크로스헤어를 목표 마커에 올려놓은 후 [Space] 키 누름으로서 발사를 하십시오.

목표물을 포착하는 센서들이 오작동 하거나 사용할 수 없다면, 기총 퍼넬 모드를 이용하여 조준된 캐논을 발사할 수 있습니다.



3-34: 기총 퍼널 캐논 모드

기총 퍼널 모드에서는, 캐논 탄환의 계산된 비행경로를 나타내어 주는 그래픽화 된 깔대기가 HUD에 표시됩니다. 퍼널 옆면 사이에 거리는 목표물 사이즈 설정에 기반합니다. 목표물 사이즈는 목표물의 날개길이의 근사값입니다. 목표물 크기 값은 [RCtrl-], [RCtrl+] 키들 사용함으로써 10미터 정도 증가하여 조정되거나 [RAlt-], [RAlt+] 키들 사용함으로써 단일 숫자로 조정될 수 있습니다. 기본 목표물 사이즈 값은 20미터입니다.

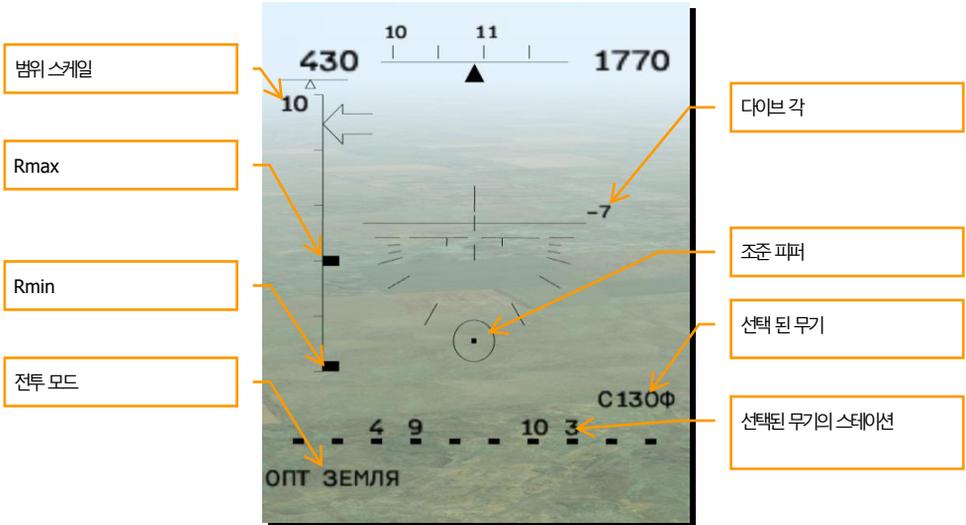
퍼널 사용에 효과적인 발사를 위해서는, 목표물의 날개 끝이 퍼널의 양쪽 측면 선에 맞도록 비행기를 기동하여 주시기 바랍니다. 목표물의 사이즈가 정확하게 설정되었을 경우에는, 정확한 발사가 가능해질 것입니다. 또한 목표물의 운동 평면에 맞춘다면 발사 정확도가 가장 좋을 것 입니다. 예를들면, 목표물이 30도가량 뱅크를 준다면, 목표물에 뒤쳐져서 동등한 뱅크로 선회해야할 것 입니다. 기총 퍼널은 목표물의 후방 반구 형태를 조준할 경우에만 사용이 가능합니다.

공대지 모드

MiG-29, Su-27 그리고 Su-33 전투기들은 한정된 종류의 공대지 무기들을 장착할 수 있습니다. 여기에는 비유도 "철" 폭탄과 로켓 (RKT)도 포함됩니다.

이러한 무기를 사용하기 위해서 공대지 모드 [7] 를 사용할 수 있습니다. 공대지 조준 기호는 HUD에 표시됩니다. 모드 이름 ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUAL GROUND)이 HUD 아랫쪽 좌측 코너에 나타납니다,

그리고 그 아래에, 선택된 무기가 나타납니다. - 조준 원리는 일반적으로 모든 무기들과 유사합니다. - 목표물에 걸쳐서 조준피퍼를 놓는것이 필요하고, 발사 기준에 충족되어 LA 기호가 나타날 때 무기를 투하 또는 발사를 합니다.



3-35: ОПТ - ЗЕМЛЯ (육안 - 지상) 모드

- 디스플레이 스케일은 윗쪽 좌측에 제공됩니다.
- Rmax 그리고 Rmin V 자 마크는 범위 스케일에 표시됩니다.
- 선택된 "ОПТ ЗЕМЛЯ" 모드는 HUD 아랫쪽 좌측 코너에 표시됩니다.
- 다이브(피치)각은 HUD의 중앙 오른쪽에 표시됩니다.
- 조준 피퍼를 움직이는것은 무기 충돌의 계산된 지점을 나타냅니다.

지연 폭탄과 내부 폭탄을 지닌 클러스터 등의 고 항력(high-drag) 무기들은 다이브 공격시에 조준 피퍼가 HUD의 밑에 위치하여 보이지 않을 수도 있습니다. 이러한 경우에는 지속 계산 투하지점(CCRP) 폭격모드를 사용하는것이 더 좋습니다. 이 모드는 "무기 사용법" 섹션에 상세하게 묘사되어있습니다.

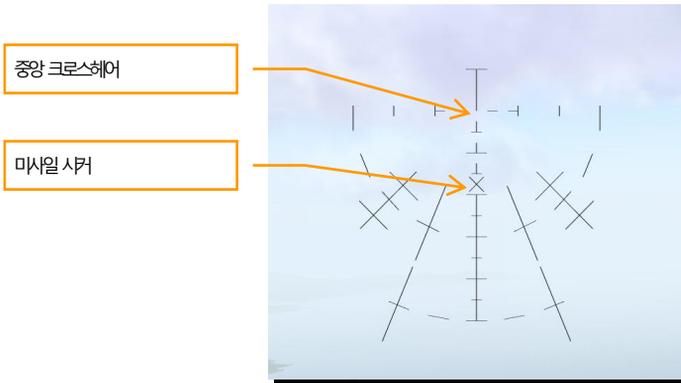
레티클

고정된 레티클은 전투모드가 아니며, [8] 키 누름으로서 HUD 에 표시되는 교정된 이미지입니다. 전투기의 WCS 는 [8] 이 눌러지기 전과 같은모드로 남아있지만, HUD 나타난 기호들은 모두 고정 레티클으로 교체가 됩니다.

레티클 은 또한 WCS 고장 또는 손상의 경우에 조준을 위한 백업 계기입니다.

HUD 에 표시된 레티클은 간단한 아날로그 분광 조준기 입니다. 리드 조준과 계산은 레티클 마킹들의 도움들 가지고 얻거나 "육안으로"연습니다.

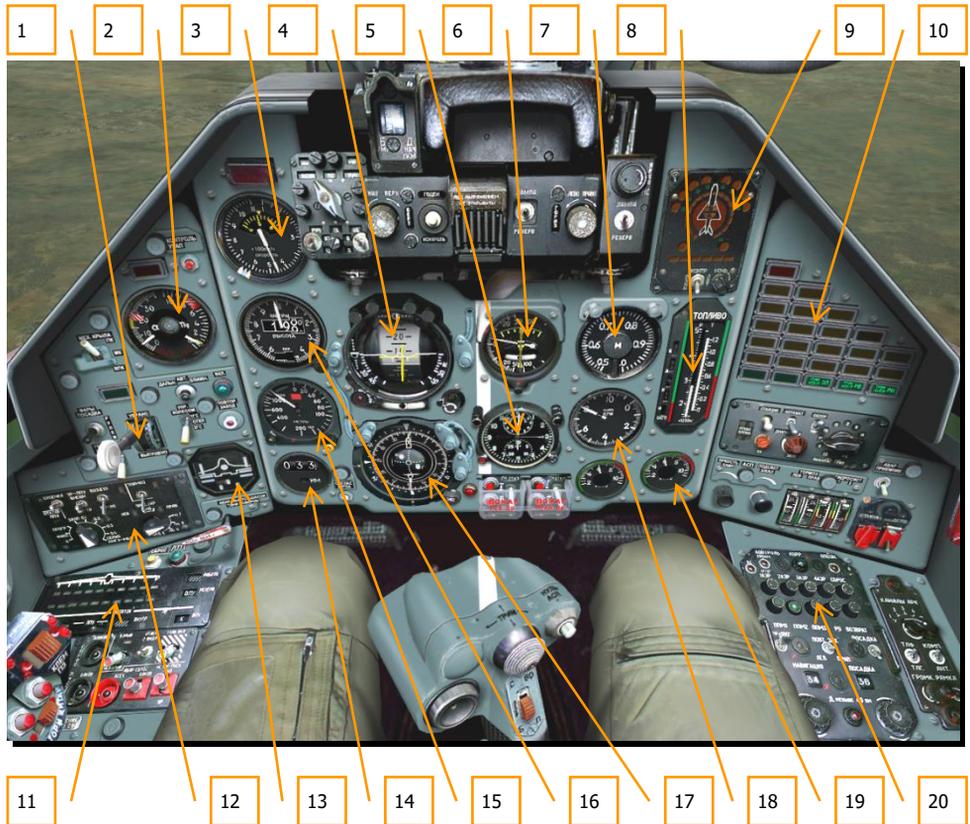
레티클 중앙 크로스헤어는 기총 축으로 정렬됩니다. Fi0모드로 조준된 미사일 시커들은 "X" 조준 마크의 위치에서, 중앙 크로스헤어 밑에 다소 낮게 정렬됩니다 .



3-36: 레티클

Su-25 조종석 계기들

Su-25의 조종석 계기의 대부분은 Su-27 그리고 MiG-29의 것들과 같습니다.



3-37: Su-25 계기 패널

1. 랜딩 기어 컨트롤 레버
2. 받음각 (AOA) 지시계기 및 가속도계 ("G 미터")
3. 대기속도지시계 (IAS)
4. 자세지시계 (ADI)

5. 항공시계
6. 수직 속도 지시계(VVI)
7. 마하계.
8. 연료량 지시계.
9. SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 수신기 (RWR)
10. 경고등
11. 무기 상태 패널
12. WCS 패널
13. 설정 지시계
14. 웨이포인트까지 거리지시기
15. 라디오 고도계
16. 기압고도계
17. 수평 상태 지시계 (HSI)
18. 회전계 (분당 회전수 또는 RPM)
19. 단계간 터빈 온도 지시계
20. RSBN 패널 (단거리 항법)

IAS – TAS 지시계

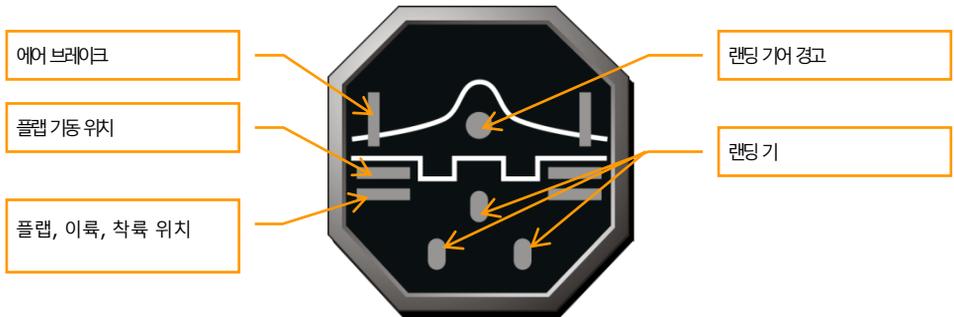
IAS - TAS 게이지는 게이지 안쪽에서 진대기속도(TAS)를 지시하고 게이지의 바깥부분에서 지시대기속도 (IAS)를 나타냅니다. 속도 크기 범위는 0에서 1,100km/h 까지입니다.



3-38: Su-25 IAS- TAS 지시계

설정 지시계

기계적 장치를 위한 설정 지시계는 랜딩기어, 플랩, 그리고 에어브레이크의 위치를 보여줍니다. 랜딩기어가 성공적으로 전개되지않거나 접어들이지 못했다면, 적색 램프가 지시계의 중앙에 나타나게 됩니다.



3-39: 설정 지시계

AOA 지시계 및 가속도계

받음각 지시계 및 가속도계는 현재 받음각 및 G 부하를 표시합니다. 지시계 왼쪽부분은 도 단위로 받음각을 보여주고 G 부하는 오른쪽부분에 보여줍니다.



3-40: AOA 지시계 및 가속도계

자세 지시계 (ADI)

자세계(ADI)는 현재 피치각과 항공기의 롤 상태를 보여줍니다. 아랫쪽 파트의 지시계는 슬립 지시계입니다. 러더를 움직여 슬립을 제거하기 위해서는, 지시계를 중앙으로 움직이게 만들면 됩니다. 지시계의 앞쪽 부분에서는 다음 웨이포인트로 도달하기 위해 요구되는 뱅크와 피치 지시계입니다. 두개의 막대가 중앙 위치해 있을때, 항공기는 올바른 코스를 비행한다는 것을 나타냅니다. 착륙 시에는 W 모양으로 된 글라이드슬로프 편차 지시계가 착륙 시스템 (ILS) 을 나타내어 주게 됩니다.



3-41: 자세계(ADI)

수평 상황 지시계(HSI)

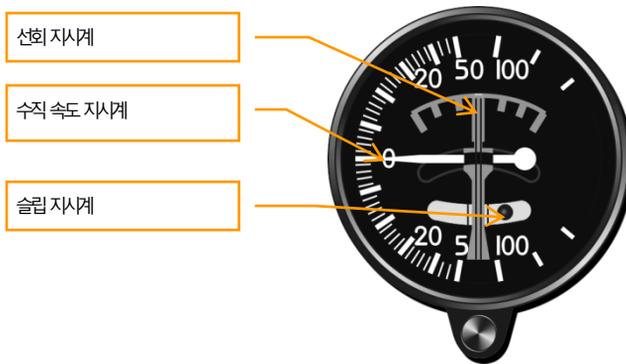
수평 상황 지시계(HSI)는 의도한 코스에 대해 항공기의 위에서 아래로 보는 시점을 제공합니다. 나침반은 현재 헤딩을 항상 상단에 보여줄 수 있도록 돌아 갑니다. 프로그램된 코스의 화살 모양이 여러분의 향로에 도달하기 위해 요구된 헤딩을 보여줍니다. 그리고 다음 웨이포인트 포인트는 여러분이 선택한 웨이포인트로 방향을 나타냅니다. ILS 로컬라이저와 글라이드 슬로프 바는 중앙에 있습니다.



3-42: 수평 상황 지시계 (HSI)

수직 속도 지시계 (VVI)

수직 속도 지시계는 항공기의 수직 속도를 측정합니다, 예를 들면 상승률 또는 하강률들 입니다. 슬립 지시계는 ADI 에서 슬립 지시계를 보조합니다. 선회 지시계는 보여지는 선회율을 오직 근사치 통해서 선회 방향을 보여줍니다.



3-43: 수직 속도 지시계 (VVI)

레이더 고도계

레이더 고도계 지상 0 미터에서 1500미터까지의 고도를 나타냅니다.



3-44: 레이더 고도계

회전지시계

회전지시계는 양쪽 엔진의 로터 RPM 을 측정하는 계기입니다. 측정은 최대 로터 RPM 으로부터 퍼센트로 측정됩니다.

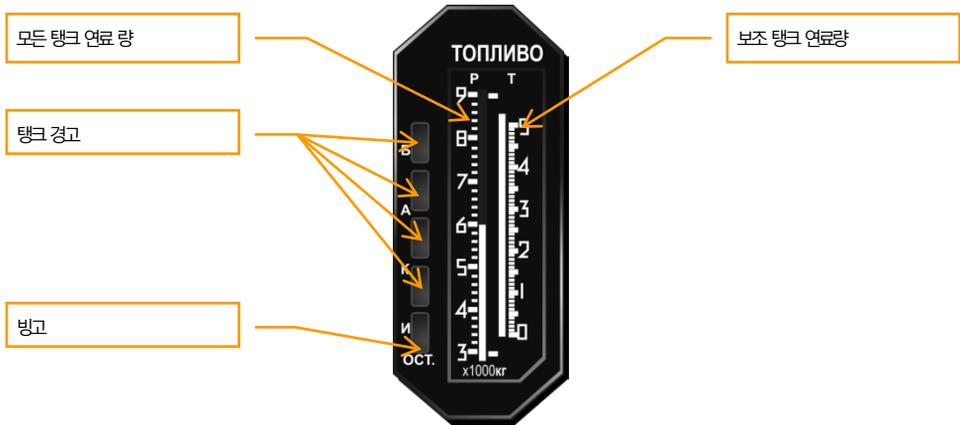


3-45: 회전지시계

연료 량 지시계

연료량 (P)는 모든 탱크에 잔존하는 연료를 보여줍니다. 연료량 (T)는 (반전비행용)공급 탱크에 잔존하는 연료를 보여줍니다.

외부 연료 탱크를 장착하고있다면, 경고등은 탱크에 연료가 거의 없음을 나타냅니다.



3-46: 연료량 지시계

터빈 온도 지시계

두 개의 단계간 터빈 온도 지시계는 좌측, 우측 엔진 터빈의 배기가스의 온도를 보여줍니다.



3-47: 엔진 연료 지시계

SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 수신기

RWR 화면은 항공기를 비추는 위협 레이더를 나타냅니다. 정보는 위협물의 유형과 방향을 기호로써 보여지게 됩니다. 화면 하단의 6개의 기호는 조종사에게 위협 레이더의 타입을 알려주고 있습니다. 시스템은 적군 과 아군 레이더 둘다 표시합니다. SPO-15 RWR 에 대한 자세한 정보는 별도의 챕터에서 제공됩니다.

무기 상태 패널

무기 상태 패널은 좌측면 콕핏 계기 패널에서 스토를 핸들 바로 아래에 위치합니다. 유형, 양 그리고 현재 선택된 무기의 준비가 되어있는지 그리고 잔존하는 기총 탄약을 나타냅니다.



3-48: 무기 상태 패널

- 상단 줄에서 노란 램프는 사용 가능한 무기 그리고 하드포인트 스테이션 존재를 나타냅니다. 무장이 발사 또는 투하가된다면, 그에 해당하는 노란 램프가 꺼지게 됩니다.
- 아랫쪽 줄에 녹색 램프는 발사 또는 투하가 준비된 현재 선택된 무기들을 나타냅니다.
- 현재 선택된 무기 유형은 패널의 상단 오른쪽에 나타나게 됩니다:
Б 는 폭탄,
УР 는 미사일,
НРС 는 로켓,
ВПУ 는 빌트인 30mm 캐논.
- 남아있는 캐논 탄환은 아래에 오른쪽 패널에 나타납니다:
К 는 꺾 찬 것
 1/2 는 반 정도 찬 것
 1/4 는 얼마 남지 않은 상태를 의미합니다.

단거리 항법 패널

RSBN 단거리 항법 패널은 항법 모드를 선택하는데에 사용됩니다. 실제로, 항공기는 4개의 비행장 지점 그리고 3개의 스티어포인트 까지 저장할 수 있습니다.

시뮬레이션에서 시스템 기능성은 약간 간략화 되어 있습니다. ROUTE – RETURN – LANDING – NO TASK 모드들 사이를 [1] 키를 눌러 순환하여 선택할 수 있습니다.

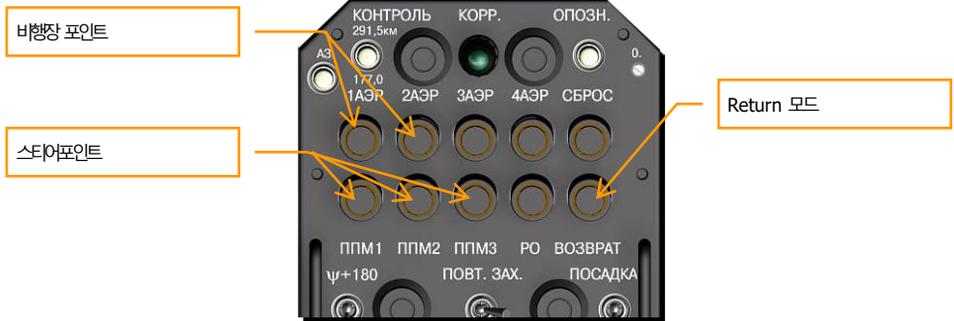
ROUTE 모드에서, 3개의 스티어포인트 버튼들 중의 하나가, 현재 선택된 스티어포인트에 따라 켜지게 됩니다. 선택된 스티어 포인트가 3번보다 높다면, 모든 스티어포인트 버튼들은 꺼지게될 것 입니다.

RETURN 모드에서, 3개의 비행장 포인트 버튼들 중 하나가 켜지게 됩니다.

1AЭP – 이륙 비행장

2AЭP – 착륙 비행장

LANDING 모드에서, 3개의 비행장 포인트 버튼들 중의 하나가 켜지게 됩니다.



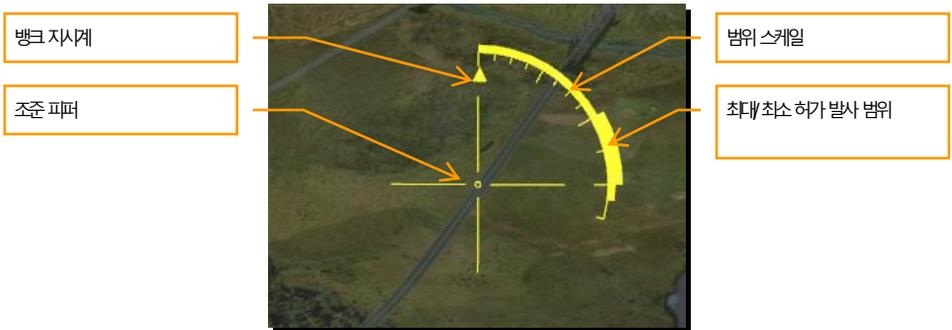
3-49: 단거리 항법 패널

NO TASK 모드에서, 모든 버튼들은 꺼집니다.

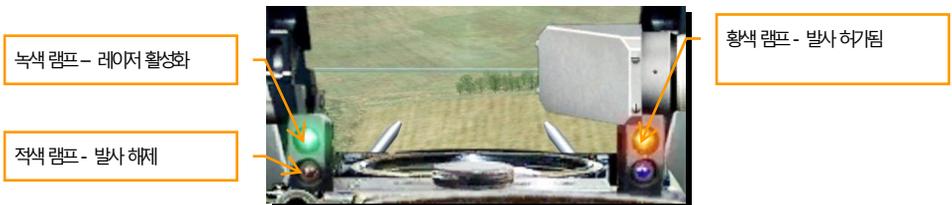
항공기가 콜드 스타트 상태일때, 항법 시스템은 NO TASK 모드가 될 것 입니다.

ASP-17 기총사이트

다른 4세대 항공기와 비교 해 볼 때, Su-25는 HUD 가 부한 편이며 조종사는 콕핏 계기에 의존하여 비행을 하게 됩니다. 그렇지만 Su-25는 무기를 조준하기위한 ASP-17 건사이트가 탑재되어져 있습니다.



3-50: ASP-17 기총사이트 지시



3-51: ASP-17 기총사이트 램프

기총사이트 기호는 꽤 간단합니다. 조준 피퍼인 십자선이 중앙에 보입니다. 십자선의 상단으로부터 시계방향으로 그려진 원호는 Su-25 기수부분에 수반된 "Klyon-PS" 레이저 레인지파인더/목표물 지정장치 의해 측정된 것으로서 십자선에 포인트로 거리를 나타냅니다.

이 원호의 짙은 부분은 현재 선택된 무기를 위한 허용가능한 발사 범위를 나타냅니다. 항공기가 목표물에 접근할때, 범위 원호는 더 짧아지면서 없어지기 시작합니다. 항공기가 허가된 발사 범위에 도달하고 또한 원호의 넓은 부분이 없어지기 시작할때, 기총사이트의 아래에 오른쪽에 있는 오렌지 램프가 켜지면서 발사가 허가됐다는 것을 나타내어 줍니다. 크로스헤어의 상단부분에 있는 작은 삼각형은 항공기의 현재 뱅크 각도를 또한 나타냅니다. 많은 Su-25 무기들의 정확한 조준은 이 뱅크

각도를 0으로 감소시킴으로서 향상될 수 있습니다. (예를 들면, 벅크 지시계가 크로스헤어의 수직 부분과 함께 정렬 되어야 합니다)

장착된 기총사이트의 하단부분에 3개의 램프는 추가 정보들을 제공합니다.

아래쪽 좌측에 위치한 녹색 램프는 "Klyon-PS" 레이저 목표물 지정장치가 활성화 됐다는 것을 나타냅니다.

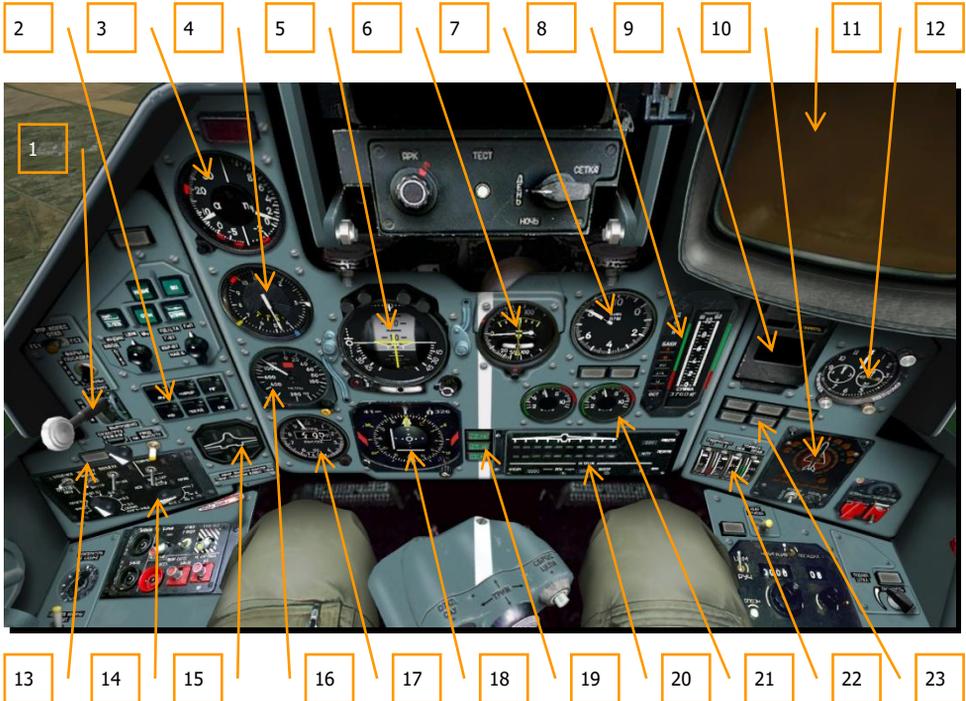
아래쪽 우측에 위치한 오렌지 램프는 무기 발사 또는 투하가 허가 됐다는 것을 나타냅니다.

아래쪽 좌측에, 녹색 램프 아래에 위치한 적색 램프는 항공기가 현재 선택된 무기를 위한 최소 허용 가능한 사용 범위 이내에 접근하고 있다는 것과 공격 진입을 중단하고 다음 번 패스를 준비해야 함을 의미합니다.

레이저 유도 미사일이 선택됐다면, 조준피퍼는 **[L], [I], [A], [M]** 키들로 움직일 수 있습니다.

Su-25T 콕핏 계기들

대부분의 Su-25T 콕핏 계기들은 Su-25것들과 같습니다:



3-52: Su-25T 계기패널

1. 랜딩 기어 컨트롤 레버
2. 오토파일럿 컨트롤 패널 (ACS)
3. 받음각 (AOA) 지시계기 및 가속도계 ("G 미터")
4. 대기속도지시계 (IAS)
5. 자세지시계 (ADI)
6. 수직 속도 지시계(VVI)
7. 회전계 (분당 회전수 또는 RPM)
8. 연료량 지시계

9. "EKARAN" 자가진단 시스템 디스플레이
10. SPO-15 "Beryoza" 레이더 경고 수신기 (RWR) 패널
11. IT-23M 브라운관(CRT) 텔레비전(TV) 화면
12. 항공시계
13. "Sukhogruz" 적외선(IR) 재머 지시계 램프
14. 무기 시스템 컨트롤 패널 (WCS)
15. 플랩, 슬랫, 에어브레이크 및 랜딩기어 설정 지시계
16. 라디오 고도계
17. 기압고도계
18. 수평 상태 지시계 (HSI)
19. 피치, 롤, 요에서 중립(이륙) 트림 지시계 램프
20. 무기 상태 패널
21. 엔진 온도
22. 유압계
23. 경고 램프

무기 시스템 컨트롤 패널

무기 시스템 컨트롤 패널은 좌측 계기패널의 하단 근처에 볼 수 있습니다. 다른 기능들중에서, 이 패널은 무기 투하량 [L^{Ctrl}-Space] 과 투하 간격 [V]을 컨트롤하는데 쓰입니다.



3-53: Su-25T 무기 시스템 컨트롤 패널

무기 시스템 컨트롤 패널은 다음을 포함합니다:

- 각 역할을 가지는 투하 모드 스위치 **ЗАЛП - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - СЕРИЯ КМГУ-МБД** 자유낙하 폭탄용, **0 - ФИКС - ПРОГР** 건포드용.
- 각 역할을 가지는 투하량 스위치 **ПО 1 - ПО 2 - ПО 4 - ВСЕ**.

투하 모드 스위치는 공대지 무기가 투하되는 방법을 컨트롤합니다.

ЗАЛП (SALVO) - 살보에서 모든 무기를 동시에 투하합니다.

0.1- 0.4 - 살보에서 각각의 무기에 무기들 사이에서 초 단위로 간격이 설정된채로 투하됩니다.

СЕРИЯ КМГУ-МБД (SSC-MJM SERIES) - KMGU 자탄 디스펜서와 다중 사출렉(MER)을 위한 특수 투하 모드입니다. KMGU 자탄은 2초 간격으로 투하되고, MER 무장은 투하량스위치 의해 구체화된 전체의 양을 따라서 0.3초간 따로 투하됩니다.

0 - 다이브에서 사격을 위한 보어사이트(항공기 세로축으로 정렬됨) 건포드.

ФИКС (FIX) - 건포트 배럴 디프랙션 각을 수평비행시 기총소사를 위한 고정값으로 설정합니다. 배럴 디프랙션 각도는 **[RCtrl - []** 그리고 **[RCtrl -]]**로 컨트롤합니다.

ПРОГР (PROGR) - 수평비행 시 건포드 배럴 디프레션 각을 기체 내부의 레이저 거리 탐색기에서 지정된 목표에 대해 조준하도록 자동조종 상태에 둡니다.

폭탄 투하량 스위치는 **[LCtrl - Space]** 으로 순환하고 각각의 무장을 트리거 당기면서 투하될 무장의 양을 선택합니다:

ПО 1 - ПО 2 - ПО 4 - ВСЕ (단일 - 복수 - 한번에 4개 - 모두) - 투하될 무장의 양 입니다.

알아두실 것은, 폭탄이 투하됨에 따라 항공기의 밸런스에 문제가 되지 않도록 **ПО 1** 을 선택하여도 무기 스테이션의 바깥쪽의 폭탄이 페어로 투하될 것이라는 점입니다. 기체 안쪽에 있는 4개의 무장만이 개별 투하가 가능합니다.

MERs 는 항상 모든 장착된 무장을 모두 투하시키게 됩니다. Su-25T 의 MERs 로부터 각각의 폭탄 투하를 명령하는 것은 가능하지 않습니다.

내부형 또는 포드형으로된 기총을 사용할때, 투하량 스위치 위치들은 다른 의미를 가집니다:

ПО 1 (FOR 1) - 내부 기총 전용.

ПО 2 (FOR 2) - 단일 페어 건포드 발사용.

ПО 4 (FOR 4) - 모든 건포드 발사용.

건포드가 선택되면, 직선으로 기총소사를 하기 위해선 **ФИКС** 모드 선택하여야 하며, 배럴 편차를 **[RCtrl-=]** 그리고 **[RCtrl--]**으로 컨트롤 할 수 있습니다.

ΠΡΟΡP 모드는 수평 비행시 목표 지점에 건포드 사격을 집중하는데에 쓰입니다. 이를 위해선, 배럴을 [RCtrl=-] 그리고 [RCtrl--]원하는 각도로 낮추는 것이 필요합니다, 레이저 거리 파인더를 - [RShift-O]로 바꿉니다, 항공기를 목표물을 걸쳐서 피퍼를 조준 하면서 기동하고 트리거를 당기고 유지합니다. 기총 배럴이 자동적으로 바로 사격을 시작 할 것이며 목표에 집중하기 위하여 반동을 수직방향으로 컨트롤 하게 됩니다.

자동비행 (ACS) 패널

ACS-8 자동 컨트롤 시스템(ACS or "autopilot")패널은 좌측 계기 패널에 위치해 있습니다. ACS 운용 모드를 나타내며 불이 들어오는 6개의 버튼들이 있습니다.

사용 가능한 ACS 운용 모드는 다음을 포함합니다:

- 항로따라 비행 및 착륙
- 컴벳 스티어링;
- 자세 유지 모드 (현재 피치 및 뱅크를 지속유지합니다);
- 기압고도 유지모드;
- 기압 고도 및 뱅크 각도 유지모드;
- 비상 수평 비행 모드;
- 자동 지형 회피 모드와 함께 레이더 고도 유지 모드;
- 순간 오버라이드(프로그래밍) 모드.



3-54: ACS 패널

자세/고도 유지 모드는 모드가 실행된 순간 해당 자세와 고도를 유지합니다.

"긴급 수평비행", "지형추적" 및 "착륙"을 제외하고 모든 모드에서, ACS 는 뱅크 ± 60 도 그리고 피치 ± 35 도 제한됩니다 . 각 모드에서 제한치에 도달할 때, ACS 는 해제가 되고 항공기는 수동 비행으로 전환 될 것 입니다. ACS 모드는 이러한 제한치를 넘어서는 실행이 되지않습니다.

ACS 는 더 나아가 항공기 계기에 의해 측정된 것으로써, 받음각 15도 그리고 3G 까지 제한됩니다. 받음각이 12도 초과하여 자동비행장치를 실행 시키는 것은 권장되지 않습니다. 만약 받음각이

자동비행장치가 활성화 되고 있는 동안에 12도 이상 초과한다면, 조종사는 속도와 추력을 증가시키기 위해 즉시 스로틀을 올려야합니다.

"순간 오버라이드" 모드는 어떤 오토파일럿 모드에서든 [LAlt-~] 키로 누르고 유지하면 실행이 됩니다. (실기 Su-25T 의 조종 스틱에서 "SAU" 트리거에 상응합니다). 이 모드는 항공기를 수동 조종하는 것을 일시적으로 허가합니다. 보통 희망 자세 또는 고도를 조정하기 위해 사용됩니다. 이 오버라이드 모드는 "컴벳 스티어링" ACS 모드에서 두개의 특징 가지고 있습니다. (더 나아가 "컴벳 스티어링" 모드에 대한 서술은 아래에 보실 수 있습니다.).

[LAlt-9] 누르는 것은 현재 실행된 ACS 모드를 표시합니다. (실기 Su-25T 형의 조종 스틱에서 "OTKL SAU" 트리거에 상응합니다.).

- 루트 추적 모드 - **AY-MAPWUP**. 이 모드는 [A] 또는 [LAlt-6] 키를 누름으로서 "ENROUTE" 또는 "RETURN" 항법 운용 모드에서 선택할 수 있습니다. 이 경우 오토파일럿은 선택된 비행경로 따라 비행합니다.
- 착륙 모드 - **AY-ПОСАД**. 이 모드는 [A] 또는 [LAlt-6] 키를 누름으로서 "LANDING" 항법 운용 모드를 선택하는데, 활주로에 접근중일때, "ENROUTE" 그리고 "RETURN" 항법 운용 모드에서 자동적으로 전환됩니다. 이 "착륙" ACS 모드는 항공기를 글라이드 슬로프 비콘에 유지합니다. ACS 는 지상 고도(AGL) 50미터 까지 하강한 후에 자동적으로 스위치가 꺼집니다. 항공기가 어떤 이유로 인해 글라이드 슬로프 비콘을 벗어난다면, ACS 모드는 "착륙" 에서 "고도유지" 모드로 자동적으로 전환합니다. "착륙" ACS 모드는 일반적으로 고도 100 ~ 200m AGL 부터 수동 착륙을 위해 조종사 의해 해제가 됩니다. 50m AGL 최소치까지 하강한 오토파일럿은 활주로가 안개때문에 잘 안보일 때, 저 시정 상태에서만 사용하길 권고합니다.
- 전투 조향 모드 - **AY-MAPWUP-KB**. 이 모드는 [A] 또는 [LAlt-6] 키 눌러서 선택할 수 있으며, 목표물 또는 지형 포인트가 내장된 "Shkval" 타게팅 시스템에 의해 락온이 되었을 때 선택합니다. 오토파일럿은 락온된 목표물 방향으로 항공기를 움직이기 위해서 뱅크를 사용합니다. 피치 축은 고도 유지에 사용됩니다. "일시 오버라이드" 모드 **AY-MAPWUP** 를 [LAlt-~] 키 눌러서 실행하게 되면, 조종사에게 피치 축을 컨트롤 하는 범위에서 항공기를 조종할 수 있게 해줍니다. - ACS 는 뱅크각 컨트롤을 유지시킵니다. "오버라이드" 모드를 해제시킨 후에 오토파일럿은 항공기를 초기 고도로 돌려놓게 됩니다.
- 고도 유지 모드 - **AY**. 이 모드는 [LAlt-1]누름으로서 선택할 수 있습니다. 현재 피치 와 뱅크 각도를 안정화 시킵니다.

- 기압 고도 및 뱅크 각도 유지 모드 - **AY-KB**. 이 모드는 **[LAIt-2]** 누름으로서 선택할 수 있습니다. 현재 해수면 고도(ASL)와 뱅크 각도를 유지합니다. 수평 선회를 지속시키기 위해서 편리한 기압 고도 및 뱅크 각도 유지 모드입니다.
- 비상 수평비행 모드 - **AY-ПГ**. 이 모드는 **[LAIt-3]**을 눌러서 선택합니다. 비상 수평비행 모드는 어떠한 초기 고도로 부터 항공기를 직선 및 수평비행을 하게 합니다. 초기 뱅크 각도가 ± 80 도를 초과하고 있는 동안에, ACS 컨트롤은 첫번째로 롤을 통제하고 그리고나서 피치를 통제합니다. 뱅크 각도가 ± 7 도 그리고 피치각도 ± 5 도 이내일때, "기압 고도 유지" ACS 모드는 활성화되고 더 나아가 뱅크가 0 으로 감소됩니다.
- 기압 고도 유지 모드 **AY-KB**. 이 모드는 **[H]** или **[LAIt-4]**을 눌러서 선택 합니다. 기압 고도 유지 모드는 현재 기압고도(ASL)를 유지하게 됩니다.
- 레이더 고도 유지 모드 - **AY-KB**. 이 모드는 **[LAIt-5]**을 눌러서 선택합니다. 현재 레이더 고도(AGL)를 유지합니다. 이 ACS 모드에서, "지형 회피" 모드 또한 활성화 됩니다.

"지형 회피" 하위 모드는 이러한 때에 실행 될 수 있습니다.

- 라디오 고도계 의해 측정된 현재의 고도(AGL)가 "기압고도 유지" ACS 모드 초기 값보다 반 정도 더 낮아질 경우, 혹은
- 라디오 고도계 의해 측정된 하강률이 -50m/s 를 초과하는 경우.

할당된 웨이포인트, 글라이드 슬로프 범 또는 락온된 타겟(예를 들면 비행법 전자장비 운용 모드에서)가 없는 경우 오토파일럿을 실행하기위해 **[A]** 키를 누르게 되면, ACS-8패널에 상응하는 푸쉬버튼이 불이 들어오면서 "emergency leveling" 모드로 초기화될 것 입니다.

착륙시 측풍이 10m/s 초과할때, 수동 비행으로 돌리기 위해 100m AGL 보다 낮은 레이더 고도에서 ACS 오토파일럿을 해제시키기는 것을 권고합니다.

"인루트" 그리고 "착륙" 항법 운용 모드에서, "자세 유지" **AY [LAIt-1]** 그리고 "고도 유지" ("기압" **AY-KB [LAIt-4]** 또는 "레이더" **AY-PB [LAIt-5]**) ACS 모드들이 사용 가능합니다. 이 모드들 중의 하나가 실행됐을 때, "루트 추적" 또는 "착륙" ACS 모드를 **[LAIt-1]**, **[LAIt-4]** 또는 **[LAIt-5]**키를 반복적으로 눌러서 순환하며 선택할 수 있습니다.

"지형 회피" 는 "레이더 고도 유지", "기압 고도 유지", or "자세 유지" ACS 모드로 부터 자동적으로 실행됩니다. 또한 "인루트" 그리고 "착륙" 모드는 어떠한 자세 / 고도 유지 상황에서도 선택이 가능합니다. (예를들면, "레이더 고도 유지," "기압고도 유지")

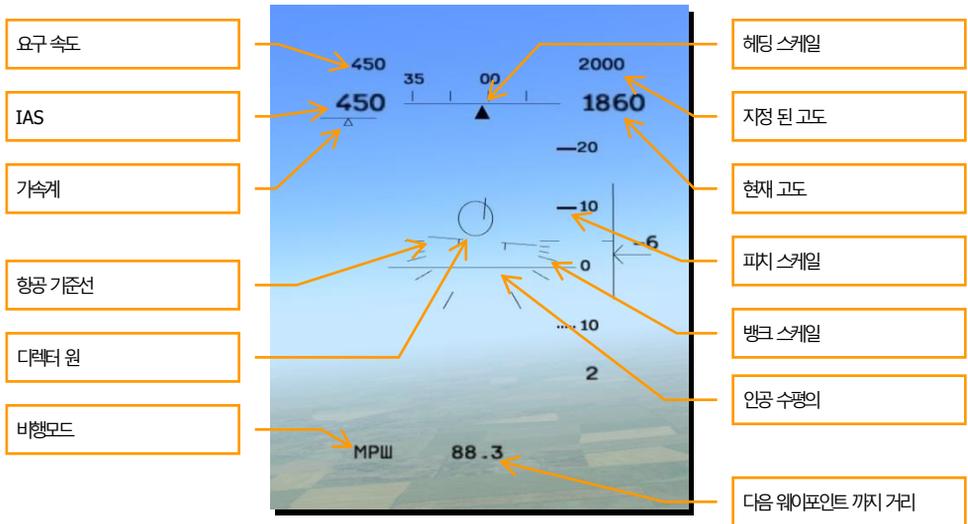
"비상 수평비행" ACS 모드는 **[LAIt-9]** 또는 **[A]**둘 중 하나 눌러서 비활성화시킬 수 있습니다. 그래서 항법 운용 모드에서, "비상 수평" 에서 "루트 추적" ACS 모드로 전환하는 것은 **[A]** 키를 두 번 눌러 주어야 합니다.

"전투 조종" ACS 모드에서, 어떠한 이유로 락온된 목표물 또는 지형 지점을 잃게 되면, 자동적으로 "비상 수평" 모드로 전환하게 됩니다.

HUD 그리고 TV 지시계기 의 운용 모드

기본 HUD 심볼

Su-25T 는 몇가지의 운용 모드를 가지고 있습니다. 헤드 업 디스플레이(HUD) 화면에 표시된 몇가지 기본 기호들은 대부분 모드들에서도 일반적으로 표시됩니다.



3-55: Su-25T 기본 HUD 기호

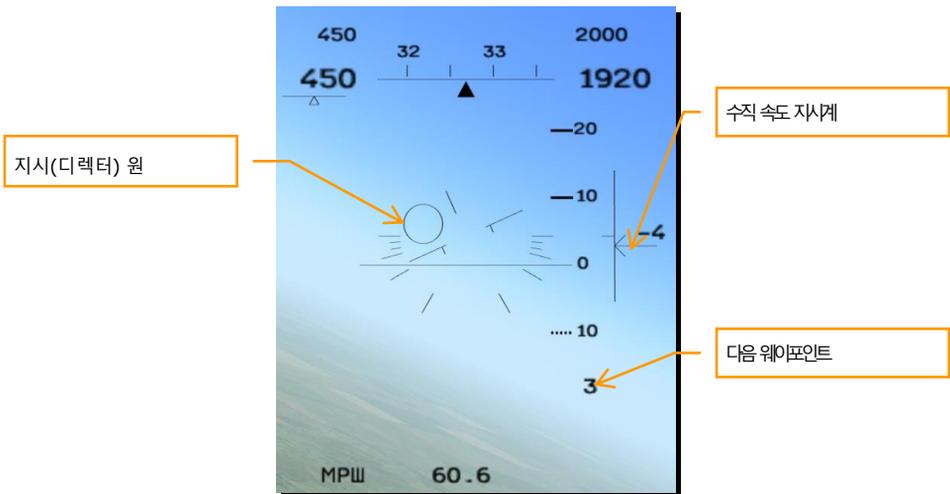
- HUD 중앙에 항공 기준선은 항공기의 뱅크와 롤을 나타냅니다.
- 헤딩 스케일은 HUD 상단에 나타납니다. V 자 마크는 10도 단위로 적혀 있습니다. (예를들면, 숫자 "35" 는 헤딩 350도를 의미합니다).
- 지시 대기 속도(IAS)는 좌측 헤딩 스케일에 있습니다. 다음 웨이포인트를 위한 지정 속도(운용 하위 모드에 따라 다름)는 바로 IAS 위에 보입니다 .
- 가속도계는 막대 스케일과 삼각 마커의 형태로 IAS 아래에 표시됩니다. 중앙 오른쪽에 마커는 가속을 나타내고, 중앙 좌측에는 감속을 나타냅니다.
- 헤딩 스케일의 오른쪽에는 미터 단위로 현재 비행 고도를 나타냅니다. 지상고도(AGL) 1500m 보다 아래인 고도에서, 레이더 고도계는 1m 정확성으로 표시됩니다. 1500m

지상고도 이상에서, 기압고도는 10m 정확성으로 표시됩니다. 다음 웨이포인트를 위한 지정 고도(운용 하위 모드에 의거하여)는 바로 현재 비행 고도 위에 보여집니다.

- 항공기가 지정된 비행 경로에 있을때, 지시 원은 항공 기준선으로 HUD 중앙에 정렬됩니다. 항공기가 지정된 비행 경로로부터 떨어져서 비행하고 있을때, 지시 원은 지정 경로로 되돌아가는 방향을 나타냅니다.
- 피치 스케일은 항공 기준선 오른쪽에 위치해 있습니다. 피치는 HUD 에서 항공 기준선을 참조점 가지고 이 스케일로부터 읽을 수 있습니다.
- 피치 스케일 오른쪽은 수직 속도 지시계(VVI) 가 있습니다. ± 30 m/s 사이로 상승 또는 하강률을 화살표 그리고 숫자 값으로 나타냅니다. 수직 속도가 30m/s 초과할 때에는, 화살표가 제한치에서 멈춥니다.
- 현재 운용 비행 모드는 HUD 좌측 하단에 표시됩니다.
- km 단위로 다음 웨이포인트 까지의 거리는 HUD 아랫쪽에 표시됩니다.

항법 모드

HUD 는 인루트 항법 데이터를 제공합니다. 3개의 항법 하위모드가 있습니다: **MPW (순항)**, **B3B (귀환)**, **POC (착륙)**. 이러한 하위 모드들은 지정 비행 경로 따라서 적절한 지점에서 자동적으로 선택됩니다, 또한 [1] 키를 누름으로서 수동으로 순환 시킬 수 있습니다.

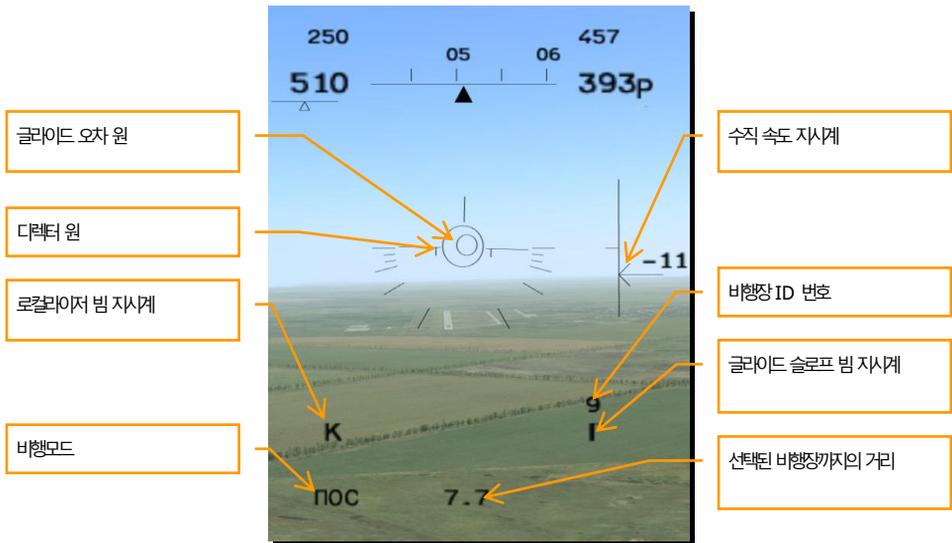


3-56: MPW (순항) 항법 하위 모드

- 이 **MPLW (ENROUTE)** 하위 모드는 HUD 에 나타나는 디렉터 원이 특징적입니다. 디렉터 원은 다음 지정된 웨이포인트까지 방향을 나타냅니다.
- 다음 지정 웨이포인트까지 지정 고도와 속도는 HUD 에서 현재 고도와 속도 위에 표시됩니다.
- 다음 웨이포인트 번호는 피치 스케일 밑의 아랫쪽 우측에 표시됩니다. 다음 웨이포인트까지의 거리는 HUD 하단에 표시됩니다. 지정 웨이포인트에 도달 했을때, 디렉터 원은 한가지 웨이포인트로 따르는 방향을 자동적으로 보여줍니다 그리고 아랫쪽 우측에 웨이포인트 번호는 올라갈 것 입니다.

이 **B3B (RETURN)** 하위모드에서, 디렉터 원은 파일럿에게 활주로 접근 글라이드 슬로프를 인터셉트할 수 있게 유도합니다.

착륙 비행장은 **[LCtrl--]** 키를 누름으로서 순환할 수 있습니다. 비행장 ID 번호는 수직 속도 지시계 밑에, 오른쪽 우측에 표시됩니다. 비행장 컨트롤 타워는 항공기가 활주로에 접근할때, 음성 지시를 제공합니다.



3-57: 착륙 하위 모드

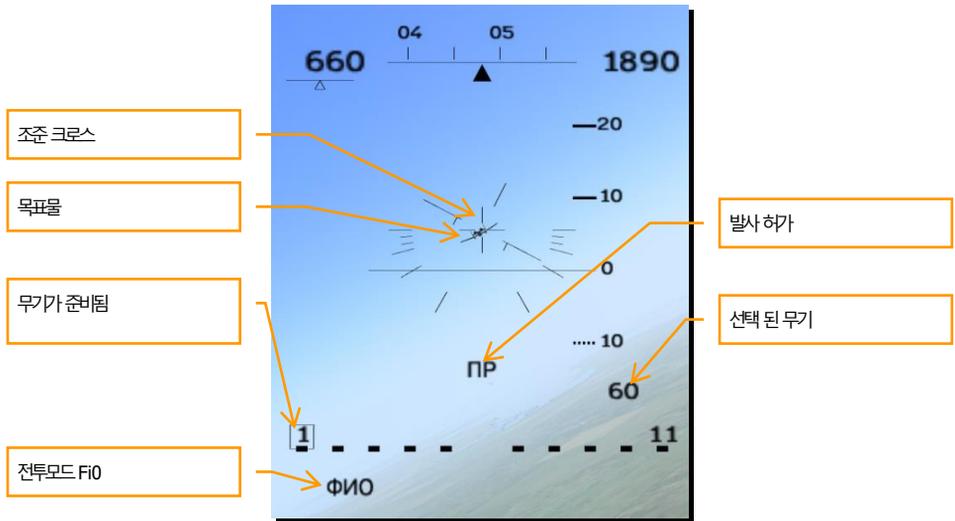
- 이 **POC (착륙)** 하위 모드에서, 글라이드 슬로프 오차 원 HUD 에 표시됩니다. 디렉터 원, 그리고 글라이드 슬로프 원 둘 다 항공기준선 중앙에 위치해 있을때 항공기가 올바른 글라이드 슬로프에 위치 해 있다는 것을 의미합니다.

- 디렉터 원은 조종사에게 올바른 글라이드 슬로프로 인터셉트 할 수 있게 유도합니다. 디렉터 원 그리고 글라이드 슬로프 원이 둘다 항공기준선 둘다 중앙에 위치해 있을때 올바른 접근인 글라이드 슬로프에 있는 것 입니다 .
- "K" 그리고 "r" 는 각각 로컬라이저 그리고 글라이드 슬로프 비콘의 존재를 나타냅니다.

Φi0 (Fi0) - 세로 조준 근접 공중 전투 모드

Fi0 (Phi-Zero)는 적외선 추적(IRH) 미사일 사용을 위한 Su-25T 의 주 "공대공" 전투 모드입니다. 조준원리는 매우 간단합니다 - [4] 또는 [6] 키로 이 모드를 활성화 하자마자, 사용 가능한 R-60 또는 R-73 IRH 미사일이 자동적으로 사용할 수 있게 선택됩니다 그리고 HUD 는 아래의 그림에 보여지는 것과 같이 나타냅니다.

미사일 시커는 미사일 보어사이트 축을 따라서 바로 앞 중앙에 위치한 2도정도의 원뿔 모양의 시야(FOV)내에서 목표물을 탐지합니다. 미사일 시커 FOV 의 중앙에는 HUD 에 조준 크로스로 표시됩니다. 파일럿은 목표물 걸쳐서 조준 크로스를 놓기위해 항공기를 기동함으로써 조준합니다. 미사일 시커가 범위내에 있는지 없는지에 관계없이 목표물을 획득하자 마자 발사가 허가 됩니다. 미사일 시커가 목표물까지 범위를 가늠할 수 없기때문에, 파일럿은 파라미터 내에서 발사가 확실히 이뤄질 수 있도록 발사하기 전에 육안으로 거리를 예측해야만 합니다. (특히 미사일이 목표물을 격추시키기 위한 충분한 에너지가 필요로 하는 추적 요격에서 필요합니다). 700km/h 정도로 비행하는 목표물을 대하여 추적 요격에서, R-60은 1500m 에서 2000m, R-73은 3000m 부터 4000m 사이에서 발사가 가능합니다.



3-58: ΦИ0 (FI0) 세로 조준 모드

- 아랫쪽 좌측 코너에 있는 "ΦИ0" 는 세로 조준 모드를 나타냅니다.
- 조종사는 항공기를 크로스헤어 안으로 목표물을 넣기위해 기동합니다.
- "PI" 는 적외선 추적(IRH) 미사일 시커가 목표물을 락온했다는 것을 나타냅니다.
- 선택된 무기는 아랫쪽 우측에서 피치 스케일 아래에 나타냅니다: "60" R-60 (AA-8 "Aphid")미사일, "73" R-73 (AA-11 "Archer").
- 사용 가능한 무기 그리고 준비 상태는 HUD 하단에 나타냅니다. 무기 스테이션 #1 그리고 11번에 있는 R-60 미사일은 스테이션 1 주변에 사각형으로 깜빡 거림으로써 락온이 되었고 발사 준비되었다는 것을 알려주게 됩니다.

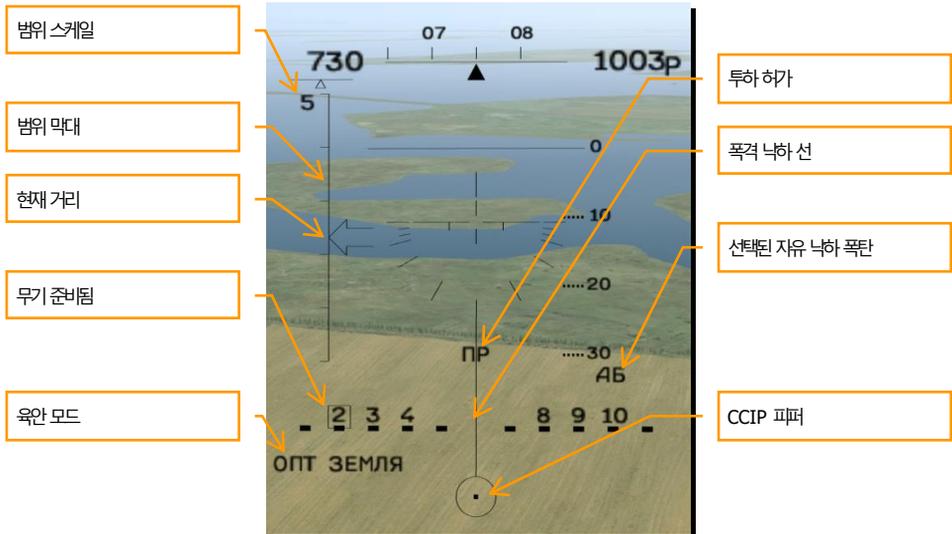
"공대지" 무장 모드

Su-25T 항공기는 많은 유형의 "공대지" 무기들을 사용할 수 있습니다. 이 여러 무기들은 재래식 폭탄, 클러스터 폭탄(CBUs), 유도 폭탄(GBUs), 자탄 살포기, 공중 로켓, 그리고 유도 미사일들을 포함합니다. 현대 정밀 무기들 가령 "Vikhr" 레이저 빔 유도 대전차 미사일, Kh-25ML, Kh-29L, Kh-29T 레이저 - TV 호밍 미사일, KAB-500KR TV 유도 폭탄, Kh-25MPU 그리고 Kh-58 대레이더 미사일을 사용할 수 있는 러시아 공군에서 오직 몇개 항공기들 중의 하나입니다.

자유 낙하 폭격

탄도 궤적의 유형중 하나인 "자유 낙하" 무기들은 모든 "철제" 폭탄들을 포함합니다. 예를 들면 FAB-500, FAB-250, FAB-100, BetAB-500, and ODAB-500, RBK 클러스터 폭탄 그리고 KMGU 자탄 살포기, ZAB-500 소이탄 기타 등등이 있습니다.

지상 목표물 대하여 자유 낙하 폭탄을 사용하기 위해, 조종사는 "ОПТ-ЗЕМЛЯ" (GROUND) 모드를 [7] 으로 활성화 하고 [D] 키로 필요한 자유 낙하 폭탄, 클러스터 폭탄 또는 컨테이너 들을 선택합니다. 이후 폭격 기호가 아랫쪽 좌측 코너에 "ОПТ-ЗЕМЛЯ" 모드 기호가 HUD 에 나타나게 됩니다. 선택된 무기는 모든 자유낙하 무장을 나타내는 "АБ"로써 피치 스케일 아랫쪽 우측 하단에 표시됩니다. 조준과 투하 절차는 모든 자유낙하 무장들이 기본적으로 동일합니다: 조종사는 항공기를 목표물에 걸쳐서 지속 계산 폭격 지점(CCIP) 피퍼 위에 놓기위해서 기동합니다 그리고, 모든 투하 기준이 만족됐을때 HUD 에 표시된 "Launch Authorized" 신호에 반응하여 트리거를 당깁니다 .



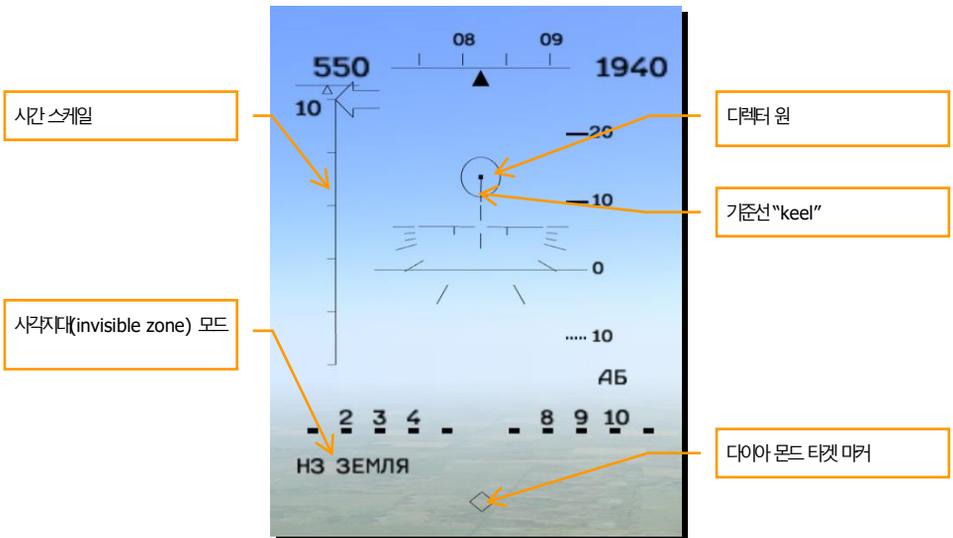
3-59: 자유 낙하 폭격 모드 (CCIP)

- 지속 계산 폭격지점(CCIP) 피퍼는 HUD 하단 근처에 다음 폭탄의 충돌 지점을 나타냅니다.
- 충돌 지점으로부터 확장되는폭격 낙하선 본래의 피퍼로부터 수직 지상 축을 나타냅니다.
- 자유 낙하 무장은 피치 스케일 밑에 "АБ" 로 표시됩니다.
- "발사 승인"은 모든 1차 투하 조건들, 예를들자면 범위, 고도, 속도 등을 만족하고 그리고 무기가 안전하게 투하할 수 있다는 것을 의미 합니다.

- 아랫쪽 좌측 코너에서 "ОПТ ЗЕМЛЯ" 는 육안 폭격 모드를 의미합니다.
- 사용 가능 무기 그리고 무장 준비 상태는 HUD 의 하단에 표시됩니다. 그림. 3-59 는 공중 폭탄이 2번째, 3번째, 4번째, 8번째, 9번째, 10번째 하드포인트에 매달려 있다는 것을 나타내어 줍니다. 하드 포인트 2에 틀이 맞춰진 점멸하는 사각형은 해당 무장이 준비됐다는 것을 의미합니다.

고항력의 무장이나 몇몇의 클러스터 내장폭탄등의 경우에는 투하 각도가 매우 꺾이게 되면서, 비행기가 하강을 하는 어떠한 각도에서도 CCIP 의 피퍼가 HUD 밑에 놓이게 되어 보이지 않을 수 있습니다. 이러한 경우에는 지속 계산 투하지점 또는 "사각 지역" 이라고 불리는 폭격 모드를 CCIP 를 대신하여 사용할 수 있습니다.

CCRP 모드에서, 피퍼는 HUD 의 밑 부분의 아랫쪽 모서리에서 보입니다. 조종사는 목표물에 피퍼를 놓기위해 기동한 후, 트리거를 누른 채 유지합니다. 피퍼가 목표물을 표시하기 위한 고정된 다이아몬드 모양이 됩니다. 디렉터 원은 조종사가 투하지점으로 조종하는 것을 돕기위해 HUD 부분의 상단 반쯤에 나타납니다. HUD 에서 항공 기준선 기호의 "keel" 의 끝부분은 디렉터 원의 중앙으로 정렬이 유지 되어있어야합니다. 조종사는 폭탄이 자동적으로 투하 되기전까지 트리거를 누른채 비행합니다



3-60: 자유 낙하 폭격 "Invisible zone" ("H3" or CCRP)

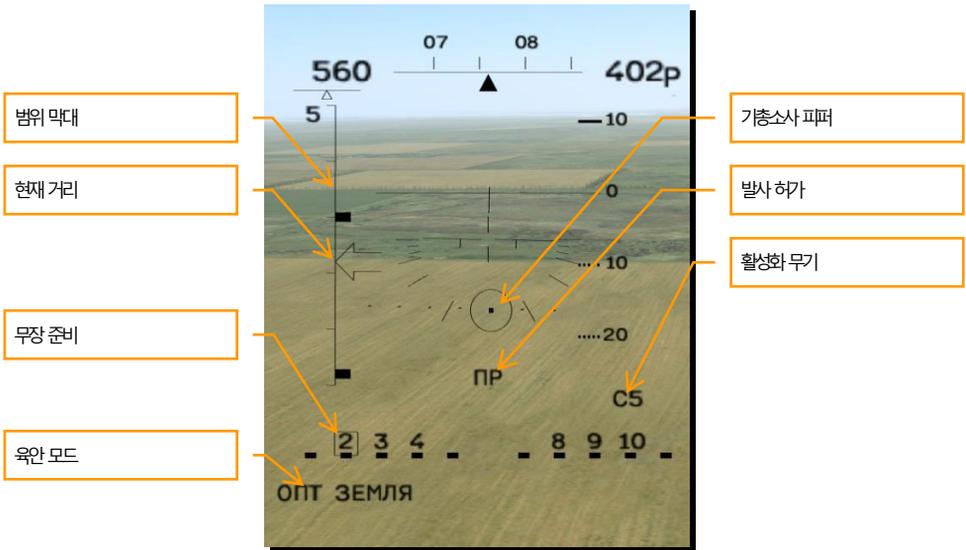
HUD 좌측면 범위 막대는 자동 폭탄 투하전에 남아있는 수 초의 숫자를 나타내는 시간 스케일이 됩니다. 투하전 남아있는 시간을 나타내는 화살표는 10초 전 까지는 움직이지 않습니다. 성공적인

자동 투하를 위해서는 엄격하게 지정된 비행 경로를 따라주어야 합니다. 또 항공 기준선의 끝부분 "keel" 은 디렉터 원 중앙에 반드시 유지되어야만 합니다. 남아있는 시간이 0으로 떨어질때, 폭탄이 투하되게 되며, 이후 조종사는 트리거를 놓아도 됩니다.

기총소사 모드

"공중 로켓" 이라는 단어는 보통 비유도 로켓과 센서가 부족한 미사일들을 묘사할 때, 그리고 발사후 통제를 벗어나는 무장을 의미합니다. 이러한 것들은 UB-32 발사기에 장착되는 S-5 로켓, B-8 발사기의 S-8 로켓, UB-13에 S-13, S-24, S-25 헤비 로켓을 포함합니다. NPPU-8이 내장된 Su-25T 은 200발의 탄알집이 있는 Gsh-20 30mm 트윈 배럴 캐논을 포함합니다.

로켓은 "ЗЕМЛЯ" (GROUND) 모드 [7] 으로 활성화하면서 사용하고 [D] 키로 원하는 로켓 선택한 후 사용할 수 있습니다.

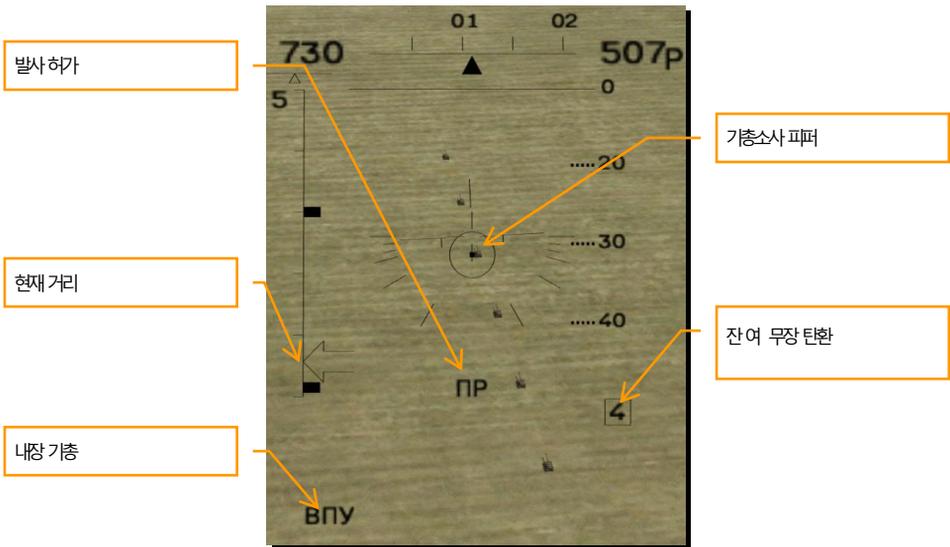


3-61: 로켓 소사 모드

- 항공 기준선 기호 밑에 피퍼는 로켓 충돌 지점을 의미합니다.
- 로켓의 선택된 유형은 피치 스케일 아래에 표시됩니다. 위의 수치는 S-5 로켓을 위한 "C5" 기호가 표시되어져 있습니다.
- 선택된 유형의 사용 가능한 무기는 HUD 하단에 표시됩니다.
- **ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUAL GROUND)** 모드는 아랫쪽 좌측 코너에 표시됩니다.

로켓을 사용하기 위해서, 조종사는 육안으로 목표물을 탐지하고 목표물을 피퍼에 놓은 후 각도가 크지 않게 하강 기동을 합니다. V자 화살표가 상단의 까만색 사각형에 도달했을 때 최대 발사 가능 거리라는 것을 의미하는 것이며 "발사 허가"가 HUD에 표시됩니다.

내장된 기총(내부 캐논)을 사용하는 것은 같은 절차를 이용할 수 있습니다. 기총은 "ОПТ ЗЕМЛЯ" (VISUAL GROUND) 모드 [7] 그리고 캐논은 [C]키로 활성화 하여 선택할 수 있습니다.



3-62: ВПУ (내부 캐논) 캐논 소사 모드

- 탄알 충돌 지점을 알려주는 소사 피퍼는 항공 기준선 아래에 나타납니다.
- 잔여 탄약량은 피치 스케일 바로 밑에 표시됩니다. 꽉 채운 탄창은 "4"로 표시되고, 마지막 1/4 정도 남아있는 탄창은 "1"로 나타냅니다.
- "ВПУ" 내부 캐논 모드는 아랫쪽 좌측 코너에 표시됩니다.

내부 캐논을 사용하기 위해서, 조종사는 목표물을 육안으로 탐지하고 목표물을 피퍼에 놓으면서 각도를 줄여 하강 기동을 합니다. 범위 막대에 있는 V자 화살표가 상단의 까만색 상자에 도달했을 때 최대 발사 가능 범위라는 것을 의미하며 "발사 허가"가 HUD에 표시됩니다.

정밀 타격

정밀 "스마트" 무기는 "Vikhr" 레이저 빔 유도 대전차 유도 미사일, Kh-25ML 그리고 Kh-29L 레이저 유도 미사일, Kh-29T TV 호밍 미사일 그리고 KAB-500KR TV 유도 폭탄 등을 의미합니다. TV 유도 방식을 사용하는 폭탄과 미사일은 자체적으로 그리고 발사후 발사 기체로부터 지원을 받지 않기 때문에 "파이어 앤 포겟"이 가능합니다. 레이저 호밍 및 레이저 빔 미사일의 경우, 미사일이 목표물에 도달하는 총 비행시간(TOF) 동안 지속적으로 내장된 레이저로 목표물을 비추어 주어야 합니다.

정밀 무기 사용은 내장된 I-251 "Shkval" (TV 주간 전용) 또는 포드 형태의 "Mercury" (야간 운용을 위한 LLTV) 타겟팅 시스템을 이용하여 발사할 수 있습니다. 각각의 시스템으로부터 이미지는 Su-25T 컨트롤 패널의 상단 우측 코너에 있는 IT-23M TV 화면에 표시됩니다

정밀 무기들은 "ЗЕМЛЯ" (GROUND)모드 [7] 으로 선택한 이후 내장된 "Shkval" [O] 또는 포드로된 "Mercury" [RCtrl-O] 시스템을 활성화 함으로써 사용할 수 있습니다. HUD 밑에는 선택 된 무기의 스테이션이 숫자로 표시됩니다.

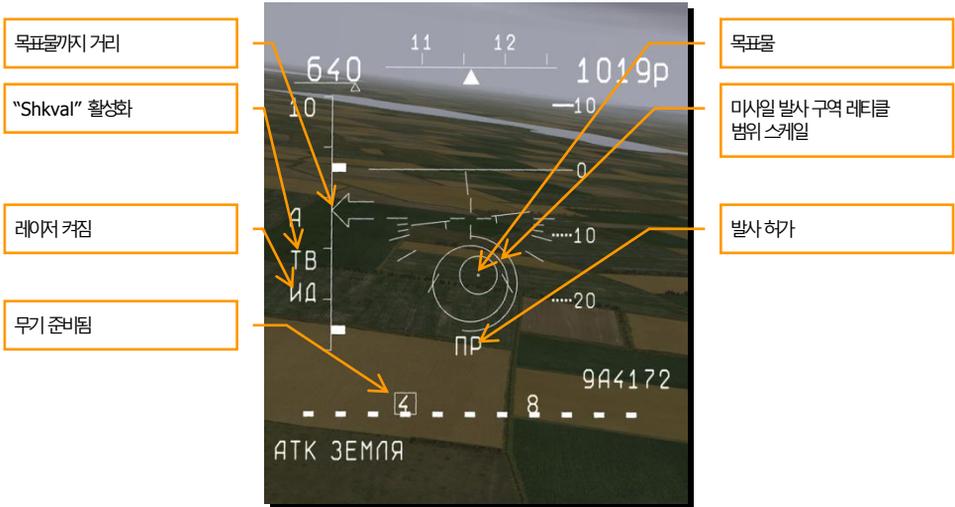


3-63: "Shkval" 또는 "Mercury" 타겟팅 시스템 HUD

- HUD 중앙에 원형의 레이저 커서는 TV 화면에 보여지는 광학 시각의 중앙을 나타냅니다, 그리고 [L], [J], [V], [E] 키들로 움직임(슬류)이 가능합니다.

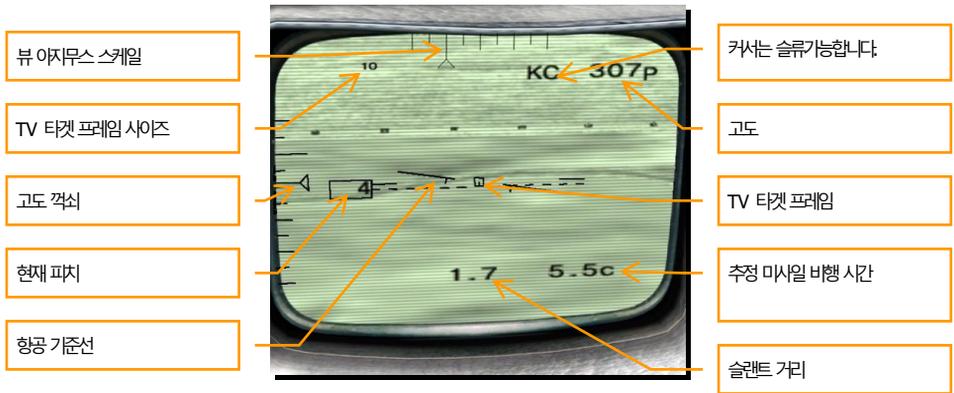
- **TB** (TV)는 "Shkval" 타겟팅 시스템이 활성화중이라는 것을 알려주며, 좌측의 범위 막대에 표시됩니다. (**HTB** (LLTV) 는 "Mercury" 시스템이 활성화중이라는 것을 나타냅니다.)
- 선택된 무기는 피치스케일 밑에 표시됩니다. 그림의 기호는 선택한 무기가 9A4172 "Vikhr" 대전차 미사일이라는 것을 알려주고 있습니다. Kh-25ML (AS-10 "Karen") 미사일은 25MЛ, Kh-29L (AS-14 "Kedge")는 29Л,로 Kh-29T (AS-14 "Kedge")는 29T 으로, 그리고 KAB-500KR 는 500Kp 로 표시됩니다.
- 사용가능한 무기와 준비상태는 HUD 하단에 표시됩니다.
- **ЗЕМЛЯ** (GROUND) 모드는 아랫쪽 좌측 코너에 표시됩니다.

타겟팅 시스템 활성화한 후에, 광학 센서 시야(FOV)로 **[J], [I], [O], [E]** 키로 슬류하면서 목표물을 확보할 수 있습니다. 이미지는 TV 화면에 보여집니다 HUD 에서 레이저 커서는 광학 센서 FOV 와 함께 움직일 수 있습니다.



3-64: ATGM 운용

타겟팅 시스템을 활성화 하게 되면, 타겟팅 및 자세 정보와 더불어 TV 카메라의 이미지가 TV 에 표시됩니다:

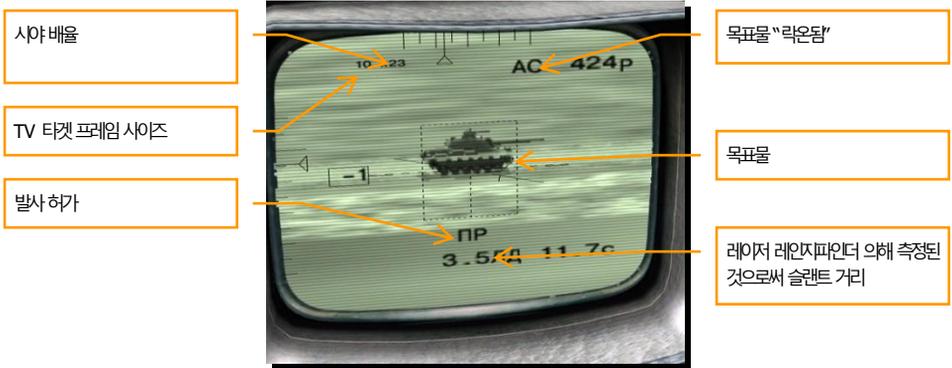


3-65: "Shkval" 시스템을 통해서 목표물 확보할 때의 IT-23M TV 화면

- 예상되는 목표 크기에 따라 크기가 달라지는 TV 타겟 프레임이 화면의 중앙에 표시됩니다.
- 예상 목표 크기(미터)에 해당하는 TV 타겟 프레임 크기가 왼쪽 상단 구석에 표시됩니다. 위의 그림에서 예상 타겟 크기는 10m 로 입력 되었습니다. 장갑차의 크기는 약 10 미터, 항공기는 10 ~ 60 미터, 배 및 건물은 보통 60 미터 정도로 설정 해 주어야 합니다. 커서의 타겟이 예상 목표 크기의 5 미터 이내 인 경우에만 타겟이 자동으로 락 됩니다. (다만 60 미터보다 커서 최대 한계 60 미터의 설정으로도 락이 되는 타겟은 제외). 예상 타겟 크기 및 커서 크기는 [RCtrl-+] 및 [RCtrl-]로 조정할 수 있습니다. 화면의 상단 그리고 좌측 모서리 끝부분에 걸쳐있는 것은 각각 이지무스와 엘리베이션 스케일입니다. 현재 보여지는 이미지의 보는 방향은 삼각 마커에 표시됩니다. 상단 이지무스 스케일은 -40도에서 +40도까지 입니다. 좌측의 엘리베이션 스케일은 +20도에서 -90도까지 확장됩니다.
- 항공 피치는 엘리베이션 스케일의 우측에 표시됩니다.
- HUD 에 보여지는 것과 유사한 항공 기준선은 TV 화면의 중앙에 것과 똑같습니다. 기준선은 머리를 숙여 타겟팅 임무 수행하고 있는 동안, 항공기 뱅크등의 정보를 조종사에게 알려줍니다.
- 지상고도로 표시되는 항공 고도는 디스플레이의 우측 상단 코너에 라디오 고도계로 표시됩니다.
- 라디오 고도의 좌측, 화면의 상단에 KC 는 뷰 움직임을 수동 통제하고 있고 아무 목표물이 아직 락온이 되어있지 않다는 것을 나타냅니다.
- 초 단위로 목표물까지 추정 미사일 비행시간(TOF)은 아랫쪽 우측 코너에 표시됩니다. 미사일이 발사된 후에, 이 숫자는 무기가 목표물을 타격할 때 까지의 남아있는 시간을 나타냅니다.

- 레이저 거리 측정기에 의해 측정된 목표물까지의 직선 거리는 킬로미터 단위로 화면 하단에 표시됩니다.

목표물을 확인한 후, 조종사는 레이저 커서를 목표물에 위로 움직게 되면, 타겟팅 시스템은 자동 락온을 시도합니다. 목표물을 식별하는 데 도움을 줄 수 있도록, TV 카메라 시야(FOV)를 23배율 (0.73x0.97 도) 또는 중간 값 8배율로 확대시킬 수 있습니다. 시야 배율은 3단계로 [+] 그리고 [-] 키로 컨트롤할 수 있습니다.



3-66: IT-23M TV 디스플레이; 운용중인 내장된 "Shkval" 시스템으로 락온 된 목표물

공격할 목표물을 식별 한 후에, 조종사는 필요한 무기를 선택할 수 있고 HUD 에서 최대 발사 거리 스케일을 확인할 수 있습니다. 목표물까지의 거리와 다른 발사 기준이 만족됐을 때, 조종사는 TV 유도방식 무장 발사를 위해 트리거를 당기기만 하면 됩니다. (예를들면, Kh-29T 미사일, KAB-500Kr 폭탄들). 이에 반해 레이저 유도방식 무장들을 위해서는 (예, Kh-25ML, Kh-29L 그리고 "Vikhr" 미사일) [RShift-O]키를 누름으로서 레이저 타겟 일루미네이터를 먼저 활성화 합니다 .

- 현재 배율 수준은 예상 타겟크기 옆, 좌측 상단 코너에 표시됩니다.
- 라디오 고도 옆에 상단 화면의 AC 는 목표물이 락온되었다는 것을 의미합니다. 타겟팅 시스템은 목표물과 항공기 운동에 대해 목표물에 포인트를 유지할 수 있도록 이지무스 ±35도 짐벌 제한과 +15도에서 -85도까지 엘리베이션내에서 자동적으로 보정을 시도하여 시야 방향을 맞추어 줄 수 있습니다. 항공기 세로축에 평행한 보어사이트 방향은 도달한 엘리베이션 스케일에서 긴 V 자 마크와 이지무스 스케일에서 중앙 V 자 마크를 의해 나타냅니다.
- ЛД (LASER)는 레이저 레인지 파인더가 활성화중인 것을 나타내며, 직선 거리는 화면 하단에 보여집니다.
- "Launch Authorized" 는 화면 하단 근처에 직선거리 위에 표시됩니다.

레이저 유도 미사일이 목표물에 맞추고난 후에는, 냉각을 위해 레이저를 비활성화 시키는것이 필요합니다. 레이저는 타겟 일루미네이션 모드에서 고출력을 발생시키기 때문에 한정된 시간 동안만 작동할 수 있습니다. 필요한 냉각 시간은 레이저가 목표물을 비추기 위해 작동되고 있었던 시간과 대략 동등합니다. 레이저는 최대 허용가능한 온도에 도달한 후에 자동적으로 꺼집니다. 비행 시마다 20분을 초과하여 레이저를 사용하는 것은 권고되지않습니다. 이를 초과하면 이 제한이 레이저를 손상시킬 수 있습니다. 이 **ЛД** 기호는 레이저가 냉각하는 동안 깜빡이게 됩니다.

"Vikhr" 미사일은 목표물 타격 가능성을 증가시키면서 각각의 미사일 사이에 짧은 딜레이 가지고 발사할 수 있습니다. 초음속의 "Vikhr" 미사일은 다중 목표물에게 싱글 패스로 공격할 수 있습니다.

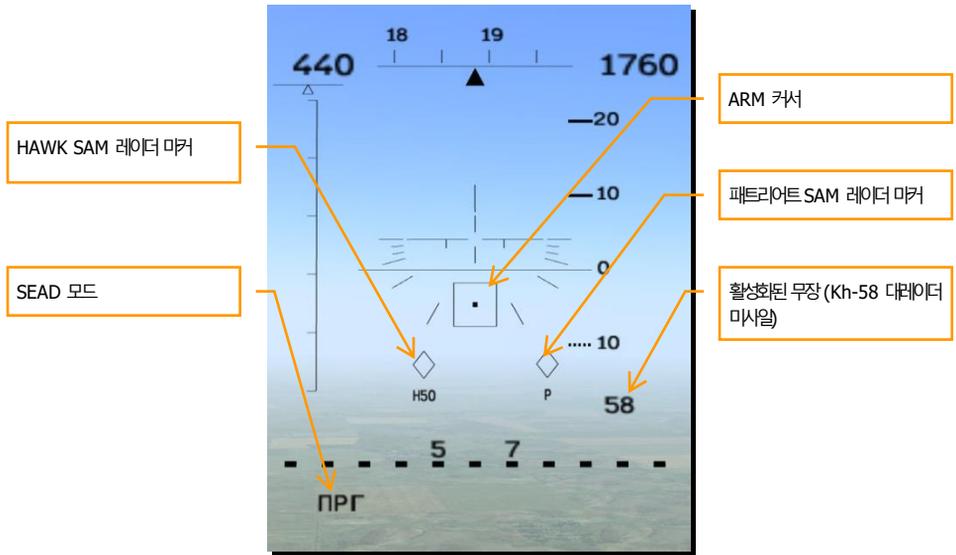
"Vikhr" 미사일은 또한 기동성이 낮은 헬기 등이나 이륙 그리고 착륙하는 비행기에 사용할 수 있습니다. 목표물 확보를 위한 절차는 킬 가능성이 많이 낮다는 것을 제외하고는 지상 목표물 확보하는 방식과 동일합니다.

적 방공망 제압 (SEAD 모드)

Su-25T 항공기는 지대공 미사일(SAM) 수색, 추적 그리고 목표물 조명 레이더등을 포함한 다양한 무선 송출기 목표물들 대하여 Kh-25MPU 그리고 Kh-58 대레이더 미사일(ARMs)을 사용할 수 있습니다. 무선 송신기는 넓은 주파수 대역에서 작동하기 때문에 모든 송신기를 모든 ARM 대상으로 지정할 수있는 것은 아닙니다. 예를들면, 대부분의 대레이더 미사일들은 단거리용으로 고 주파수 레이더를 사용하는 대공포 차량(AAA) 대하여 공격하도록 디자인 되어있진 않습니다. ARM 특성 및 사용할 수있는 대상에 대한 자세한 내용은 6 장, "러시아 공군 공대공 무기"를 참조하십시오.

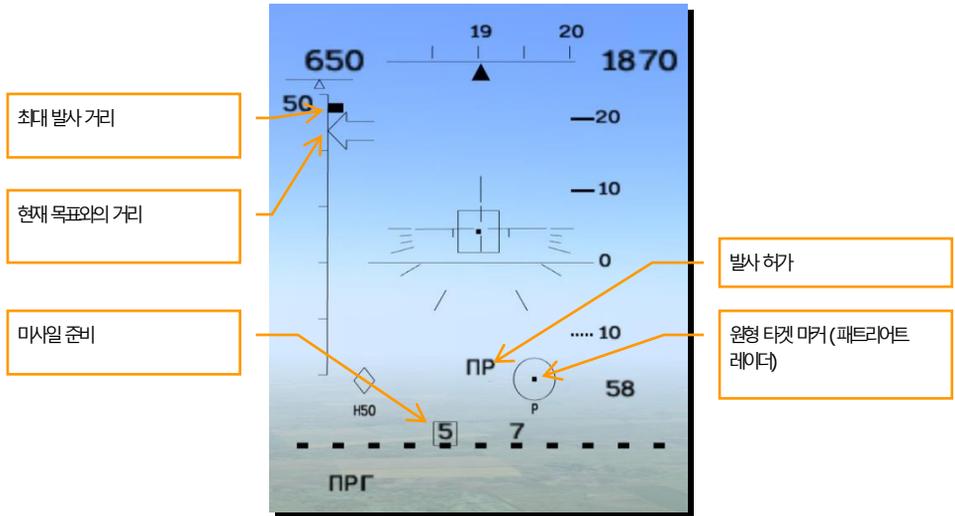
대레이더 미사일은 Su-25T 항공기 중앙부 (hardpoint # 6) 아래에 L-081 "판타즈마고리아" ARM 제어 포드를 탑재해야 합니다.

대레이더 미사일은 **ЗЕМЛЯ** (GROUND)모드 **[7]** 를 선택함으로써 사용할 수 있고 **[1]** 키로 수동으로 레이더 탐지를 활성화 시킴으로써 사용할 수 있습니다. 조종사는 목표물 레이더 전파 방출체 향해 항공기를 움직이기 위해서 SPO-15 "Beryzoa" 레이더 경고 수신기에 대한 지시따르면 됩니다. 목표물이 ±30도 스캔 구역에 진입했을때, 다이아몬드 타겟 마커가 HUD 에 나타납니다. 만약 현재 선택된 무기가 탐지된 목표물을 락온하고 공격을 할 수 있다면, 유형 지시계는 아래 타겟 다이아몬드에 나타납니다. HUD 는 아래 그림에 보이는 것과 같이 나타납니다.:



3-67: 적 방공망 제압 (SEAD) 대레이더 모드 HUD

- 항공 기준선 밑에 사각형 모양의 대레이더 미사일(ARM) 커서는 **[J], [I], [O], [L]** 컨트롤 키들로 원하는 목표물을 걸쳐 움직일 수 있습니다.
- 선택된 무기 (58는 Kh-58을 의미)는 피치 스케일 밑에 나타납니다.
- SEAD 모드 (PRG "대레이더 시커")는 아랫쪽 좌측에 나타납니다.
- HUD 에서 다이아몬드 마커로서 목표물이 나타납니다. 현재 선택된 무기를 이용하여 락온할 수 있고 공격할 수 있는 목표물들은 타입 지시계로 표시됩니다. - P "Patriot" 샘 레이더 대한 것, H50 "HAWK" SAM 레이더 대한 것, etc.



3-68: ARM 으로 락온된 목표물과 함께 SEAD HUD

타겟 마커가 HUD 에 보일 때, 조종사는 공격할 목표물을 지정합니다. ARM 커서는 [J], [I], [U], [L] 키들로 공격하고싶은 타겟 위로 움직입니다. 그런 다음 [Enter]키 누르게 되면 락온됩니다. 락온이 되었다면 타겟 다이아몬드는 원형 마커가 됩니다. 거리 막대는 목표물까지 현재 거리를 나타내는 화살표와 최대 발사 거리를 나타내는 검정 사각형이 표시되어져 있습니다.

- 최대 무장 발사 거리는 범위 막대에 검정색 사각형으로 표시됩니다.
- 목표물까지 현재 거리를 표시하는 화살표는 화면의 좌측면에서 범위 막대를 따라 움직입니다 .
- 전파를 방출하는 목표물이 선택되어졌을때, 다이아몬드 타겟 마커는 원형으로 됩니다.
- 모든 발사 기준이 만족되어졌을때, "Launch Authorized" 명령이 표시됩니다.
- 무기 스테이션 #5 주위에 깜빡이는 직사각형은 미사일 발사 준비가 되었다는 것을 가리킵니다.

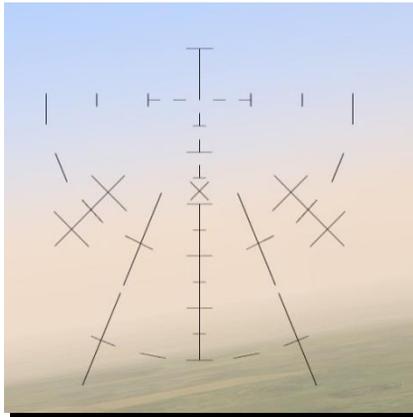
모든 발사 기준이 만족되어졌을때 "Launch Authorized" 가 나타납니다, 그리고 조종사는 무기를 발사하기기위해 트리거를 당기면 됩니다.

고정 레티클 사이트

"reticle" 는 보조 모드입니다, 메인 타겟팅 시스템이 손상되거나 정확한 거리 데이터가 사용 불가능할 경우에, 종종 기총발사를 위해 사용됩니다. 레티클은 두개의 축을 따라 보정 된 스케일이 있습니다. 이것은 미리 테스트하고 알려진 무기의 탄도 특성 및 현재 비행 매개 변수와 함께 조준하는 데 사용됩니다. 레티클 중앙은 항공기 세로축으로 정렬됩니다.

고정되거나 "정적인" 레티클은 [8] 키를 누름으로서 어떠한 전투 모드에서도 불러올 수 있습니다. 현재 모드는 변경되지 않지만, HUD 는 정적 레티클으로 교체될 것 입니다. 조종사는 레티클을 [8] 키로 켜고 끌 수 있습니다.

레티클 모드에서 조준 보정은 조종사가 공격하고싶은 목표물을 걸쳐서 예상된 무기 타격 지점을 놓기 위해 항공기를 기동하면서 이뤄집니다. 십자선은 필요한 각도를 계산하여 표적 위에 위치합니다. 대포 로켓 또는 기총 사격은 200-400 미터 범위에서 사용됩니다.



3-69: 레티클 사이트



4

미국 항공기의 조종석 계기

미국 항공기의 조종석 계기

F-15C 조종석 계기

F-15C 는 공중제압용 전투기입니다. 그렇기 때문에, HUD의 바로 아래쪽에 있는 TEWS 디스플레이와 레이더 지시기 주변에 조종석 계기들이 집중되어져 있습니다. 이러한 계기 패널의 아래쪽에는 엔진 컨트롤, 항법, 무장상태, 연료량과 대응책 등의 계기로 구성되어져 있습니다.



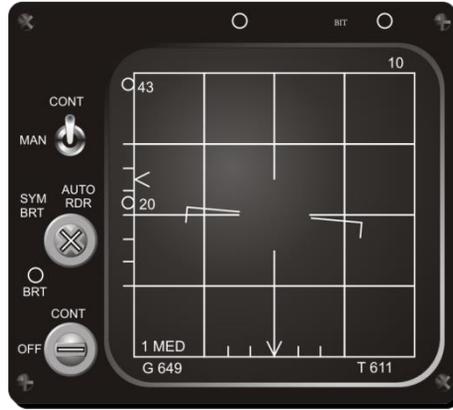
4-1: F-15C 계기 패널

1. 다기능 컬러 디스플레이 (MPCD)
2. IAS 그리고 마하 미터
3. 수직 상황 디스플레이 (VSD)

4. 자세 지시계 (ADI)
5. 수직 속도 지시계 (VVI)
6. 고도계
7. 팬 터빈 내부 온도 지시계 (FTIT)
8. 엔진 타코미터
9. TEWS 디스플레이 유닛
10. 연료량 지시계
11. 채프, 플레어 라이트
12. 랜딩 기어 컨트롤 핸들
13. 랜딩 기어 위치 지시계
14. 받음각 지시계
15. 가속계
16. 수평 상태 지시계 (HSI)
17. 시계
18. 엔진 연료 소모량 지시계
19. 엔진 배출 노즐 위치 지시계
20. 조종석 압력 고도계
21. 경고등 패널

수직 상황 디스플레이 (VSD)

"레이더 스코프" 라고도 불리는 이 수직 속도 지시계 (VSD)의 경우 계기 패널의 좌측 상단에 위치해 있습니다. 이 VSD는 기체 전방의 공중 상황에 대해 보여주고 있으며, 레이더에 의해 탐지된 다른 기체들의 상세한 정보를 보여줍니다. 이 레이더 사용에 대한 자세한 정보는 해당 챕터에서 다루고 있습니다.



4-2: VSD

TEWS 디스플레이 유닛

TEWS (Tactical Electronic Warfare System)는 계기 패널의 우측 윗 부분에 위치하고 있습니다. 여기에는 당신의 기체를 향해있는 레이더의 정보를 보여주게 됩니다. 여기에 표시되는 정보는 레이더 타입, 방향에 대한 심볼을 나타내며, 또한 자체 보호용 재머 활동도 보여줍니다. TEWS 작동에 대한 자세한 정보는 해당 챕터에서 다루고 있습니다.

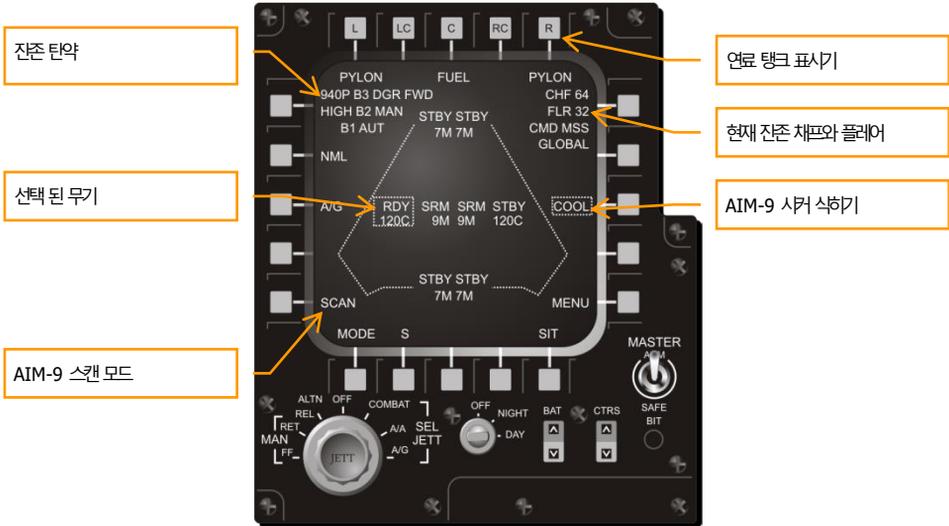


4-3: TEWS

다기능 칼라 디스플레이 (MPCD)

무장 컨트롤 패널

무장 컨트롤 패널은 계기 패널의 좌측 하단부에 위치 해 있으며, 현재 무장의 상태, 대응책과 외부 연료 탱크 정보등을 보여주게 됩니다.



4-4: 무장 컨트롤 패널

디스플레이의 윗 부분에는 외부 연료 탱크의 수량이 나타나 있습니다. "L", "C" 그리고 "R" 표시기는 좌측, 중앙, 우측의 외부 연료탱크의 유무를 "wet points" 로 표시합니다. 만일 연료탱크가 탑재되었다면, "FUEL" 표시가 나타나며, 연료 탱크가 탑재되지 않았다면, "PYLON" 표시가 보입니다.

디스플레이의 좌측에는, 기체에 있는 내부 기총의 상태가 보여집니다. 표시기의 아래에는 현재 남아있는 기총의 수량이 보입니다. 실제 기총을 발사하게 되면 10 단위로 수량이 줄어들게 됩니다.

SCAN 표시의 경우 AIM-9이 선택되었고, SCAN 모드로 동작하게 됨을 알려줍니다. 무장 발사 섹션에서 이 모드를 어떻게 사용할 수 있는지에 대해 더 많은 정보를 찾으실 수 있습니다.

디스플레이의 우측에는 무장 준비상태와 현재 남아있는 플레어와 채프의 수량이 나와 있습니다. "CHF" 그리고 "FLR" 표시가 각각의 잔존수량을 표시합니다. 기체에는 64개의 채프와 32개의 플레어 카트리지가 탑재가 가능합니다.

"COOL" 표시의 경우 AIM-9의 준비 상태를 파일럿에게 알려줍니다. 마스터 암 스위치가 ARM 위치에 놓이게 되면, COOL 표시에 사각형이 생기게 됩니다. 만일 마스터암 스위치가 "SAFE" 위치에 있을 경우 이 사각형이 사라지게 됩니다.

디스플레이의 중앙에는, 탑재되어져 있는 미사일과 준비상태가 보여지게 됩니다. 기체에는 총 8개의 외부 무장 스테이션이 있는데, 4개는 기체의 중앙에 있고, 각 날개에 2개씩의 무장 스테이션이 있습니다. "공대공" 미사일은 두 개의 카테고리로 나뉘어 지게 됩니다. AIM-9의 종류는 SRM(단거리 미사일) 표시로 나타나며 AIM-7과 AIM-120 종류는 MRM(중거리 미사일)로 표시됩니다. 각 미사일의 타입과 상태는 각 파일런과 매칭되어 보여지게 됩니다.

만일 MRM 타입을 선택한다면, 선택된 미사일의 스테이션에는 "RDY"라고 표시되며 다른 타입의 미사일들은 "STBY"라고 표시됩니다.

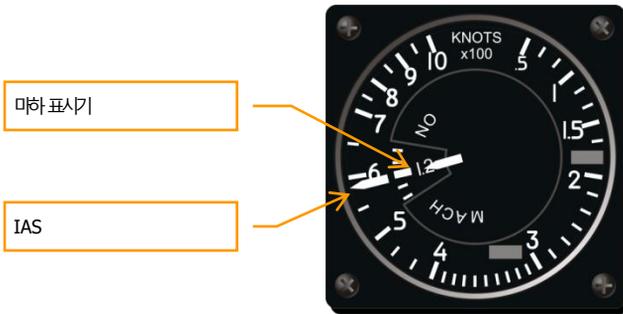
만일 SRM 타입을 선택했을 경우에, 선택된 미사일의 스테이션에는 "RDY"라고 표시되며 다른 타입의 미사일들은 "STBY"라고 표시됩니다.

표1은 F-15C 가 사용할 수 있는 미사일의 종류를 나타내고 있습니다.

지정	미사일 타입	등급
7M	AIM-7M	MRM
120B	AIM-120B	MRM
120C	AIM-120C	MRM
9M	AIM-9M	SRM

지시 속도계(IAS) 와 마하 미터

IAS 와 마하 미터는 MPCD 의 우측에 위치하고 있습니다. 이 계기는 지시 속도와 함께 마하의 숫자를 표시하고 있습니다. 고정 스케일의 지시 속도는 50에서 1,000 노트의 제한 된 눈금으로 표시됩니다. 마하 숫자의 움직임 스케일은 운용 고도와 속도 내에서 표시됩니다. 마하 숫자는 지시속도 값 200노트 이상부터 나타나기 시작합니다.



4-5: IAS 그리고 마하미터

받음각 (AoA) 표시기

받음각 지시기는 IAS 와 마하 미터의 바로 밑에 위치하고 있습니다. 여기에는 0과 45의 값 사이에서 받음각의 값을 나타내어 주게 됩니다. 받음각의 값은 실제 각도와는 상관 없음을 주의 해 주시기 바랍니다. 착륙 시의 적절한 받음각 (20-22 유닛)을 나타내어 주는 표시가 되어져 있습니다.



4-6: 받음각 지시기

가속계

가속계는 현재 상태의 포지티브, 네거티브 G 값을 나타내어 주고 있습니다. G 마크는 최대 허용 가능한 포지티브와 네거티브 한계치를 보여줍니다. 이 계기에 나온 값의 경우 독단적으로 표기되며 HUD 에 나온 값 만큼 정확하지는 않습니다.



4-7: 가속계

자세 지시계 (ADI)

ADI는 계기 패널의 정 중앙에 위치하고 있습니다. 회전하는 원형은 현재의 피치와 뱅크값을 나타내고 있습니다. 피치의 스케일은 5도 간격으로 표시되며, 뱅크 스케일은 10도 단위로 표시되게 됩니다. 지시기의 앞부분에는 수평 및 수직 바가 있으며 설정된 코스와의 편차를 나타내어 주고 있습니다.



4-8: ADI

지시기의 맨 아래부분에는 턴과 슬립 표시기가 위치 해 있습니다. 이 표시가 중앙에 있지 않다면, 러더를 바늘 방향으로 적용하여 표시를 다시 중앙으로 맞추도록 하십시오. 이렇게 하면 회전을 조정할 수 있습니다.

수평 상황 지시계(HSI)

이 HSI는 콤파스 기준으로 당신의 기체를 바로 위에서 내려다 보는 화면이라고 생각하시면 됩니다. 기체의 헤딩은 항상 화면의 윗쪽을 향하고 있습니다. 화면 끝쪽의 에지에 코스 화살표가 있는데, 다음 웨이포인트의 방향을 나타내어 주고 있습니다.

디스플레이의 중앙에는 코스 편차 지시기가 있습니다. 코스 편차 점들은 가야 할 코스 라인과 현재 비행기와 어느정도 코스 편차가 있는지를 알 수 있게 합니다. 각각의 점들은 5도 간격을 보여주고 있습니다. ILS를 통한 계기 착륙 시에는, 이 바(Bar)는 착륙 코스와 편차를 보여주게 됩니다. 이 상황에서는 ADI의 ILS 바와 똑같이 동작합니다. 알아두실 것은, 이 바는 반대방향으로 움직일 것이라는 점입니다.

계기의 우측 윗쪽에는, 설정된 코스의 숫자값이 보여지게 됩니다. 좌측 윗쪽의 코너에는 현재 설정된 웨이포인트와의 거리가海里(nm)로 보여지게 됩니다.



4-9: HSI

고도계

고도계는 기압 고도를 보여주게 되며 20 피트의 단위로 나타내어 집니다.



4-10: 고도계

숫자로 구성 된 고도계의 스케일은 현재의 고도를 보여주고 있습니다.

수직 속도 지시계 (VVI)

VVI 는 기체의 수직 속도를 나타내는데 사용됩니다. 이 계기는 상승, 하강에 대한 분당 천 피트에 대한 비율을 나타내고 있습니다. 만일 지시 화살표가 시계방향으로 움직인다면, 기체가 상승중이라는 이야기입니다. 이와 반대로 반시계방향으로 움직인다면, 기체가 하강중이라는 이야기입니다.



4-11: 수직 속도 지시계

회전지시계

이 한 쌍의 타코미터는 엔진의 RPM 을 나타내어 줍니다. 계기를 통해 최대 RPM 의 퍼센테이지를 보여주게 되며, 빨간색 구간은 "애프터버너" 구간을 의미합니다.



4-12: 타코미터

팬 터빈 내부 온도 지시계

두 개의 팬 터빈 인렛(Inlet) 온도 계기는 타코미터 바로 아래에 위치하고 있습니다. 이 계기의 스케일은 100도 단위로 표시됩니다. 만일 지시기의 화살표가 빨간색 구간에 있다면, 터빈 가스 온도가 위험수준으로 높다는 것을 의미합니다.



4-13: 팬 터빈 인렛 온도 계기 (FTIT)

엔진 연료 공급 지시기

엔진 연료 공급 지시기의 경우 각각의 엔진에 소요되는 연료의 흐름을 수치화 하여 보여주고 있습니다. 연료 공급은 시간당 소요 파운드르 측정 됩니다.



4-14: 엔진 연료 공급 지시계

엔진 배출 노즐 위치 지시계

이 지시계는 계기 패널의 좌측 하단 코너에 위치하고 있습니다. 이 두 계기는 완전히 열렸을 때에 대한 각 엔진에 있는 노즐의 위치(열림 비율)을 나타내어 줍니다.



4-15: 엔진 배출 노즐 위치 지시계

연료 량 지시계

연료 량 지시계는 기체 내부의 연료탱크에 있는 연료의 량을 나타내어 주고 있습니다. 연료 레벨 바늘은 내부 연료 탱크의 연료량을 가리키고 있습니다. 계기의 아래에 있는 나머지 3개의 디지털 숫자는 기체 내부와 외부에 있는 연료 탱크의 값을 합산한 값을 나타내고 있으며, 좌측과 우측에 각각 남아있는 외부탱크 연료 량을 나타내고 있습니다. 연료 량은 파운드 단위로 측정됩니다.



4-16: 연료 량 지시계

내부 압력 고도

내부 압력 고도는 현재 조종석 내의 고도를 대기 고도로 환산한 값을 보여주게 됩니다. 만일 조종석이 손상을 입었을 경우, 조종석의 압력이 내려가게 될 것이며, 이로 인해 조종석의 고도는 높아지게 될 것입니다. 만일 조종석의 압력이 떨어져서, 고도가 10,000 피트값을 넘어서게 되는 경우 즉시 하강하여야 합니다.



4-17: 조종석 압력 고도

채프와 플레어 등

채프와 플레어 등은 채프와 플레어 방출 시 들어오게 되며 최저값 경고 시 깜빡입니다.



4-18: 채프와 플레어 등

채프 라이트는 채프 방출 시 3초 가량 깜빡입니다.

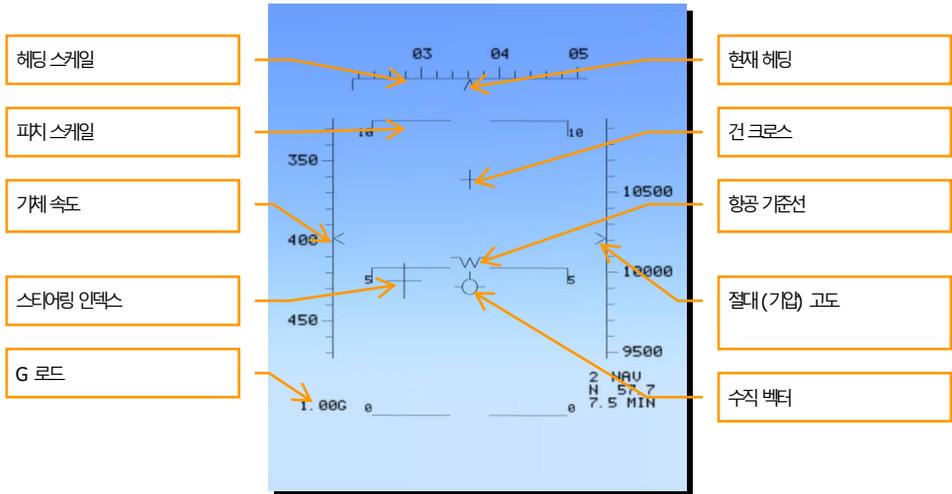
플레어 라이트는 플레어 방출 시 3초 정도 깜빡입니다.

최소값 경고등은 채프와 플레어 수량이 적을 때 들어옵니다.

F-15C 허드 운용 모드들

기본 F-15C HUD 기호

HUD 기호 중에는 운영 모드와 상관 없이 변경되지 않는 것들이 있습니다.



4-18: 기본 F-15C HUD 기호

- HUD의 중앙에는 고정되어 있는 항공 기준선인 "W"가 있는데, 현재 기체의 종단(세로방향) 위치를 보여주고 있습니다.
- 현재 헤딩 스케일은 HUD의 윗 부분에 위치하고 있습니다. 꺾여진 형태의 'v' 모양은 현재 기체의 헤딩을 나타내어 주고 있습니다. (예를 들어, 04 라면 40도를 의미합니다).
- HUD의 좌측에 위치하고 있는 기체속도 스케일은 현재 지시속도를 노트로 표현하고 있습니다. 다만 150노트의 속도보다 낮을 경우 표시되지 않습니다. 스케일에 있는 'v' 표시는 현재 기체의 속도를 나타내고 있습니다.
- HUD의 우측에 위치하고 있는 고도 스케일의 경우 절대 (기압) 고도를 피트 단위로 나타내고 있습니다. 스케일에 있는 'v' 모양은 현재 기체의 고도를 나타내고 있습니다.

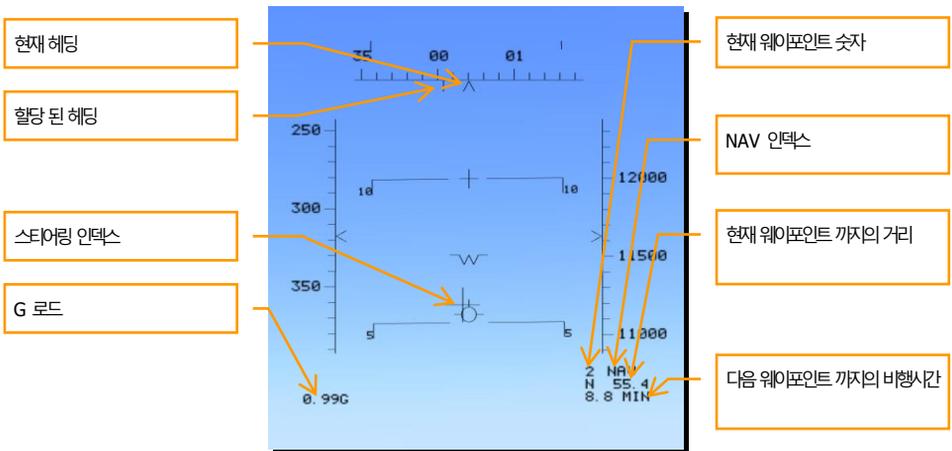
- 현재 기체의 Total Velocity Vector (또는 비행경로 마커) 지시기는 HUD 내에 위치하긴 하지만, 기체가 기동함에 따라 HUD 내의 어디든 이동할 수 있습니다. 이 마커는 기체의 실제 비행방향을 나타내고 있습니다.
- 피치 스케일은 HUD의 중앙부에 위치하고 있으며, 수직 벡터 표시기와 연동되어져 있습니다. 스케일은 5도 단위로 표시됩니다. 뱅킹 방향에 따라 이 스케일은 왼쪽이나 오른쪽으로 기울어지며 기체의 뱅킹 방향과 값을 나타내기도 합니다. 사실, 이것은 ADI에 있는 뱅크 지시의 백업 장비이기도 합니다.

항법 모드

HUD의 항법 모드에는 여러 정보가 보여지게 됩니다. 주 항법 모드 (NAV)에서는 선택된 웨이포인트가 HUD에 나타나게 됩니다. 착륙 모드 (ILSN)에서는, 착륙에 필요한 정보들이 제공되게 됩니다.

항법 모드 (NAV)

이 모드에서는 선택된 웨이포인트를 향해 방향을 지시해 주는 것이 제공됩니다. 이 주 지시기에 덧붙여서 몇 가지의 추가 지시기가 HUD에 나타나게 됩니다. 아래의 내용들을 포함합니다:



4-19: HUD 항법 모드

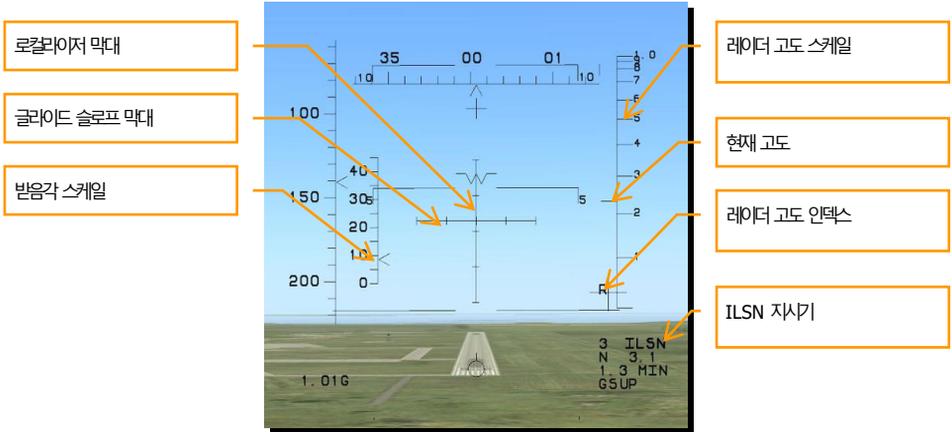
- 항법 HUD의 우측 하단 코너에, 현재 항법 모드와 선택된 웨이포인트 숫자가 표시됩니다. (2 NAV)

- HUD 모드 지시기 밑쪽으로는, 현재 선택된 웨이포인트까지의 거리가 해리(nm)로 표시됩니다. (N 55.4)
- 이 데이터 블록의 제일 하단부에는 현재 선택된 웨이포인트까지의 소요시간이 보여집니다. (단, 현재 속도를 그대로 유지하였을 경우에) (0.0 MIN)
- HUD의 좌측 하단부에는 현재의 G 로딩 값이 보여지게 됩니다.
- HUD의 정면부에는 스티어링 인덱스가 "+" 형태로 나타나게 됩니다. 이 지시기는 선택된 웨이포인트에 대한 방위를 표시하고 있습니다. 이것은 루트 포인트에 대해 기체의 수평과 수직대비 각도를 나타내어 줍니다. 다음 웨이포인트에 대한 정확한 비행선을 유지하길 원하는 경우, 수직벡터 기호를 이 지시기에 맞추도록 하시기 바랍니다.
- 헤딩 스케일의 아랫쪽을 따라 조그마한 수직선이 현재 할당되어져 있는 헤딩을 나타내고 있습니다. 만일 이 할당 헤딩기호가 헤딩 스케일 캐럿(꺾인 'v')과 일치한다면, 선택된 웨이포인트로 곧장 비행하는 상태라는 걸 나타냅니다.

계기 착륙 시스템 항법 (ILSN)

ILSN 모드에서는, 추가적인 지시기가 보여집니다:

- HUD의 우측 하단 코너에, ILSN 인덱스가 보여지게 되며, 당신에게 현재의 모드와 웨이포인트 숫자를 알려주게 됩니다. (3 ILSN)
- HUD의 우측 하단부 코너에, 다음 웨이포인트까지의 시간 바로 밑에 랜딩 기어 위치 지시자가 보여지고 있습니다. 랜딩 기어가 접혀져 있을 경우, GSUP 인덱스가 나오며 랜딩기어가 펼쳐져 있을 경우에는 GDWN 인덱스가 보이게 됩니다.
- 만약 고도가 1,000 피트 아래라면, HUD의 우측 부분을 따라 레이더 고도계 스케일이 100 피트 단위로 나오게 됩니다. 현재의 레이더 고도를 알려주는 막대가 스케일의 바로 옆에서 움직입니다.
- 스피드 스케일의 바로 우측 옆으로, 더 작은 AoA 스케일이 표시됩니다. 이 스케일은 현재의 AoA가 각도가 아닌 값으로 표시됩니다. 착륙 시 약 22 유닛을 유지하도록 하여야 합니다.
- HUD의 가운데에는 ILS 막대가 그려지게 됩니다. 수평 막대는 요구 되는 글라이드 슬로프를 나타내어 주며, 수평 막대는 요구 헤딩을 알려주고 있습니다. (로컬라이저). 이 막대가 가운데에 오도록 비행을 계속 할 경우, 활주로의 글라이드 슬로프를 따라 착륙하게 됩니다.



4-20: 계기 착륙 모드

기총 모드

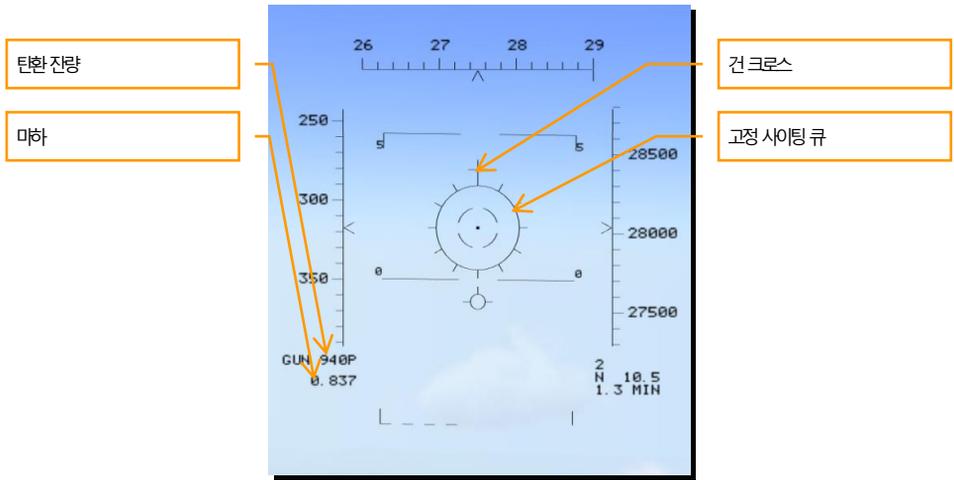
두 가지의 거너리 모드가 있습니다; 하나는 레이더 락이 필요하며 다른 하나는 그렇지 않습니다.

레이더 락을 사용하지 않는 기총모드

목표를 락 하지 않은 채 M-61 캐논을 선택하기 위해서는 [C] 키를 눌러주시기 바랍니다.

이 경우, HUD는 다음의 정보를 표시하게 됩니다.

- 건 크로스 밑으로, 두 개의 원으로 구성된 고정형 사이트 큐가 점들과 함께 표시됩니다.
- GUN 지시기가 HUD의 좌측 하단부에 표시되게 됩니다. 그 다음으로 남아있는 캐논의 탄환수가 표시됩니다. 예를들어 **GUN 940P** 표시의 경우에는, 캐논에 PGU-38 940발이 남아있다는 의미입니다.
- 기총 표시 바로 밑에는, 기체의 현재 마하 숫자가 표시되고 있습니다.



4-21: 타겟을 록온하지 않고 기총을 쏠 경우

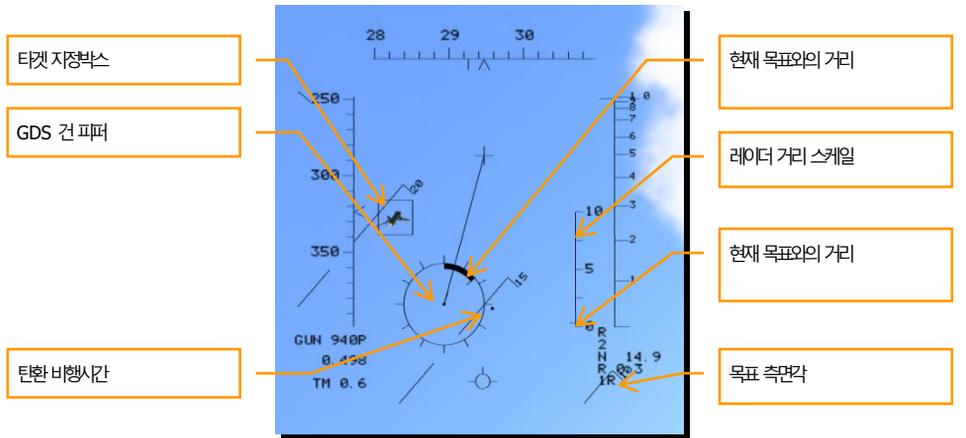
기총 지시 사이트 (GDS)

목표가 레이더로 고정되어 있고 그 상태에서 기총이 선택되어 있다면, HUD는 GDS 모드로 진입하게 됩니다. GDS HUD는 다음의 정보를 보여주게 됩니다:

- 레이더로 고정된 목표 주변에 목표 지정(TD) 박스가 표시되면서, HUD 내에서 고정된 목표가 어디에 있는지를 표시하게 됩니다. 만일 건 피퍼가 고정된 목표 위에 위치한다면, TD 박스는 사라지게 됩니다.
- HUD의 우측부분을 따라, 목표의 거리 스케일이 보여지게 됩니다. 스케일 거리는 0부터 10마일 까지 표시됩니다. 수직 슬라이딩 바가 현재 목표의 거리를 나타내고 있습니다.
- GDS 건 피퍼는 목표의 궤적을 따라 어디에서 교차하게 되는지를 보여줍니다. 목표를 맞추기 위해서는, 피퍼가 타겟 위에 있도록 해야 합니다.
- GDS 안쪽으로 새겨져 있는 원의 경우 목표와의 거리를 나타냅니다. 한 개의 틱 dms 1,000 피트를 의미합니다. 목표와의 거리가 줄어들게 되면, 목표 스케일이 반시계 방향으로 줄어들게 됩니다. 또한 그곳에는 탄환의 '비행시간'을 나타내는 점이 있어 효과적인 기총 발사거리를 나타내어 주고 있습니다.
- 목표와의 거리를 디지털 값으로 HUD의 우측 아래에 표시해 주고 있습니다. 거리 값은 R 심볼 이후에 표시되고 있습니다.

- 목표의 측면각 표시는 거리 표시 바로 밑에 표시되고 있습니다. 이 정보는 목표기의 정면과 목표의 수평 각도를 표시하고 있습니다. T (꼬리) 심볼은 목표의 꼬리가 보일 경우에 나타나며, H (머리) 는 타겟과 정면으로 마주보고 있을 경우 나타납니다. R 그리고 L 심볼과 함께 나오는 값은 목표의 좌측이나 우측을 바라보고 있음을 의미합니다.
- 목표가 락 되었을 경우에, HUD의 좌측 아랫 부분에는 세 가지의 데이터 아이템이 보여지게 됩니다. 현재 선택된 무기, 자신의 기체 마하 속도, 그리고 목표의 마하 속도입니다.

목표를 쫓는 방향의 코스로 공격한다면 명중률을 높일 수 있습니다.



4-22: 기총 GDS 모드

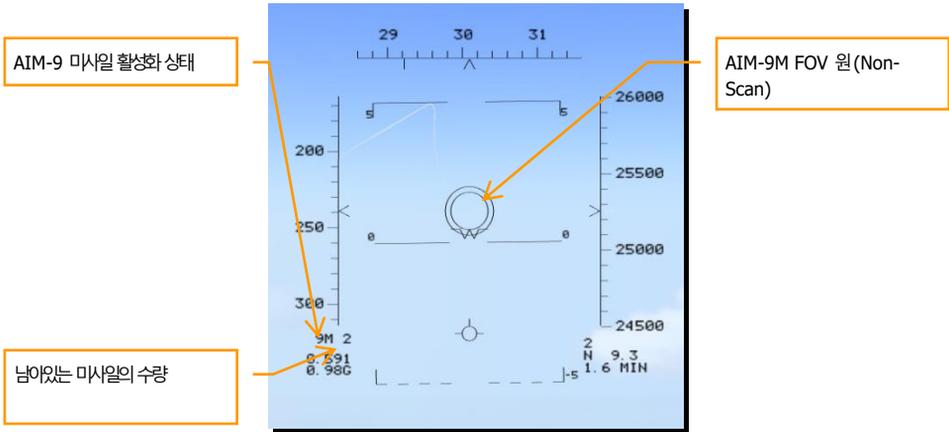
AIM-9M 사이드와인더 "공대공" 단거리 미사일 (SRM) 모드

이러지는 섹션에서는, AIM-9M 사이드와인더를 사용할 때 사용되는 HUD 모드들에 대해 의논 할 것입니다. 미사일의 적외선 추적 (IRH) 시커는 레이더와는 별개로 동작합니다. 시커는 레이더의 도움을 받거나, 받지 않아도 목표물을 고정할 수 있습니다. 발사 이후에는, 미사일은 자신을 발사한 기체에서 아무런 도움도 필요치 않습니다. 말 그대로 "파이어 앤 포겟" 입니다.

케이지 모드 (Non-Scan)

IRH 시커만을 이용해 적을 락 하기 위해서는, [6] 키를 눌러 시커를 케이지 하여야 합니다. 만일 케이지가 되었다면, [D] 키를 눌러 AIM-9M 미사일을 선택합니다. 이후 "9M" 표시가 HUD에

나타나게 되며 HUD의 중앙에 원이 생기게 됩니다. 시커의 헤드 포지션은 이 원 안에서 기체의 세로방향 축으로 항상 위치하게 됩니다. 만일 목표물이 이 원안에 위치하고 시커가 주위 환경과 뚜렷이 구분되는 열원을 찾게 된다면, 목표물을 락 할 수 있게 됩니다. 다만 목표물이 이 원을 벗어날 경우 락을 유지할 수 없습니다.

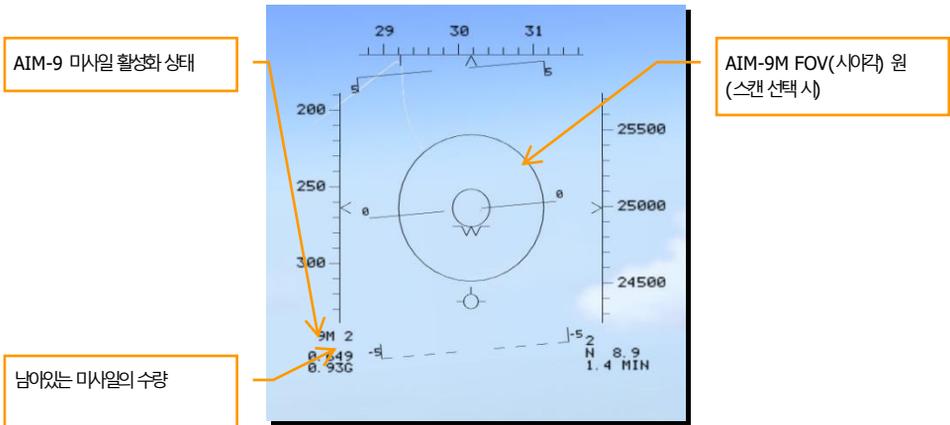


4-23: 케이지 모드 AIM-9M

케이지가 된 상태라면, 시커는 락이 된 상태라 해도, 해당 원을 벗어나지 않습니다. 이 모드는 몰려있는 그룹에서 특정 타겟을 락 하는데 유용합니다.

언케이징 모드 (스캔 선택됨)

[6] 키를 눌러 케이지와 언케이징을 번갈아 선택할 수 있습니다. 이 세팅은 MPCD에 표시되게 됩니다. 언케이징 (박스 없음)일 때에는, 각각 다른 반경의 두 개의 원이 보이게 됩니다. 큰 원은 미사일의 시야각(FOV)를 의미하게 되며, 작은 원은 시커가 현재 어디를 참조하고 있는지를 나타내고 있습니다.



4-24: 연케이지 모드 (스캔 선택 시)

큰 원의 경우 크기가 항상 고정되어져 있습니다. 이 원은 미사일 시커가 타겟을 락 했을 경우 사라지게 됩니다. 락이 되었다면, 작은 원이 타겟을 쫓아 HUD 내의 시커 짐발 한계까지 움직이게 됩니다. 만일 미사일 시커가 목표물을 쫓기 시작한다면, 파일럿은 고음의 피치음을 듣게 됩니다.

IRH 시커를 통해 목표물을 락하는 것은 은밀한 공격에 매우 적합합니다. (적기의 RWR 에 수신되지 않기 때문입니다) 적은 후방에서 오는 공격을 인지하기 힘들기 때문에, 방어를 하기가 어렵습니다.

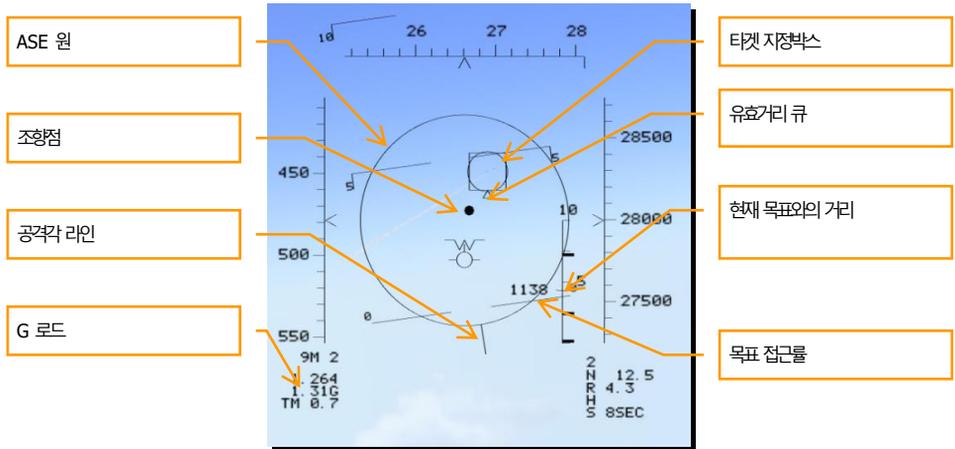
레이더 슬레이브 모드

수직 스캔 [3] 이나 보어사이트 [4] 공중 공격 기동 (ACM) 모드들, 또는 IRH 시커의 레이더 락 슬레이빙 등은 HUD 에 추가적인 목표정보를 제공하고 있습니다. 만일 목표와의 거리가 12,000 피트 (AIM-9M 의 유효거리)를 넘어서게 된다면, HUD 에 다음의 정보들과 심볼이 보이게 됩니다 :

- ASE 원은 최대 조향 에러각을 보여주게 됩니다. 조향 에러 값은 조향점이 ASE 원의 중앙에서부터의 거리에 비례하게 됩니다.
- ASE 원은 조향점과 목표와 교전하기 위한 한계각도의 지역을 보여주게 됩니다. ASE 원은 목표와의 거리가 줄어들거나 측면각이 커지면 이에 따라 크기가 커집니다. 이것이 의미하는 바는, 목표와의 거리가 줄어들게 되면 더 큰 값의 조향에러를 가진 채 발사하게 된다는 것입니다.
- 공격각 꼬리선 또한 ASE 원에 위치합니다. 이것은 플랜뷰 상에서 당신의 기체대비 목표의 측면각이 어떤가를 보여줍니다. 만일 이 선이 원의 상단부에 있다면, 목표가 당신에게서

멀어지고 있는 것입니다. 만약 원의 하단부에 이 선이 위치한다면, 목표는 현재 당신을 향해 날아오고 있는 중입니다.

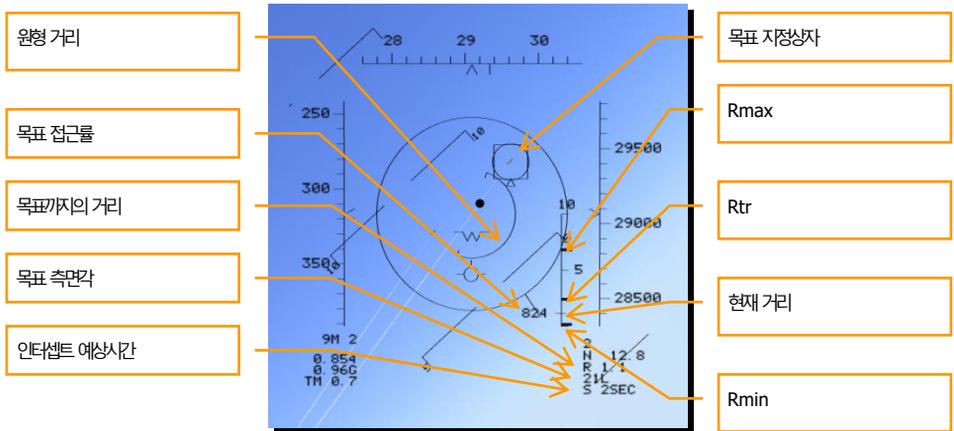
AIM-9은 전방향 미사일이긴 하지만, 목표를 공격할 때 후방지역을 겨냥하시기 바랍니다. 격추율을 높일 수 있는 방법입니다.



4-25: STT 모드. 레이더가 12,000 피트 너머의 목표를 락 할 수 있음

- 목표 지정기 (TD 박스)는 당신의 기체에 연관된 목표의 공간위치를 나타냅니다.
- 목표 거리 스케일은 HUD의 우측에 위치하고 있습니다. 거리값은 0 부터 10 해리 사이의 값입니다. 고정 스케일 옆으로 움직이는 바가 목표의 현재 거리를 나타내고 있습니다. 이 바 옆에 보이는 숫자는 목표와의 접근률입니다. 또한 AIM-9M의 Rmax, Rtr, Rmin 바가 표시되어져 있습니다. 만일 목표의 현재 거리가 Rmax와 Rmin 바 사이에 위치해 있다면, 목표가 사거리 내에 위치한다는 의미입니다.
- 추가적인 데이터 블록이 HUD 아래쪽에 위치합니다. 목표와의 거리가 해리 단위로 "R" 심볼과 함께 디지털 숫자로 나타납니다. 거리값 밑으로는 목표와의 측면각이 위치해 있습니다. 이 값은 적기에 대한 시선과 목표의 종단축의 각도차를 보여주게 됩니다. 데이터 블록의 마지막 줄에는 인터셉트 예상시간(TTI)가 제공됩니다.

만일 목표까지의 거리가 12,000 피트 이내라면, HUD에 추가 정보가 보여지게 됩니다:



4-26: STT mode. 목표까지의 거리가 12,000 피트 이내이며 레이더 락이 되었을 경우

- 원형 거리 목표 스케일이 ASE 원 안에 생성됩니다. 목표와의 거리가 줄어들게 되면, 이 거리 스케일이 반시계 방향으로 감기게(줄어들게) 됩니다. 스케일에는 최저 발사거리 바가 있습니다. 만일 목표가 이 거리 밑에 위치하게 된다면, "X" 마크가 HUD 전체에 깜빡거리게 됩니다.
- 목표가 락 된 상태에서 미사일 발사가 가능한 상태일 경우, TD 박스 밑으로 반짝이는 조그마한 삼각형이 생기게 됩니다.
- 목표가 락 되었을 경우에, HUD의 좌측 아랫 부분에는 세 가지의 데이터 아이템이 보여지게 됩니다. 현재 선택된 무기, 자신의 기체 마하 속도, 그리고 목표의 마하 속도입니다.

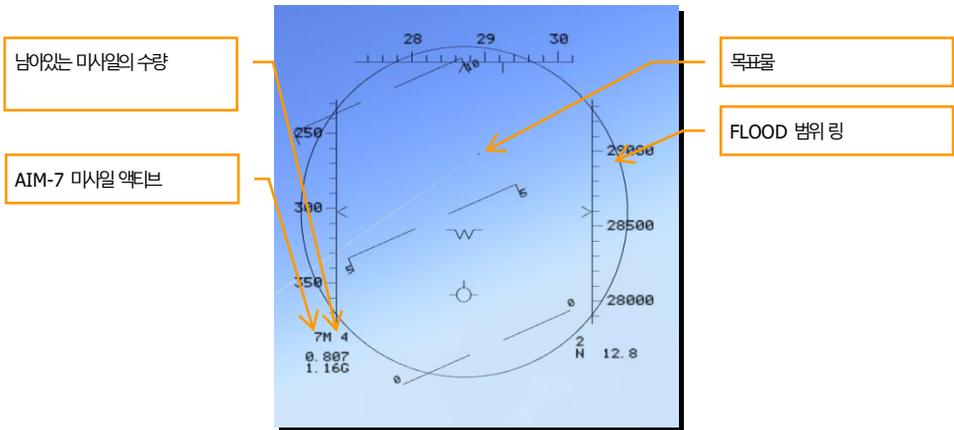
AIM-7M 스패로우 "공대공" 중거리 미사일 (MRM) 모드들

AIM-7M 미사일은 F-15C 에서 운용되는 두 가지 중거리 공대공 미사일 중 하나입니다. 미사일의 반능동 레이더 유도 시커 (SARH)는 STT 모드로 목표물을 미사일이 비행하는 내내 목표물을 조준 해주어야 합니다.

AIM-7M 은 아래의 HUD 기호들을 사용합니다:

플러드 모드

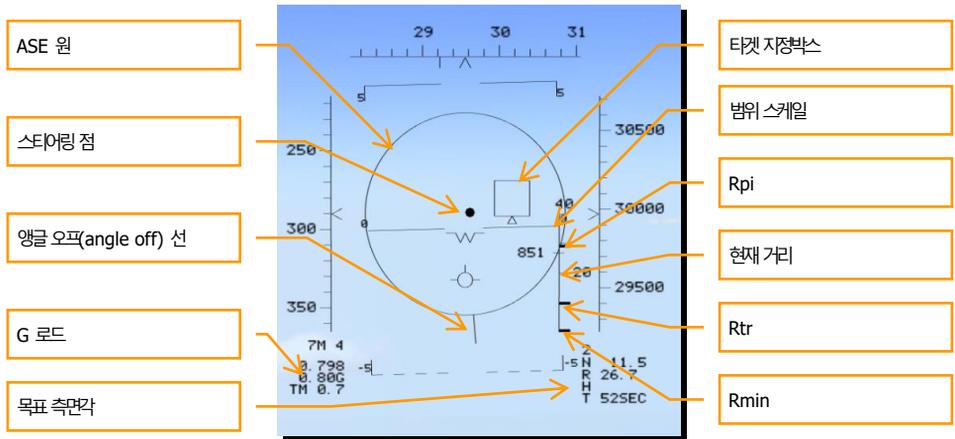
플러드 모드는 근접전 시에 레이더 락이 가능하지 않을 때 가장 많이 사용되는 모드입니다. 플러드 모드는 [6] 키를 눌러 활성화 할 수 있으며, 12도의 큰 원이 HUD에 보여지게 됩니다. 이 모드에서는, 레이더는 단순하게 플러드 원에 집중하여 지속적인 빔을 방출하게 됩니다. AIM-7M을 발사하게 되면, 미사일의 시커는 목표에서 방출되는 에너지를 따라 목표를 격추시키려 합니다. 이는, 교전 전에 꼭 레이더로 목표를 락 할 필요가 없다는 뜻이기도 합니다. "FLOOD" 모드 지시가 HUD의 중앙 하단부와 VSD에 보여지게 됩니다. 만약 원호 안에 여러 목표물이 위치하게 된다면, 미사일은 RCS가 높은 순이나 거리가 가까운 목표를 추적하게 됩니다. 만일 목표가 너무 멀거나 원호의 범위를 벗어나게 되면, 미사일은 더 이상 추적하지 못하며 추진력을 잃고 떨어지게 됩니다.



4-27: 플러드 모드

목표 추적 레이더 모드

이 모드는 AIM-7M의 기본 장거리 공격 모드입니다. 목표를 장거리 검색(LRS)으로 락을 한 후 [2] 키를 누르게 되면 레이더는 자동적으로 이 트랙파일을 STT 모드에 전달하게 됩니다. 단, 단일 락이어야 합니다. 이후 추가 정보가 HUD에 나타나게 됩니다. :



4-28: STT 모드

- 타겟 지정박스 (TD) 는 현재 당신의 기체대비 목표가 어디에 위치해 있는지 알려주게 됩니다.
- ASE 원은 스티어링 각의 에러확률 최대치를 보여줍니다. 스티어링 에러값이란 ASE 원 안에 있는 스티어링 점에 비례한 값을 의미합니다.
- ASE 원은 미사일 발사 전 확률상 길이 가능한 스티어링 점 주변의 영역을 보여줍니다. 이 원은 목표가 가까워질 때 점점 더 커지게 되는데, 이것이 의미하는 바는, 거리가 줄어들수록 미사일이 발사될 때 더 큰 값의 스티어링 에러값을 가지게 된다는 것입니다. 그러므로 비행기를 움직여 이 스티어링 점이 가능한 한 ASE 원의 가운데에 위치하도록 노력하여야 합니다.
- 앵글오프(angle off) 교리선 또한 ASE 원에 위치하고 있습니다. 이것은 평면 뷰 상에서 당신의 기체대비 적기의 측면각을 나타내고 있습니다. 만일 이 선이 원의 위에 위치한다면, 적이 당신으로 부터 멀어지고 있다는 의미입니다. 만약 이 선이 원의 아래쪽에 위치한다면, 목표가 당신을 향해 날아오고 있다는 의미입니다.
- HUD의 우측으로는, 목표의 거리 스케일이 표시됩니다. 스케일의 윗쪽 최대치는, 현재 레이더의 거리 세팅에 의해 조절됩니다. 세 개의 고정된 선이 이 있는데, 미사일 최저 거리 (Rmin), 기동중인 적기에 대한 최대거리 (Rtr), 기동중이지 않은 적기의 최대거리 (Rpi) 입니다. 움직이는 선은 현재 목표와의 거리를 나타내는데, 옆의 숫자는 목표와의 접근속도를 나타냅니다.

- HUD의 우측 하단부에는, 추가적인 정보를 제공하는 데이터 블록이 있습니다. 이곳에는 목표와의 거리를 디지털로 표현하는 데이터가 포함되어져 있습니다. 거리는 숫자로 표시되며 R 기호 다음에 표시됩니다.
- 목표 측면각 지시기는 현재 거리 표시 바로 밑에 위치합니다. 이는 시선과 적기의 수직축 대비 각도를 나타내어 줍니다. 적기의 후방을 보고 있을 경우에는 T (꼬리) 기호가 표시되며, H (머리) 기호는 정면을 바라볼 때 나타나게 됩니다. "R" 과 "L" 기호는 목표물의 좌측이나 우측을 의미합니다.
- 목표 지정자 박스 밑에는 반짝이는 삼각형이 위치하는데, 이는 적기가 락 된 상태이며, 무기를 발사할 수 있는 상태임을 나타냅니다. 이러한 '발사 가능'에 대한 판단은 목표물이 무기의 거리 이내에 있으며, 스티어링 점이 ASE 원 안에 위치할 때 내려지게 됩니다.
- HUD의 좌측 하단부에는, 적기가 락 된 상태라면 세 개의 데이터가 표시됩니다 : 현재 선택된 무기의 잔량, 자신의 기체 마하, G 로드, 그리고 목표물의 마하입니다.

RAERO - 상승을 포함한 기동에 적합한 최대거리. 이것은 미사일이 적기를 추격하며 기동하기 위한 최대 미사일 사거리를 나타냅니다. 목표는 기동하지 않는 상태이며 현재의 속도를 유지한다고 가정할 때, 미사일이 목표를 추적하여 격추할 수 있는 가장 초기의 단계입니다.

ROPT 효율적인 기동으로 적을 인터셉트 할 수 있는 최대 거리. 스티어링 점이 가운데에 위치해 있어야 하며, 목표물이 기동하지 않고, 현재의 속도를 유지해야 합니다.

RPI - 현재의 회전으로 격추할 수 있는 최대 거리. 목표물이 기동하지 않고, 현재의 속도를 유지해야 합니다.

RMNVR - 기동하는 목표에 대한 최대 사거리. 목표물이 최대 4g 로 기동하며, 미사일 발사 시점부터 목표물이 발사체로부터 멀어지는 것을 가정합니다.

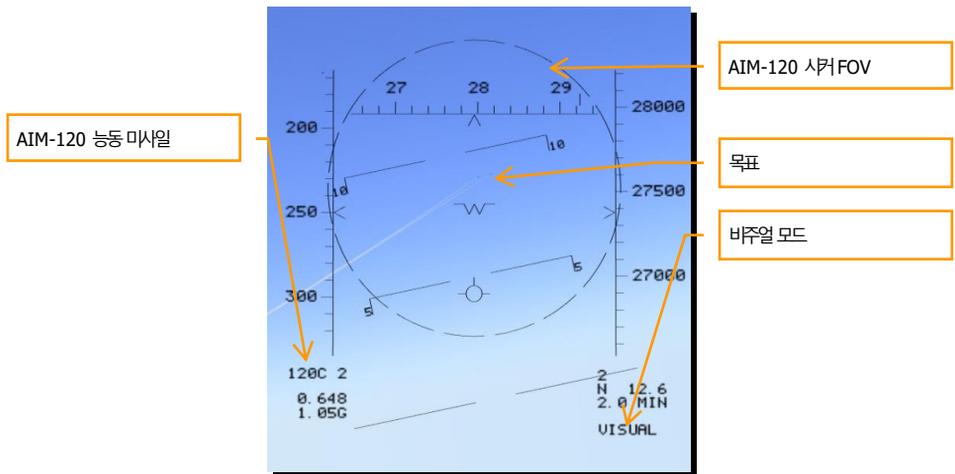
RTR - 회전과 기동 거리. 이것은 현재 자신의 기체 기동을 포함하여 적기가 미사일이 발사 될 당시 이미 회피 선회와 도주 기동을 하고 있을 때의 최대 거리를 의미합니다. 만일 스티어링이 최적의 스티어링에 비슷하게 근접 할 경우, RPI 가 ROPT 에 접근하게 됩니다. 만일 점이 중앙에 위치한다면, RPI 와 ROPT 가 동일해 집니다.

AIM-120 암람 "공대공" 중거리 미사일 (MRM) 모드들

AIM-120 공대공 미사일은 F-15C의 주요 중거리 미사일입니다. AIM-7M에 비하여, AIM-120은 능동 레이더 추적 (ARH) 장치를 보유하고 있습니다. 먼 거리에서 발사 되었을 때, 미사일은 기본적으로 발사 기체에서 받은 데이터 링크 수정 자료와 함께 내부 유도 장치를 사용합니다. 근거리에 접어들게 되면, 능동 레이더 시커로 자동 전환되며, 스스로 적기를 추적하기 시작합니다.

비주얼 모드

이 교전 모드는 레이더 락이 불가능하거나 쫓샷이 이루어져야 할 때에 사용되는 비주얼 모드입니다. AIM-120가 무장으로 선택되었을 때, [6] 키를 눌러 비주얼 모드로 진입합니다. 이 모드에서는 '슬래머'라는 별명의 AIM-120을 목표에 대한 레이더 락을 사용하지 않은 채 발사 가능하게 해 줍니다. 다만 주의해야 할 것은, 시커가 목표물을 락 하기 위해서는, 목표물이 10 해리 이내에 있어야 하며, 미사일 시커 FOV가 HUD에 표기되어져야 합니다.



4-29: 비주얼 모드의 AIM-120 미사일

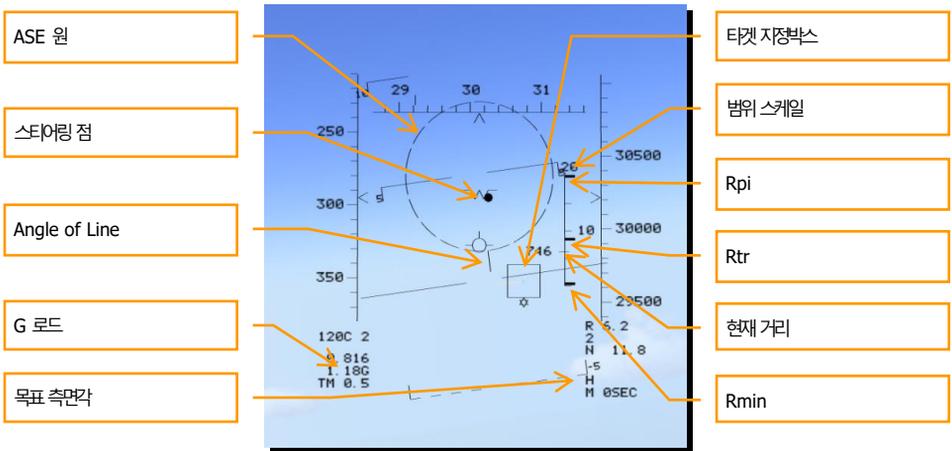
VISUAL 표시가 HUD의 우측 하단부에 나타나게 됩니다. HUD의 좌측 하단부에는 기체에 몇 개의 AIM-120 미사일이 장착되어져 있는지 알려주고 있습니다. 그 밑으로는, 기체의 마하와 G-로딩이 표시됩니다.

비주얼 모드로 AIM-120을 발사하기 전에, 점선으로 이루어진 원 안으로 적기를 위치하도록 기동 해주어야 합니다. 이때 미사일은 발사 준비가 되었다는 표시를 하게 됩니다. 발사 된 후 2초가 지나면,

미사일의 능동 레이더 추적 (ARH) 시커로 바뀌어 슬래머가 미사일의 화각(FOV) 내에서 적기를 찾게 됩니다. 만일 여러개의 목표물이 탐지된다면, ARH 시커는 제일 가까이에 있는 목표를 선택합니다. 만일 두 개의 목표물이 동일 거리에 존재한다면, 더 큰 레이더 크로스 영역(RCS)을 가진 목표를 선택합니다.

레이더 목표 트래킹 모드

하나, 혹은 여럿의 목표 기체를 기체의 레이더로 지정하는 것은 장거리 전투에 있어서 가장 주요한 방법입니다. [2] 키를 눌러 LRS 모드에서 목표를 지정하거나 TWS 모드인 [우측 Alt-I] 에서 두 번 지정하여 단일 추적 모드인 (STT) 모드로 진입할 수 있습니다. 이렇게 할 경우 모든 레이더를 단일 목표에 집중시킬 수 있게 됩니다. 이 교전 모드일 때에는, 앞 부분에 기술되었던 AIM-7M의 기호와 매우 비슷합니다. 추가적인 정보가 다음과 같이 HUD에 표시됩니다 :



4-30: AIM-120 STT 모드

- 목표 지정 (TD) 박스는 당신의 기체에 대비하여 어느 지점에 목표가 있는지 나타내어 줍니다.
- ASE 점선 원은 최대 각도 상 스티어링 에러 확률을 나타냅니다. 스티어링 에러 값은 ASE 원의 중심부에서 점이 얼마나 멀어졌나에 비례하게 됩니다.
- ASE 원은 현재 목표를 격추할 수 있는 가장 높은 확률로 조항점을 둘 수 있는 범위를 나타내고 있습니다. 이 원은 목표와의 거리가 줄어들 경우 늘어나게 되는데, 이는 거리가 줄어들수록 인하여 미사일은 더 큰 에러값을 가지게 된다는 것을 의미합니다. 가능한 한, 기체를 기동하여 조항점이 ASE 원의 중앙에 위치하도록 하여야 합니다.

- 앵글오프(angle off) 꼬리선 또한 ASE 원에 위치하고 있습니다. 이것은 평면 뷰 상에서 당신의 기체대비 적기의 측면각을 나타내고 있습니다. 만일 이 선이 원의 위에 위치한다면, 적이 당신으로 부터 멀어지고 있다는 의미입니다. 만약 이 선이 원의 아래쪽에 위치한다면, 목표가 당신을 향해 날아오고 있다는 의미입니다.
- HUD의 우측으로는, 목표의 거리 스케일이 표시됩니다. 스케일의 윗쪽 최대치는, 현재 레이더의 거리 세팅에 의해 조절됩니다. 세 개의 고정 된 선이 이 있는데, 미사일 최저 거리 (Rmin), 기동중인 적기에 대한 최대거리 (Rtr), 기동중이지 않은 적기의 최대거리 (Rpi) 입니다. 움직이는 선은 현재 목표와의 거리를 나타내는데, 옆의 숫자는 목표와의 접근속도를 나타냅니다.
- HUD의 우측 하단부에는, 추가적인 정보를 제공하는 데이터 블록이 있습니다. 이곳에는 목표와의 거리를 디지털로 표현하는 데이터가 포함되어져 있습니다. 거리는 숫자로 표시되며 R 기호 다음에 표시됩니다.
- 목표의 측면각 지시기는 현재의 거리 표시 바로 밑에 위치 해 있습니다. 이것은 시선으로 부터 적기가 수직축 방향으로 위치한 적기의 측면각을 알려줍니다. 적기의 꼬리가 보일 때에는 T (꼬리) 기호가 나타나게 되며 H (머리) 기호는 적기를 마주보고 있을 때 보입니다. R 과 L 기호는 목표의 좌/우 측면을 의미합니다.
- 목표 지정상자 밑에는 5점의 별모양이 있는데, 이는 적기가 락 되어있는 상태이며 미사일 발사가 가능할 때 깜빡입니다. 미사일 발사가 가능한 것은 목표가 적절한 위치에 있으며, ASE 원 안에 스티어링 점이 위치 해 있을 때 결정이 됩니다.
- HUD의 좌측 하단부에는, 적기가 락 된 상태라면 세 개의 데이터가 표시됩니다 : 현재 선택 된 무기의 잔량, 자신의 기체 마하, G 로드, 그리고 목표물의 마하입니다.

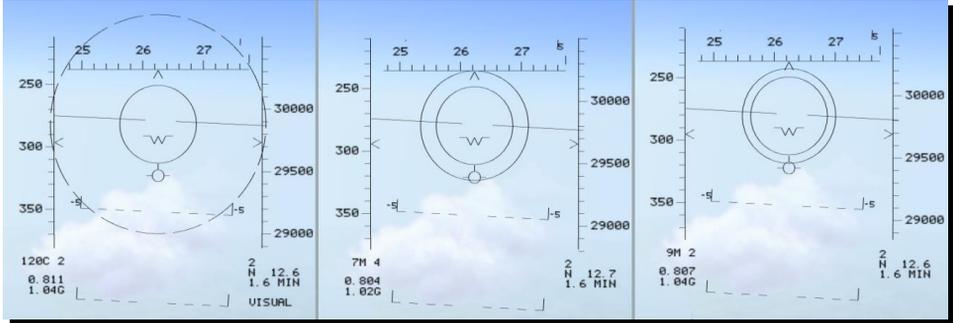
자동 획득 (AACQ) 레이더 모드들

F-15C 는 세 가지의 단거리 레이더 자동 획득 모드를 사용할 수 있습니다. 이 모드들은 ACM 교전 중 적기에 대한 레이더 락을 자동으로 할 수 있게 해줍니다. 이 모드의 최대 사용가능 거리는 10 해리입니다.

자동 록-온 모드에서는, 레이더는 첫 번째 탐지 한 목표를 추적하게 됩니다.

보어사이트 AACQ 모드

보어사이트 [4] 키 모드는 좁은 콘 모양으로 당신의 앞에 있는 목표를 락 해줍니다. 이 모드에서 레이더 화각은 정면만 바라보게 되며, 원을 통해 이 모드의 스캔 지역을 보여줍니다. 이 FOV 에 첫 번째로 들어오는 목표에 대해 레이더가 자동으로 락 합니다.



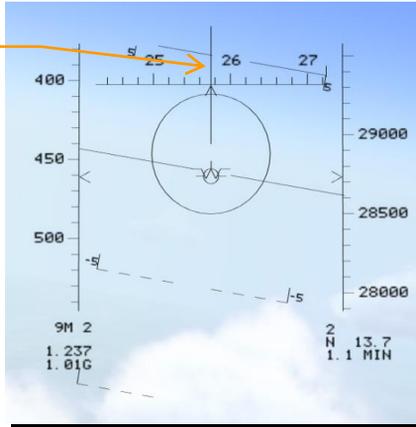
4-31: AIM-120C, AIM-7M 그리고 AIM-9M의 보어사이트 모드

적에 대해 락을 한 이후에 레이더는 STT 모드로 자동 변경됩니다.

수직 스캔 AACQ 모드

[3] 키로 작동되는 수직 스캔 모드는 당신의 기체와 수직 선상에 있는 적기에 대해 락을 할 수 있도록 해 줍니다. 이는 당신이 높은 G 공중기동 (ACM)을 하고 있을 때 목표를 락 할 수 있도록 도와줍니다. 이 모드에서는, 레이더가 7.5도 정도의 너비와 -2에서 50 까지의 수직 각도로 스캔을 합니다. 두 개의 수직선이 HUD 에 나타나게 됩니다. 적기를 락 하기 위해서는, 목표를 이 두 선의 안에 위치하도록 하여야 합니다. 실제 최대 스캔 범위는 대략적으로 HUD 위에 다른 HUD 두 개가 더 놓여져 있는 정도의 높이입니다.

수직 스캔 라인



4-32: 수직 스캔 모드 (VS)

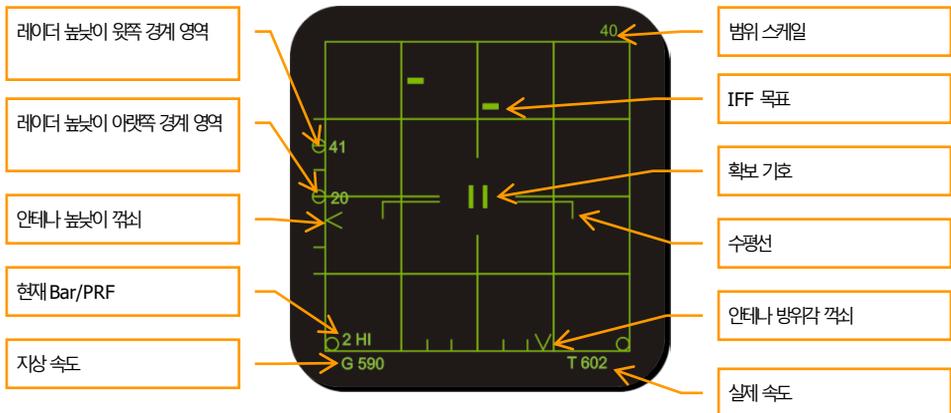
목표를 락 한 이후에 레이더는 자동적으로 STT 모드로 변경됩니다.

AN/APG-63 레이더 모드들, VSD

장거리 검색 (LRS) 모드

장거리 검색 [2] 키 모드는 F-15C의 장거리 정보 수집과 교전에 있어 주요한 모드입니다. 조종사는 검색 거리를 (10, 20, 40, 80, 또는 160 해리)로 설정할 수 있으며, 방위각의 넓이와 높낮이 조절이 가능합니다. 레이더에 접촉된 물체의 정보는 수직 상황 디스플레이 (VSD)에 표시되지만, 접촉물체의 속도나 고도 등의 정보는 제공되지 않습니다.

VSD는 당신의 기체를 선택된 거리에 따라 마치 평면 위에서 바라본 것 처럼 표시를 해 줍니다. 탐지된 목표, 또 다른 말로 'hit'이라 표현하기도 하는데, 아무튼 이 또한 VSD에 거리에 따라 표시가 됩니다. 가장 가까운 'hit'은 VSD의 하단에 가까이 붙어있으며, 먼 것은 윗쪽에 붙어서 나오게 됩니다. 레이더는 16개의 목표를 동시에 추적하는 것이 가능합니다. 레이더는 또한 아군과 적군을 자동적으로 구분 해 줍니다. (IFF) 아군 'hit'의 경우 동그라미로 보여지며, 적군은 사각형으로 나타납니다.



4-33: VSD LRS 모드

VSD의 우측 윗 부분의 코너에는, 현재의 레이더 거리 세팅값이 표시됩니다. (10, 20, 40, 80, 또는 160 해리).

레이더의 고도 스캔 지역이 VSD의 좌측에 표시됩니다. 조그만 원 가까이에 보여지는 숫자는, 현재 VSD에 설정된 거리 내에서 고도의 아래와 위 커버영역 내 목표 지정 커서 (TDC)의 제한값을 보여주고 있습니다. 레이더의 빔 모양이 콘 형태로 안테나 위치에서 부터 커지는 형태이기 때문에, TDC 거리가 증가하게 되면 고도의 커버 영역도 따라 넓어지게 됩니다. [RShift+] 키와 [RShift+] 키와

키를 통해 레이더 고도 커버 영역을 60도 위 아래로 움직일 수 있습니다. 고도 커버 원이 이에 따라 위 아래로 움직일 것입니다. 스캔 각 커버영역의 각 선은 2.5도를 나타냅니다. TDC 를 VSD 의 한계 영역까지 움직이게 되면, 자동적으로 거리가 줄어들거나 늘어나게 됩니다.

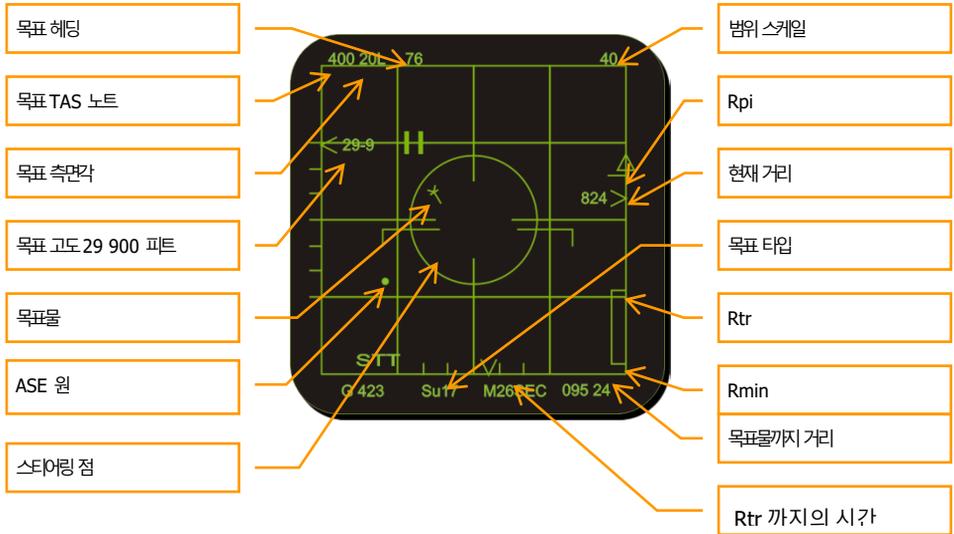
대지속도 "G" 그리고 진 대기속도 "T" 값이 VSD 의 하단부에 표시됩니다. 지속적으로 변하는 고도 바와 펄스 주파수 반복 (PRF) 값은 좌측 하단부에 표시됩니다. HI-MED PRF 값이 변경되는 이유는, 서로 다른 측면각에 대한 목표를 탐지하기 위해서입니다. "HI" 표기의 고 PRF 주파 모드는 장거리에 대해 정면으로 접근 해 오는 적기를 탐지할 때 사용됩니다. "MED" 모드의 중거리 PRF 는 탐지 거리는 짧으나, 선회중인 적기를 탐지하는 데 더 탁월합니다. 이 모드는 '인터리브'라는 용어로 불리며, 게임에서 F-15C 가 사용하는 LRS 모드의 기본입니다.

VSD 밑쪽으로는, 선택 된 방위각의 검색 너비를 나타내는 수평 스케일 바가 있습니다. 기본 너비는 ± 600 이긴 하지만, [RCtrl+-] 키를 누름으로써 ± 300 값을 선택할 수 있습니다. 스케일에 있는 두 개의 원은 해당 방위에 대한 안테나의 검색 한계를 나타내며, 해당 존 안에 움직이는 격쇠 표시는 현재 안테나의 방위 위치를 표시합니다. ± 600 세팅에서는 넓은 지역의 검색이 가능하며, ± 300 의 경우 빠른 타겟 업데이트가 가능합니다.

발견한 목표에 대해 레이더 락을 하기 위해서는, TDC 를 [L], [I], [J], [K] 키를 이용하여 목표 위에 위치시킨 후, [Enter] 키를 누릅니다. 만약 모든 조건이 적절하다면, 레이더는 자동적으로 단일 목표 추적 모드(STT)로 전환 될 것입니다.

단일 타겟 추적 (STT) 모드

LRS 모드로 부터 목표를 락 하였을 경우, 레이더는 STT 모드로 변환됩니다. 이 때 레이더는 모든 에너지를 해당 단일 목표에 집중하여, 지속적으로 정보를 업데이트 하여 제공하게 됩니다. 그렇지만, 레이더가 이 모드일 경우에 더 이상 다른 목표를 검색 해 내지 못하며, 레이더 락이 된 목표는 경보를 받게 될 수 있습니다. STT 모드에서의 VSD 화면은 LRS 모드에서와 크게 다르지 않은 정보를 보여줍니다. STT 지시자가 VSD 의 좌측 하단에 표시됩니다. 락 된 레이더 목표는 비행 방향에 대한 벡터 마커가 표시 된 별 모양으로 표시되며, 이것은 이 목표가 제 1 목표 (PTD)라는 것을 의미합니다.



4-34: VSD. STT 모드

AIM-7을 발사하기 위해서는 STT 모드로 진입하거나 근접 거리에서 FLOOD 모드로 변경 해 주어야 합니다.

비동기 목표 식별(NCTR) 시스템이 자동적으로 락 된 목표에 대해 식별하려 시도 할 것입니다. 시스템은 메모리에 여러 종류의 다른 기체에 대한 레이더 시그니처 샘플을 저장 해 두고 있으며, 고정 된 목표에 대해 비교를 시도하게 됩니다. 이러한 시그니처 인식 방식은 반사 된 레이더에 기초하는데, 이 일부는 목표의 첫 단계 컴프레서 블레이드에 의해 일부 결정이 됩니다. 만일 시그니처가 라이브러리에 있는 정보와 일치 할 경우, VSD 의 아랫쪽 중앙 부분에 해당 목표의 이름이 표시됩니다. 다만, 이러한 방식이 100% 정확한 정보라고 판단할 수는 없습니다. 목표의 거리, 고도차이와 목표에 대한 대비각이 이러한 NCTR 프린트에 영향을 줄 수 있습니다.

목표에 대한 속도, 측면각과 헤딩이 VSD 의 좌측 상단에 표시됩니다. 목표의 고도는 해수면을 기준으로 고도 스케일과 함께 표시됩니다. 29,900 피트는 29-9로 표기됩니다. 추가적으로, 목표에 대한 정보와 통합 접근정보가 VSD 의 우측 하단에 표시됩니다.

미사일 사출 정보가 STT 에 제공되어, 언제 발사를 해야 할 지에 대해 알 수 있게 해 줍니다. VSD 의 큰 원은 허용 된 스티어링 에러 (ASE) 원입니다. 이것은 HUD 에서 리뷰했던 내용과 같은 방식으로 동작합니다. 원이 클 수록, 스티어링 에러값과 격추율 (Probability of Kill, Pk)이 증가하게 됩니다. 이 ASE 의 크기는 선택 된 미사일, 목표의 기동, 목표 측면각과 속도에 의해 변화하게 됩니다. 격추율을

높이기 위해서는, 이것을 기억 해 주시기 바랍니다. "미사일을 발사하기 전에, 먼저 점을 중앙으로 이동시킬 것"

VSD의 우측에는 수직 스케일이 표시되어 있는데, 이것은 락 된 목표에 대한 선택 된 무기의 다이내믹 발사 존 (DLZ)을 나타냅니다. 이 스케일에 있는 수평 바는 발사 큐를 제공하게 됩니다. 바닥에서 부터 꼭대기 까지: Rmin - 최소 발사 거리, Rtr - 목표가 고기동을 한다는 가정에서 발사될 수 있는 최대 거리, Rpi - 목표가 기동하지 않을 경우에 대한 최대 사거리. 이 스케일의 맨 위에는 Raero를 의미하는 삼각형이 있습니다. Raero의 경우에는 목표에 상관없이 미사일의 최대 탄도 거리를 나타냅니다.

VSD의 우측 하단에 있는 스케일 밑에는, 목표의 방위와 목표에 대한 거리가 디지털 숫자로 나타납니다.

미사일이 발사 된 후에는, 미사일 비행 시간이 VSD의 윗쪽에 표시됩니다. AIM-7M을 발사 한 후에는 "T"가 VSD에 표시되며 목표에 대한 충돌까지의 숫자가 카운트다운 됩니다. AIM-120을 발사했을 때에는 인터셉트 시간 (TTI)이 나타나지만, "M" 표시가 보이게 됩니다.

VSD의 중앙 하단에는, AIM-7M 발사 큐가 화기 관제 시스템이 적절하다고 판단될 때 표시되게 됩니다. 이 큐는 삼각형 처럼 보입니다. 이 발사 큐의 우측에는, 카운트다운 타이머가 표시되어 미사일이 현재 발사 된다면, 얼마나 후에 이 미사일이 목표에 도달하게 될 지에 대한 시간이 표시됩니다. 이것은 미사일이 아직 발사되기 전에만 보입니다; 이것은 TTI 타이머가 아닙니다.

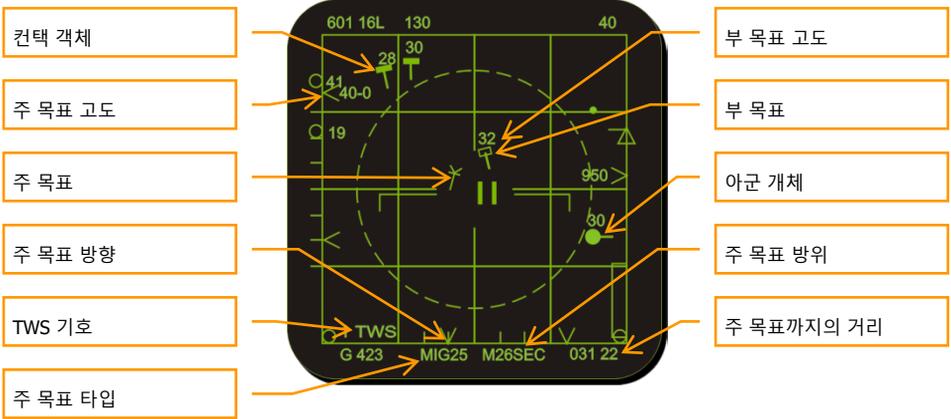
동시 탐색 추적 (TWS) 모드

TWS 모드는 매우 유용한 모드이긴 합니다만, LRS 보다 더 복잡합니다. 이 모드는 LRS와 STT 모드들의 유니크한 정보를 통합시킨 모드입니다. 이 모드에서는 접촉 된 타겟에 대해 자세한 정보를 보여줌과 동시에 다른 목표를 검색할 수 있습니다. TWS 모드가 [RAIt-I] 키로 작동되었을 때, VSD의 좌측 하단 기호가 "TWS"로 변경되게 됩니다. 일반적으로, TWS의 VSD 화면은 LRS VSD 화면과 거의 흡사한 정보를 보여줍니다. 그렇지만, 각각의 접촉 된 객체들은 헤딩 벡터가 보이며 디지털 고도가 함께 표시됩니다.

TWS 모드를 이용하여 AIM-120 미사일을 여러 타겟에 동시에 발사할 수 있습니다.

접촉 된 객체를 지정하면 STT 모드로 변경되는 LRS와는 대조적으로, TWS에서는 지정 된 객체가 주 지정 목표 (PDT)로 변경되지만 검색 지역 안의 다른 컨택 된 객체들도 계속 표시됩니다. 더 나아가, 다른 객체를 지정 할 경우, 이 객체들은 두 번째 지정 목표 (SDT)로 지정됩니다. PSD 목표는 STT 모드처럼 별 모양으로 표기되는 반면, SDT 목표들은 속이 비어있는 삼각형으로 표기됩니다. PDT나 SDT 목표를 다시 한 번 지정 할 경우, 해당 목표에 대해 STT 트랙이 실시됩니다. 만일여러기의 AIM-

120이 발사되었을 경우, 첫 번째 미사일은 PDT 로 가게 되며, 나머지 미사일은 순서에 따라 SDT 목표를 인터셉트 하게 됩니다. 인터셉트 시간 타이머는 PDT 객체에 대해 보여지게 됩니다.



4-35: TWS 모드

TWS 모드에서도 AIM-7을 발사할 수 있습니다. 이러한 미사일 발사를 위해서는, 목표를 두 번 지정함으로써 STT 모드로 변경하여 발사가 가능합니다.

TWS 는 몇 개의 제한이 있습니다. 레이더는 각각의 컨택 된 객체에 대해 트랙 파일 작성을 시도합니다만, 많은 스캔볼륨으로 인하여 스캔마다 갱신되는 시간이 오래 걸립니다. 각각의 스캔 동안, 레이더는 다음의 스캔에 나타날 목표를 예측하게 됩니다. 만일 목표가 방어기동을 취할 경우, 즉 높은 G 턴이나 방향과 속도를 변경 해 버릴 경우에는, 레이더의 예측값에 오차가 생겨 이 목표를 놓칠 확률이 있습니다. 이러한 방어전략을 통해, 사냥자가 순식간에 쫓기게 될 수 있습니다.

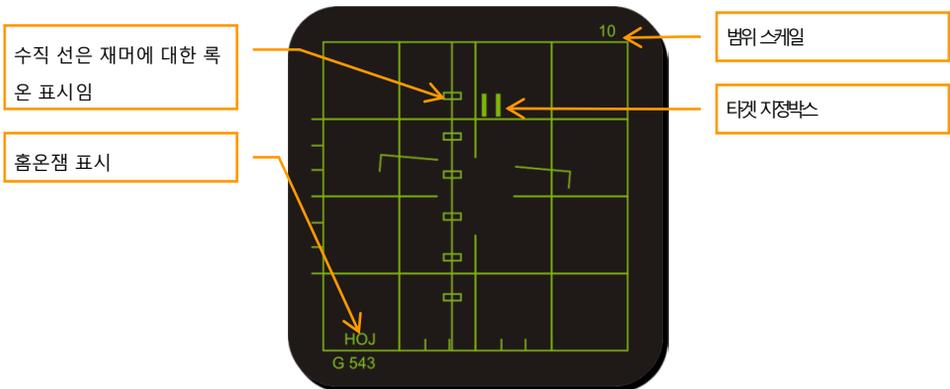
AIM-120과 함께 사용되는 TWS 는 동시에 여러 목표를 상대할 수 있는 강력한 능력을 지니게 됩니다. 그럼에도 불구하고, 목표 추적 능력에 있어서는 LRS 에 비해 덜하며, STT 모드에는 비교할 수 없습니다. 다만, STT 와는 다르게 TWS 상태에서 AIM-120을 발사 할 경우에는, 적기에게 레이더 락이나 발사 경고를 주지 않게 됩니다. 이러한 점으로 인하여, 적기의 파일럿이 받게 되는 경고는 AIM-120의 자체 레이더 시커가 작동하게 되는 시점이 됩니다.

홈 온 잼 (HOJ) 모드

레이더나 레이더 경고 수신기(RWR)이 ECM 의 작동을 알아채게 되었을 때에는, 재머의 축을 따라 VSD 에 수직으로 된 속이 빈 삼각형을 표시하게 됩니다. 이러한 ECM 기호는 노이즈 재머와

스트로브 간격을 보여줍니다. 자체 ECM 을 작동시키고 있는 목표를 락 하기 위해서는, TDC 를 속이 비어있는 삼각 형 중 아무곳에나 위치시키고 [Enter] 키를 눌러주시기 바랍니다. 알아두셔야 할 것은, 당신이 락 한 것은 레이더에 있는 목표물이 아니라는 점입니다. ECM 표시에 대해 락을 한 이후에는, 그들을 가로지르는 사각형이 생기게 될 것입니다. 즉, ECM 발신기가 해당 방위에 존재한다는 것입니다.

VSD 는 이제 홈 온 잼 모드에 있게 되는데, HOJ 표시가 VSD 와 HUD 에 나타나게 됩니다. AIM-120과 AIM-7M 미사일의 경우 적의 ECM 에 의해 레이더 락이 불가능 하다 해도, 모두 발사가 가능합니다. 알아두실 것은, 이 모드에서 발사 될 경우에는, 미사일의 순수 추적 능력이 덜 효율적이며 격추 확률도 줄어들게 됩니다. 또한, 거리정보도 나타나지 않게 됩니다. 이러한 이유로, 아군 AWACS 에 의해 거리 정보를 도움받는 것이 좋습니다. 이러한 모드에서의 공격의 경우 적은 아무런 경고도 받지 못하게 되는데, HOJ 공격이 완전히 패시브한 공격이기 때문입니다.



4-36: HOJ 모드

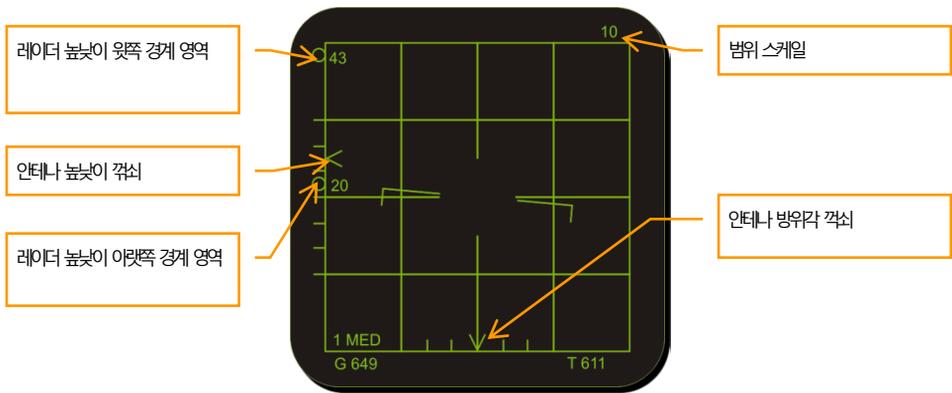
HOJ 모드는 목표의 방위각을 제공 해 주지만, 목표에 대한 거리, 측면각, 속도나 고도에 대한 정보를 제공하지는 않습니다.

거리가 짧은 경우에는, 레이더의 에너지가 노이즈 재머 출력 에너지를 극복할 수 있으며, 적을 추적하기 위한 충분한 반사 레이더를 적에게서 받을 수 있게 됩니다. 이것은 "번 쓰루"라고 불리웁니다. 번 쓰루에서는, 기존에 지정 된 모드(LRS 또는 TWS)에 상관없이 자동적으로 STT 모드로 변경됩니다. ECM 번 쓰루는 보통 15 ~ 23 해리 정도에서 발생합니다.

수직 스캔 (VS) AACQ 모드

수직 스캔 모드에서는, [3] 키, 레이더는 2.5 너비와 -2에서 +5도 수직 각도로 지역을 검색할 수 있습니다. 락을 할 수 있는 거리는 10 해리 정도입니다. 레이더는 이 존에 있는 가장 가까운 목표를 자동적으로 락 하게 됩니다. 락이 되었을 때에는, 목표는 자동적으로 STT 모드로 추적되게 됩니다.

이 모드는 도그파이트 공중전 기동(ACM) 중에 종종 사용됩니다. 이러한 비행 시, 당신은 적을 종종 리프트 벡터상에 놓게 되며, HUD 에 목표를 두기 위해 "잡아당기는" 식의 기동을 하게 됩니다. 이 VS 모드에서는, 적이 HUD 프레임에 보이지 않는 위에 존재하더라도 목표를 더 일찍 락 하게 되는 경우가 있습니다.

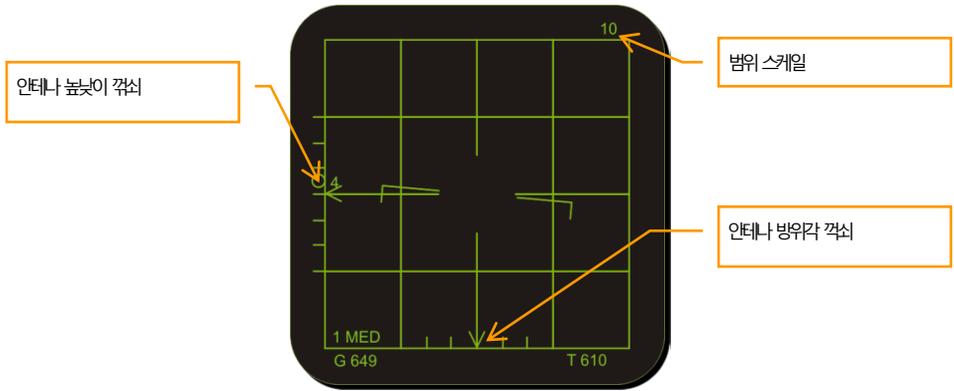


4-37: VS Mode

하이 로우 레이더 엘리베이션 마커가 검색 지역에 보이게 됩니다. 고정 된 안테나 방위 캐럿은 방위 스케일 중앙에 위치하며, 레이더 안테나가 방위검색은 하지 않는다는 것을 알려주게 됩니다.

보어 사이트(BORE) AACQ 모드

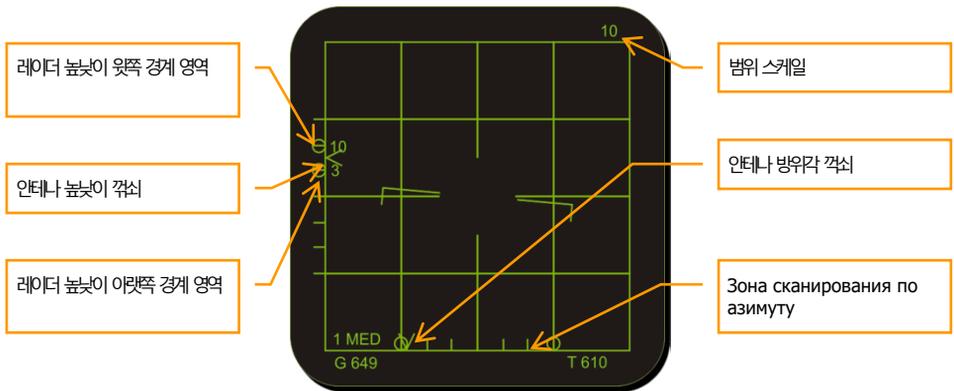
보어 모드에서는, [4] 키를 누르게 되면, 목표가 보어 원형 안에 있으며 10해리 이내에 있을 경우 자동적으로 락을 하게 됩니다. 이 보어는 가시거리 이내 (WVR)에서 적을 재빨리 락 하는데 매우 유용하며, 목표가 락 된 상태에서 각도 조정하는 것을 허용합니다.



4-38: Bore

자동 기총 (GUN) AACQ 모드

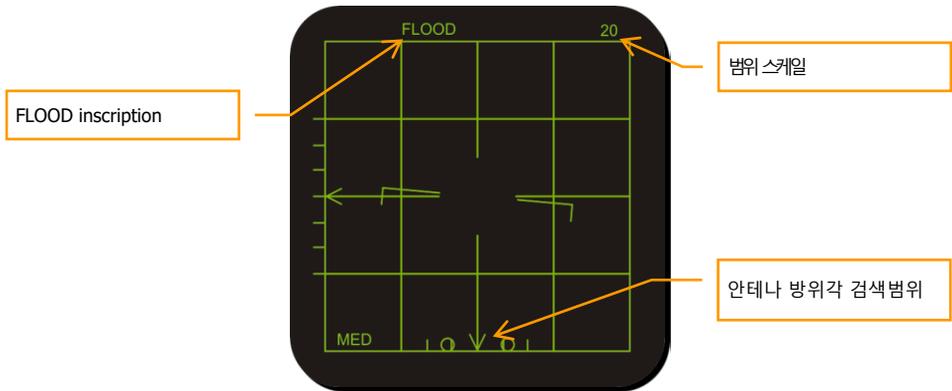
자동 기총 모드는 M61 20mm 캐논을 사용할 정도의 근거리 교전에 매우 유용합니다. 레이더 검색 지역은 고정된 기총의 원 가운데 위치하며 총 60도 (± 30 degrees) 너비와 위 아래로 20도를 제공합니다. 최대 락 거리는 10해리 정도입니다. 만일 목표가 락 된다면, 레이더는 STT 로 변경됩니다.



4-39: 자동 기총 모드

플러드(FLOOD) 모드

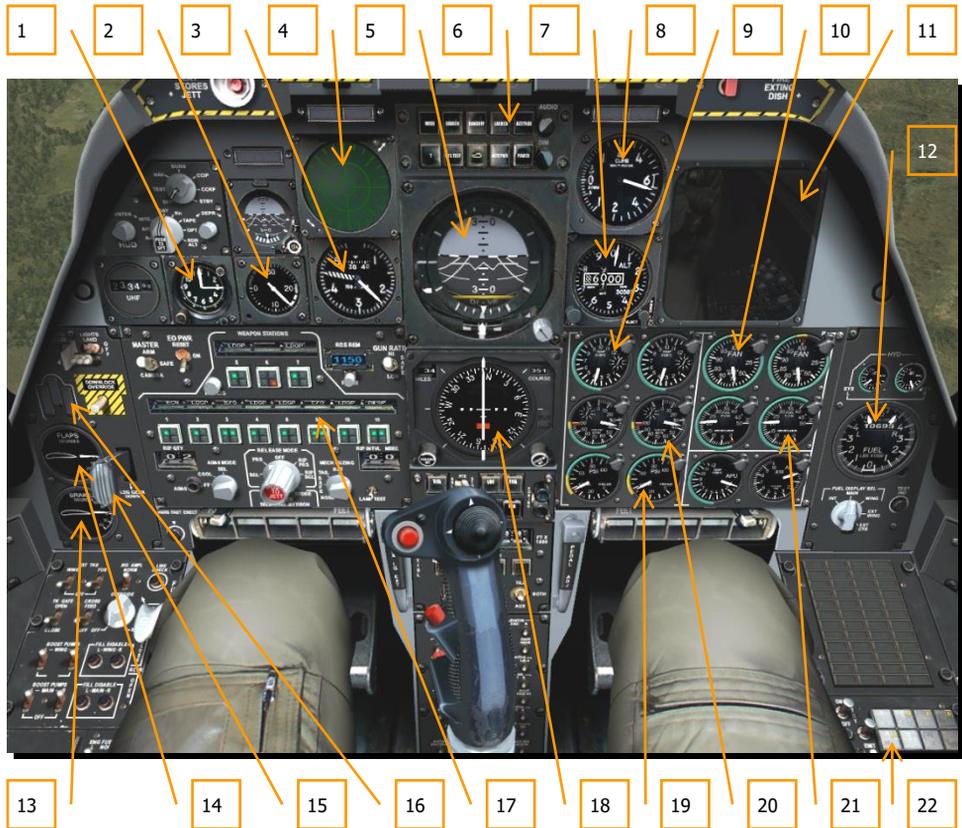
[6] 키에 배정되어 있는 플러드 모드는 AIM-7M 을 사용하는 근거리 교전에 사용됩니다. 안테나는 12도 모양의 콘 지역에 지속적 웨이브 에너지를 쏟아냅니다. 플러드 모드에서는, 레이더는 실제로 절대 목표를 락 하지 않으며, 그 대신에 미사일에 있는 시커가 플러드 원 안의 가장 큰 레이더 크로스 섹션(RCS) 객체로 유도하게 됩니다. 플러드 교전거리는 10해리로 제한됩니다. 이때, VSD 와 HUD 에 "FLOOD"가 표시됩니다.



4-40: 플러드 모드

A-10A 조종석 계기

A-10A는 전장에 있는 장병들의 근접 항공 지원을 위해 디자인된 기체입니다. 이 기체는 이러한 작업을 이뤄내기 위한 주요 장비들을 장착하고 있지만 레이더는 포함되지 않습니다.



4-41: A-10A Instrument Panel

A-10A 조종석의 주요 계기는 네 개의 비행 성능 모니터링, 파워 시스템, 그리고 컨트롤 시스템입니다. 조종석 우측 상단에 있는 텔레비전 모니터(TVM)의 경우 현재 선택된 AGM-64 매버릭 전술 공대지 미사일(TASM)의 화면을 직접 보여주고 있습니다.

이 TVM 은 다가능 디스플레이(MFD)가 아닙니다.

1. 시계.
2. 받음각 (AoA) 지시계
3. 대기속도 지시계
4. 레이더 경고 수신기 (RWR) 디스플레이
5. 자세 지시계 (ADI)
6. RWR 컨트롤 패널
7. 고도계
8. 수직 속도 지시계 (VVI)
9. 내부 터빈 온도 지시계 (L & R)
10. 팬 속도 지시계 (L & R)
11. TV 모니터
12. 연료 량 지시계
13. 에어브레이크 위치 지시계
14. 플랩 위치 지시계
15. 랜딩 기어 핸들
16. 랜딩 기어 위치 표시기
17. 무장 컨트롤 패널
18. 수평 상태 지시계 (HSI)
19. 엔진 오일 압력 지시계 (L & R)
20. 엔진 코어 속도 지시계 (L & R)
21. 연료 흐름 지시계
22. ECM 패널



4-42: 윗쪽 계기

1. 가속계
2. AoA 인덱서
3. HUD
4. 마그네틱 나침반

TV 모니터 (TVM)

텔레비전 모니터(TVM)는 AGM-65 매버릭의 시커 화면을 직접 보여주게 됩니다. AGM-65 운용 모드에 대한 자세한 정보는 해당 섹션을 참고 해 주시기 바랍니다.



4-43: TV 모니터 AGM-65

레이더 경고 수신기 (RWR)

A-10A의 레이더 경고 수신 시스템은 두 개의 컴포넌트로 구성되어 있습니다. 계기 패널의 좌측 상단에 있는 레이더 경고 수신기 (RWR)는 발신되고 있는 라디오 시그널을 표시하거나 기체를 "그려주는" 역할을 합니다.



4-44: RWR 디스플레이

위협 정보는 symbol 형태로 표시가 되는데, 위협의 타입과 방위 정보를 보여줍니다. 두 번째 요소는 레이더 경고 수신 컨트롤 패널인데, 이것은 HUD 밑에 위치하고 있습니다. 이것을 이용하여 운용모드에 따라 정보를 필터링 하여 보여줄 수 있게 합니다. 레이더 경고 장비에 대한 자세한 정보와 작동방식은 해당 챕터에서 확인 해 주시기 바랍니다.

비행속도 지시계

비행속도 지시계는 RWR 화면의 바로 밑에 있습니다. 여기에는 현재 기체의 보정 대기속도 (CAS)를 보여줍니다. 계기의 표현 스케일은 50에서 500 노트 까지입니다. 다만 여기에 나온 정보는 HUD의 정보와 약간의 차이가 있을 수 있습니다. 비행의 안전을 위한 속도 제한 화살표가 있습니다.



4-45: 비행속도 지시계

받음각 (AoA) 지시계

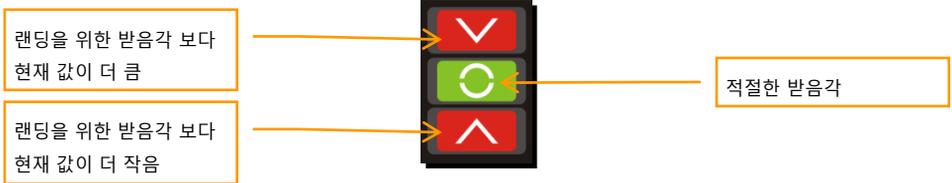
AoA 지시계는 계기 패널에 있는 비행속도 지시계의 좌측에 있습니다. 이것은 0 부터 30 유닛까지의 제한 내에서 현재의 받음각을 표시 해 줍니다. 받음각 값은 받음각의 해당 각도 값이 아닌점을 주의 해 주시기 바랍니다. 참고적으로 착륙을 위한 적절한 범위는 15와 21유닛 정도입니다.



4-46: 받음각 (AoA) 지시계

받음각 (AoA) 인덱서

받음각 인덱서는 HUD 프레임의 좌측에 위치 해 있습니다. 인덱서는 착륙을 수행할 시 정보를 알려주는 세 개의 기호로 구성되어져 있습니다. 만일 윗쪽 지시등에 불이 들어오면, 현재의 받음각이 너무 크고 비행속도가 느리다는 것을 의미합니다. 만약 하단의 지시등에 불이 들어오면, 현재의 받음각이 너무 작으며 비행속도도 너무 빠르다는 것을 의미합니다. 만일 가운데 지시등에 불이 들어 온 채로 아래나 위 지시등이 동시에 들어올 경우에는, 착륙을 위해 필요한 받음각에서 약간 틀어져 있다는 것을 나타냅니다.



4-47: 받음각 인덱서

자세 지시계 (ADI)

ADI 는 계기 패널의 가운데 부분에 위치 해 있습니다. 자세구는 중앙에 있는 기체를 나타내는 미니어처인 "W"에 대해 현재의 피치와 뱅크 각도를 보여줍니다. 피치 스케일은 5도 단위이며, 뱅크 스케일은 10도 단위입니다. 구체 위에는 수직과 수평 막대가 계획된 루트에 대한 코스와 높이 편차를 나타내고 있습니다. 계기 착륙 시에, 이 막대가 나타내는 편차가 크지 않도록; 그리고 "+" 마커가 되도록 노력해야 합니다.

이 계기의 하단에는 슬라이드 슬립 지시자가 있습니다. 러더를 이용하여 이러한 슬립을 없애는데 도움을 받을 수 있습니다. 슬립 바늘이 항상 중앙에 위치하도록 노력하여야 합니다.



4-48: ADI

수평 상태 지시계 (HSI)

HSI는 적절한 heading과 계획된 루트의 플라이트 패스에 정렬할 수 있도록 도움을 주는 데 목적이 있습니다. 이 장비는 인루트와 어프로치 시에 라디오 비컨과 내부 항법 시스템 (INS)를 이용합니다. 돌아가는 나침반은 윗쪽 방위 라인 대비 기체의 현재 heading을 보여줍니다. 코스 화살표는 다음 웨이포인트의 코스를 보여주거나, 선택 된 비행장을 가리킵니다. 나침반의 중앙에는, 움직이는 코스 편차 지시계(CDI)가 있어, 현재의 코스 편차 스케일에 따라 움직이게 됩니다. 이것은 현재 선택 된 코스에 대한 편차를 나타냅니다. 랜딩을 위한 글라이슬로프 접근 시, CDI는 착륙 코스 (로컬라이저)에 대해 현재의 편차를 보여주게 됩니다. 이러한 상황에서는 ADI의 수직 막대와 동일하게 동작합니다.

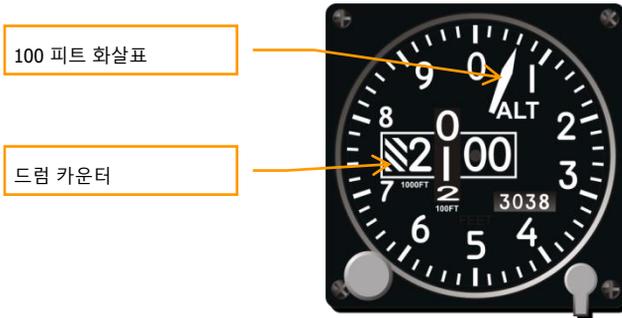
계기 패널의 우측 상단에는, 설정 된 코스 값이 보입니다. 좌측 상단에는, 현재 웨이포인트까지의 거리가 보여집니다. 거리는 해리로 기록되게 됩니다.



4-49: HSI

고도계

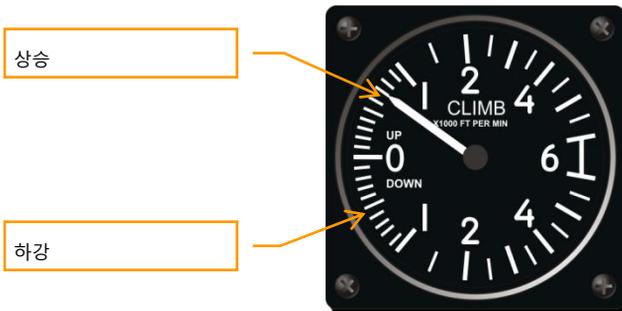
고도계는 기압 고도 측정을 위한 것입니다. 스케일 팩터는 20피트입니다. 지시계 안에 디지털 숫자 또한 고도를 보여주고 있습니다.



4-50: 고도계

수직 속도 지시계 (VVI)

VVI 는 수직 속도율을 측정하기 위해 있습니다. (상승 혹은 하강률, 분당 피트 단위). 고도가 증가할 때에는 시계방향으로 움직이며, 고도를 잃을 때에는 반시계 방향으로 움직입니다.



4-51: 수직 속도 지시계

가속계

가속계는 현재의 포지티브와 네거티브 G 부하를 보여줍니다. G 마커는 최대 허용 가능한 포지티브와 네거티브 부하를 나타내고 있습니다. 이러한 계기의 표시값은 독립적이며, HUD 에 나타나 있는 값 만큼 정확한 값은 아닙니다.



4-52: 가속계

인터스테이지 터빈 온도 지시계

두 개의 내부 터빈 온도 지시계는 고압과 저압 터빈의 배출 가스 온도를 보여줍니다. 온도는 섭씨 온도로 측정됩니다.



4-53: 인터스테이지 터빈 온도 지시계

엔진 코어 속도 지시계

두 개의 엔진 코어 속도계는 엔진 컴프레셔와 연결되어 있는 터빈 스피드를 확인하기 위한 것입니다. 측정값은 최대 속도 대비 퍼센트 단위로 표시됩니다.



4-54: 엔진 코어 속도계

오일 압력 표시계

두 개의 엔진 오일 압력 게이지는 양쪽 엔진의 현재 오일 압력을 확인하기 위한 것입니다. 만일 오일 압력이 27.5 유닛 이하로 떨어지게 된다면, 주의(caution) 패널에 경고등이 들어오게 됩니다.



4-55: 엔진 오일 압력 표시계

팬 속도 지시계

두 개의 팬 속도계는 엔진 팬과 연결된 터빈의 속도를 확인하기 위한 것입니다. 측정값은 최대 속도 대비 퍼센트 단위로 표시됩니다.



4-56: 팬 속도 지시계

팬 속도 지시계는 TF-34 엔진 추력을 나타냅니다.

연료 흐름 지시계

두 개의 연료 흐름계는 각 엔진의 연료 흐름을 보여줍니다. 연료 흐름의 단위는 시간 당 파운드입니다.



4-57: 연료 흐름 지시계

플랩 위치 지시계

플랩 위치 지시계는 플랩의 꺾임 정도를 각도로 나타내고 있습니다.



4-58: 플랩 위치 지시계

에어브레이크 위치 지시계

A-10A 는 벌어지는 에일러론을 에어 브레이크로 사용합니다. 에어브레이크 포지션 지시계는 이러한 스폴릿 에일러론의 윗쪽과 아랫쪽 면의 벌어짐 각도를 보여주고 있습니다.



4-59: 에어브레이크 위치 지시계

연료량 지시계

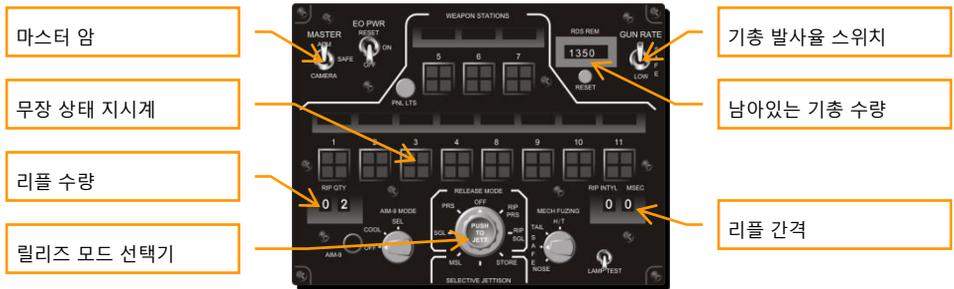
연료량 지시계는 기체의 연료탱크에 있는 남아있는 연료의 양을 나타냅니다. 기계식 게이지는 총 연료량을 보여주고 있습니다. 지시계에 있는 화살표는 좌측과 우측 연료탱크의 양을 6,000 파운드까 남아있을 때 부터 보여주게 됩니다. 연료 량의 단위는 파운드입니다.



4-60: 연료량 지시계

무장 컨트롤 패널 (ACP)

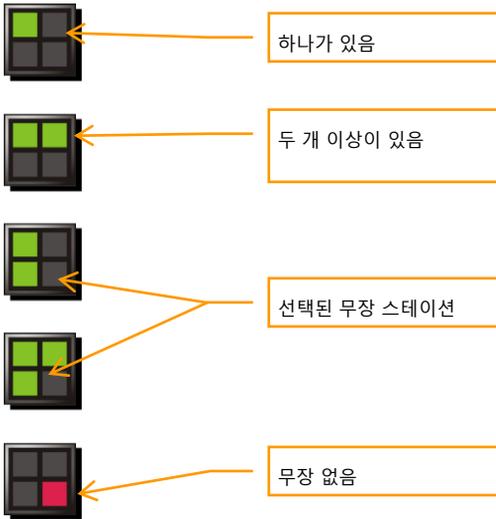
무장 컨트롤 패널은 계기 패널의 좌측 하단 코너에 있습니다.



4-61: 무장 컨트롤 패널

ACP 는 무장을 선택하거나 무장 발사 옵션을 세팅하거나, 혹은 현재 무기의 상태를 나타내기 위한 계기입니다. 릴리즈 모드 노브를 이용해서, 무유도 폭탄 [LShift-Space] 등의 릴리즈 모드를 선택할 수 있는데; SGL 단일 릴리즈 폭탄 모드, PRS 페어 모드로써 두 개의 폭탄이 릴리즈, RIP PRS 리플 페어즈 릴리즈 모드는 릴리즈 단위마다 두 개의 폭탄이 떨어지며, RIP SGL 의 경우 릴리즈 단위마다 한 개의 폭탄이 투하됩니다. 리플 릴리즈 모드에서는 [LCtrl-Space] 키를 이용하여 몇 개의 폭탄이

투하될 지 결정할 수 있습니다. 선택 된 숫자는 ACP 의 좌측 파트에 숫자로 표기 될 것입니다. 또한 이곳에서 폭탄이 투하 될 간격을 설정 할 수도 있습니다. 이것은 폭탄이 터지는 거리를 결정할 수 있게 합니다. 이러한 간격을 늘리기 위해서는 [V]키를 누르면 되고 [LShift-V] 키를 눌러 간격을 줄일 수 있습니다. 간격 세팅은 ACP 의 우측 하단부에 숫자로 보여지게 됩니다. 투하 간격의 경우 밀리세컨드 단위로 설정할 수 있으며 최대 설정값은 5 밀리세컨입니다.



4-62: 무장 상태 지시계

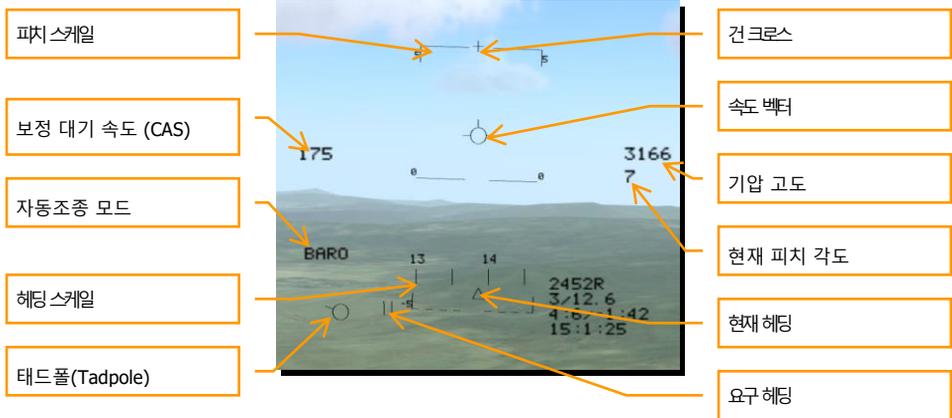
무장 상태 지시계는 무장 스테이션에 있는 무기의 사용 가능 혹은 준비상태를 보여주고 있습니다. 위에 있는 두 개의 녹색 지시계는 해당 스테이션에 있는 무기의 수를 나타냅니다. 만일 두 개 이상의 무장이 해당 스테이션에 있을 경우 두 개의 등이 들어오게 됩니다. 만일 단 하나의 무기가 해당 스테이션에 있다면, 하나의 등만 들어오게 됩니다. 스테이션이 비어있을 경우에는, 아래쪽에 있는 빨간 지시등이 들어옵니다.

좌측 하단의 등은 무기가 현재 충전되어 사용 가능함을 나타내고 있습니다. 무장의 종류를 바꿈에 따라 적절한 무장 스테이션이 선택 될 것입니다.

A-10A HUD 그리고 TV 모니터 운용 모드들

기본 HUD 심볼

운용 모드에 상관없이 몇 그룹의 기호들은 HUD 상에 계속 남아있습니다.



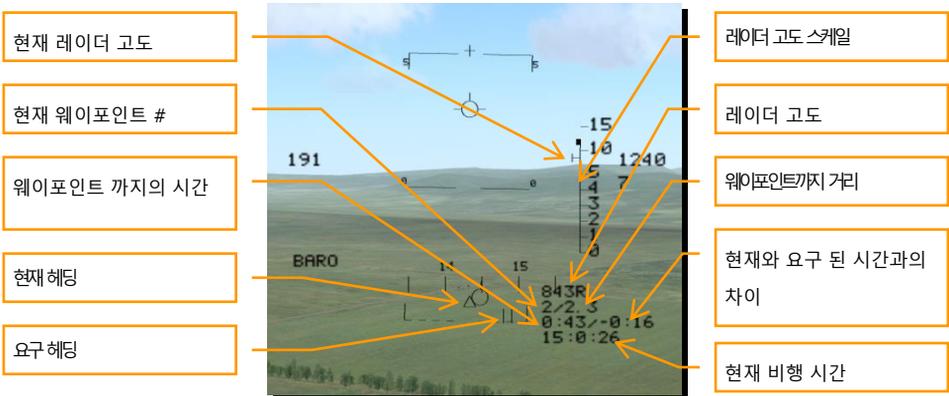
4-63: A-10 기본 HUD 기호

- 헤딩 테이프는 HUD의 중앙 하단에 위치해 있습니다. 여기서 기체의 헤딩을 5도 단위로 보여주게 됩니다. 테이프의 중앙에는 현재의 헤딩을 보여주는 꺾쇠가 보입니다. (예를 들어 테이프의 14는 140도를 나타내는 값입니다)
- 디지털 속도계, HUD의 좌측에 위치해 있으며, 보정 대기속도를 노트 단위로 나타내고 있습니다.
- 고도계, HUD의 우측에 위치해 있으며, 대기 고도를 피트로 나타내고 있습니다. BARO 기호가 HUD의 좌측 하단에 표시될 것입니다.
- 숫자로 된 피치 값 표시기가 고도 지시기 밑에 있으며, 현재 기체의 피치 각도를 표시해주고 있습니다.
- 총 속도 벡터 지시기는 HUD 내에서 표시되며, 현재 기체의 비행방향을 나타내어 줍니다. 만일 속도 벡터가 HUD를 벗어나 있고, 비행방향을 보여주지 못할 때에는, 기호가 깜빡이게 됩니다.

- 태드폴은 원 바깥에 작대기가 하나 있는 형태입니다. 선택 된 웨이포인트에 도달하기 위해서는, 속도벡터를 태드폴에 맞춰주시기 바랍니다. 태드폴이 벨로시티 벡터 아래에 놓이게 되고, 이 작대기가 HUD의 윗부분을 가리킨다면, 정상적인 루트로 비행하는 중이라는 의미입니다.

항법 (NAV) 모드

항법 (NAV) 모드에서는, HUD는 조종사가 하나의 웨이포인트에서 다음으로 이동할 수 있도록 많은 종류의 항법 정보들을 HUD에 표시해 줍니다.



4-64: 라디오 고도 스케일이 있는 항법 모드의 HUD 기호

항법 [1] 모드에서는, HUD의 우측 하단에 정보를 보여주는 데이터블록이 있습니다. 기능은 다음을 포함합니다:

- 데이터 블록의 가장 첫 정보는 디지털 레이더 고도입니다. 여기에서는 지상에서 부터 기체까지의 거리를 나타내고 있습니다.
- 레이더 고도 밑에는, 현재 선택 된 웨이포인트의 숫자가 표시되고 있습니다. 웨이포인트 숫자는 [LCtrl-] 키를 통해 순환이 가능합니다. 웨이포인트를 변경하고 항법 데이터를 정확한지 확인해 보고자 할 경우, 기체는 반드시 항법 모드에 있어야 합니다. "/" 사인 이후에 나오는 숫자의 경우에는, 해리 단위로 선택 된 웨이포인트 까지의 거리를 보여줍니다.
- 다음 데이터 라인에는, 선택 된 웨이포인트 까지 남아있는 시간을 보여줍니다. 숫자 다음에 나오는 "/"는 조종사에게 해당 스테이션 까지 설정 된 시간에 앞서는지, 늦는지에 대한 기호입니다.

- HUD 에 있는 다이아몬드 기호는 레이저로 지정 된 목표물에 대한 심볼입니다.
- 데이터 블록의 가장 마지막은 현재의 미션 시간이 나옵니다.
- 작은 수직으로 된 두 개의 라인이 헤딩 스케일에 있는데, 이것은 선택 된 웨이포인트를 나타내어 주고 있습니다. 헤딩 꺾쇠와 이 선을 일치시키게 된다면, 선택 된 웨이포인트로 비행을 하고 있다는 의미입니다.
- 오토파일럿 모드는 HUD 의 좌측에 표시되며, 세 가지의 모드가 있습니다:

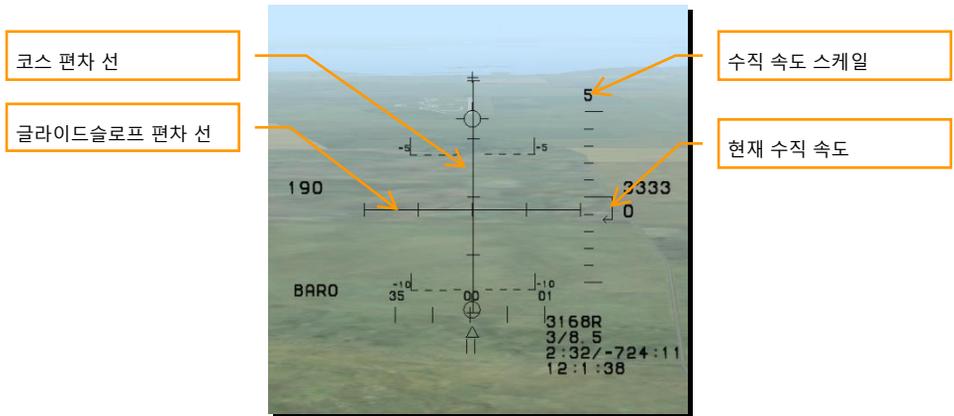
메세지	오토파일럿 작동 모드
PATH HLD	설정 된 코스를 따라감
ALT HLD	설정 된 비행고도를 따라감
BARO	오토파일럿 꺼짐

계기 착륙 시스템 (ILS) 모드

계기 착륙 시스템 (ILS) 모드에서는 계기 접근과 착륙을 위한 정보들이 표시되게 됩니다.

착륙 모드로 들어가기 위해서는, NAV [1] 키를 눌러 주시기 바랍니다. HUD 의 우측 부분을 따라 야날로그 레이더 고도계가 표시됩니다. 지시기는 1,500 피트 이하로 내려가게 될 경우에 수직 스케일을 따라 움직이면서 레이더 비행고도를 보여주게 됩니다.

만일 당신이 랜딩 모드일 경우 ILS 인터셉트 지점에 다다르게 될 경우, 코스와 글라이드스코프 편차 막대가 HUD 의 중앙에 보여지게 됩니다. 수평 바 (글라이드 슬로프)는 착륙 글라이드 슬로프와의 수직 편차를 보여주고 있습니다. 수직 막대는 기체의 랜딩 코스 (로컬라이저)와의 편차를 보여주게 됩니다. 두 개의 막대가 서로 십자가 형태로 겹치게 된다면, 기체는 적절한 코스와 적절한 착륙 글라이드 슬로프를 따라 비행한다는 의미입니다.



4-65: 계기 착륙 모드 HUD 기호

적절한 착륙 접근을 유지하기 위해서는, 수직 속도 지시계 (VVI)와 함께 HUD 프레임의 우측에 있는 받음각 등을 지속적으로 관찰 해 주어야 합니다.

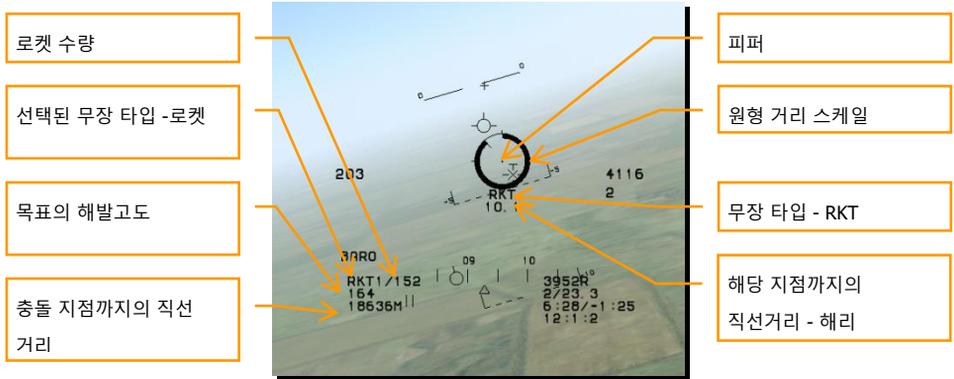
내부 기총 및 비유도 로켓 (RKT) 운용 모드

건과 로켓은 HUD 기호의 일반 셋을 사용합니다.

만일 [7] 키를 눌러 공대지 모드가 선택되어져 있다면, GAU-8A 30mm 캐논 토클키인 [C]키를 이용하거나 [D] 키를 여러번 눌러 로켓을 선택할 수 있습니다. 이 모드에서는, HUD 에 가운데 피퍼가 있는 십자선이 표시됩니다. 원의 안쪽에는 거리 시계가 있는데 이는 피퍼 밑에 있는 지상까지의 사선 거리가 줄어들에 따라 반시계 방향으로 풀리듯 돌아가게 됩니다. 숫자로 된 이 사선 거리는 십자선 밑에도 해리 단위로 보여지게 됩니다.

로켓이 선택되었을 경우, "RKT" 표시기가 십자표시 밑에 보여지게 됩니다.

피퍼는 지속적으로 계산되는 충돌 지점 (CCIP) 로 간주됩니다. 이게 뜻하는 것은, 추측 된 거리가 적절하다면, 당신이 무기를 발사했을 경우, 피퍼 밑에 있는 지점에 해당 무기가 도달한다는 의미입니다. 알아두셔야 할 것은, 로켓은 지역 공격 무기이며 조준 된 지점 주변에 넓게 퍼지며 충돌하게 될 것입니다.



4-66: GAU-8A 와 RKT 발사 모드 HUD 기호

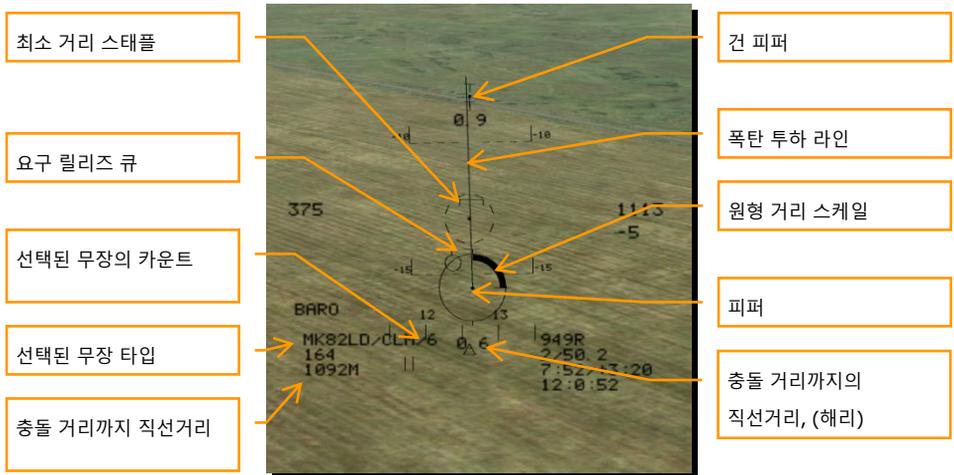
무기 모드에서는, HUD의 좌측 하단 코너에 데이터 블록이 표시 될 것입니다. 이것은 세 개의 줄로 구성되어져 있습니다. 가장 윗 줄은 선택 된 무기와 함께 해당 무기의 남아있는 수량을 나타내고 있습니다. 두 번째 줄은, 무기 피퍼 밑에 있는 지상으로부터의 기압고도를 미터 단위로 보여줍니다. 세 번째 줄은 무기 피퍼 밑에 있는 지형의 지점 까지의 거리를 미터로 나타내고 있습니다.

비유도 폭탄 운용 모드

비유도 폭탄을 위한 게임상의 딜리버리 모드는 두 가지가 있습니다 : 지속 총돌지점 계산(CCIP) 모드와 지속 투하포인트 계산 (CCRP) 모드입니다.

CCIP 모드에서, CCIP의 피퍼를 시각적으로 조준하게 됩니다. 폭탄의 비행시간은 해당 무기의 탄도학 특성과, 투하될 때의 초기 속도와 고도에 의해 결정됩니다. 높은 드래그 계수값을 가진 폭탄이나 브레이킹 장치가 있는 경우에는 꺾적이 매우 꺾이게 됩니다. 이로 인해 조준 피퍼가 저고도에서는 종종 HUD의 밑쪽에 보이게 됩니다. 이러한 폭탄을 사용할 때에는 높은 고도와 높은 속도에서 사용하는 것이 바람직합니다.

CCIP와 CCRP의 특화된 HUD 기호는 다음과 같습니다:



4-67: CCIP 투하 모드 HUD 기호

- 지속적으로 보여지는 건 피퍼는 탄환의 총돌지점을 보여주고 있습니다. 총돌 지점에 대한 사선 거리는 피퍼 밑에 마일로 표기됩니다. 만일 "X"가 피퍼에 표시 될 때에는, 총돌 지점이 정확하지 않다는 것을 의미합니다.
- 폭탄의 하강 라인인 리플 릴리즈로 폭탄을 투하할 시 보여지게 됩니다.
- 피퍼는 폭탄의 총돌 지점을 보여줍니다.
- 피퍼 주변의 원으로 표시 된 거리스케일은 2마일 부터 총돌지점까지의 거리를 보여주게 됩니다.
- 총돌 지점까지의 거리는, 마일 단위로 폭격 원호에 디지털로 표시됩니다.
- 폭탄 하강 라인에는 두 개의 막대기가 있습니다. 피퍼와 가까운 쪽에 있는 막대는 요구 릴리즈 큐 (DRC)로써 적절한 투하 고도입니다. 좀 더 멀리있는 막대는 최소 거리 스탭플 (MRS)로써 최소 투하 안전고도를 나타냅니다. 최소 안전 고도는 파편의 확산 패턴에 의해 결정됩니다.
- 선택된 무장의 타입과 남은 수량이 HUD 좌측 하단에 표기됩니다. 지형의 고도와 거리 또한 미터 단위로 표시됩니다.

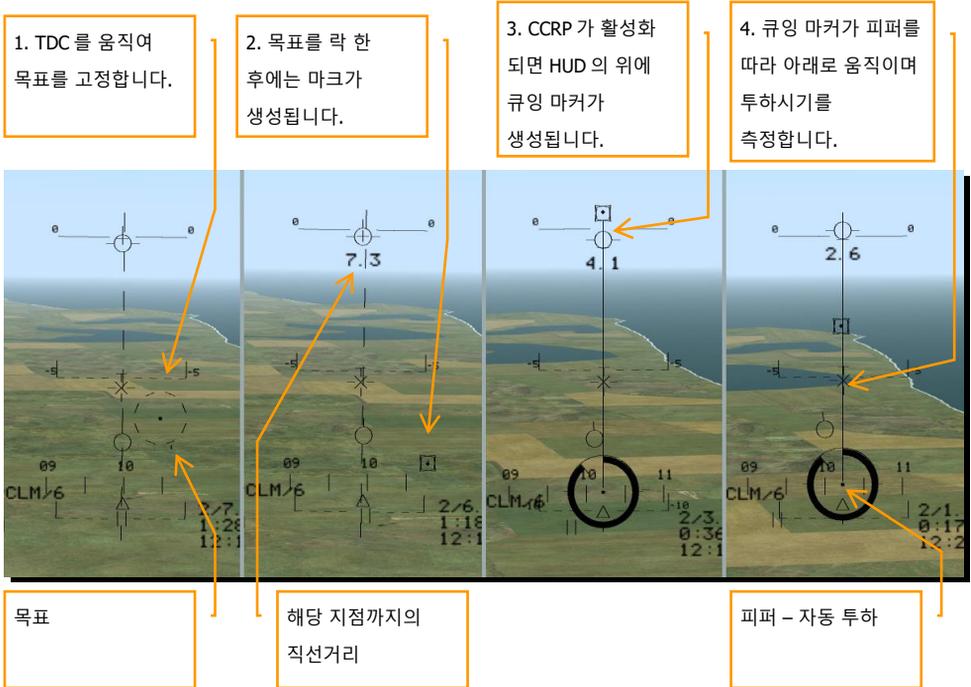
CCRP 모드는 일반적으로 목표가 "기수 아래에 위치" 하고 있으며 수평 비행을 할 때 사용됩니다. 목표는 먼저 목표 지정 커서 (TDC)와 화기 관제 컴퓨터 (FCC)에 의해서 조준 된 상태여야 합니다. TDC는 피퍼가 안에 들어있는 점선 형태의 사각형으로 보입니다. 지형의 특정 지점을 지정함으로써,

FCC 는 언제 폭탄을 투하해야 할 지에 대해 자동적으로 계산을 할 수 있습니다. 조종사는 단순하게 목표 방향을 향해 비행 해 가면 됩니다.

TDC 는 [L], [I], [M], [E] 키들을 통해 움직일 수 있습니다. TDC 가 원하는 목표 위에 오게 되면 [Enter] 키를 눌러 해당 위치를 FCC 에 락 시켜주어야 합니다. 사각형의 목표 마커가 목표 지역에 위치하게 됩니다.

CCRP 스티어링 모드를 활성화 하기 위해서는 [O] 키를 눌러주어야 합니다. 목표 마커가 HUD 의 윗부분에서 움직이며 조종사가 릴리즈 포인트에 도달하기 위해 필요한 조향값을 알려줍니다. 정확한 비행을 위해서는, 조종사는 타겟 마커를 라인 위에 위치시킬 필요가 있습니다. 릴리즈 포인트가 가까워짐에 따라, 타겟 마커는 폭탄 하강 라인을 따라 내려오게 됩니다. 이 라인이 피퍼에 도달하게 되면 폭탄은 자동적으로 투하 될 것입니다.

CCRP 프로세스는 아래 그림을 참조 해 주시기 바랍니다.



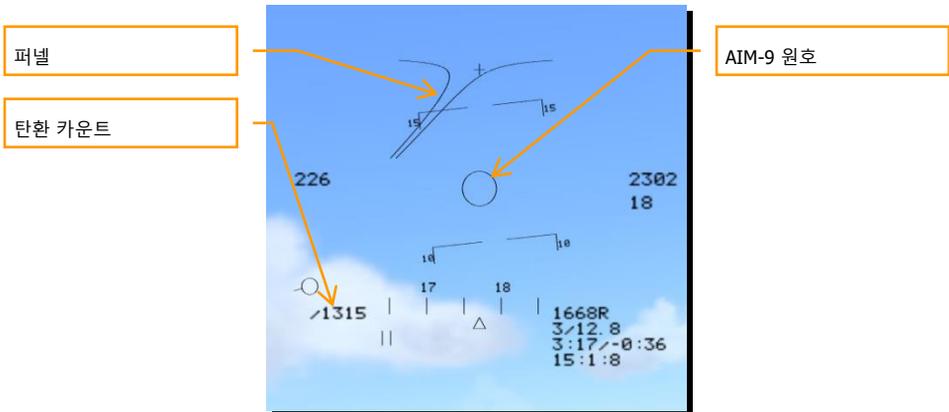
4-68: CCRP 폭격 모드 HUD 기호

목표가 목표 지정기에 의해 마커가 되자마자, 목표까지의 거리가 마일 단위로 속도 벡터 지시기에 표시됩니다.

공대공 무장 발사 모드

A-10A 같은 경우에는 GAU-8A 와 단거리 공대공 미사일을 동시에 사용할 수 있습니다. 공대공 미사일 사용 모드는 [2] 또는 [3] 키로 활성화가 가능하며, AIM-9M 적외선 미사일과 GAU-8A 기관포를 사용하기 위해 필요한 목표 정보는 HUD 에 표시됩니다. 이 모드에서의 HUD 기호는 다른 HUD 모드와 거의 동일하나 다음의 차이점이 있습니다:

- HUD 에는 원이 나타나며, 이것은 미사일 시커의 방위 제한값을 보여줍니다. 목표에 시커를 락 시키기 위해서는, 이 원 안에 목표물이 들어오도록 기체를 조종해야 합니다. 만일 시커가 목표를 락 할 수 있을 경우에는, 고피치의 락 톤을 들을 수 있으며, 시커 원은 시커 락이 풀릴 때 까지 목표를 추적하게 됩니다.
- 건 퍼널(갈대모양)은 HUD 의 상단부에 위치 해 있으며 AIM-9의 시커 원 보다 높은곳에 있습니다. 이것은 탄환의 예측 비행경로를 보여주고 있습니다. 공중의 적기를 향해 사용 할 때는, 퍼널의 라인에 적기의 날개 끝이 맞도록 맞추어야 합니다. 주어진 퍼널은 전투기 크기의 비행체에 맞추어져 있습니다. 큰 비행기에 적용하기 위해서는 그에 맞게 알아서 조준 해야 합니다.

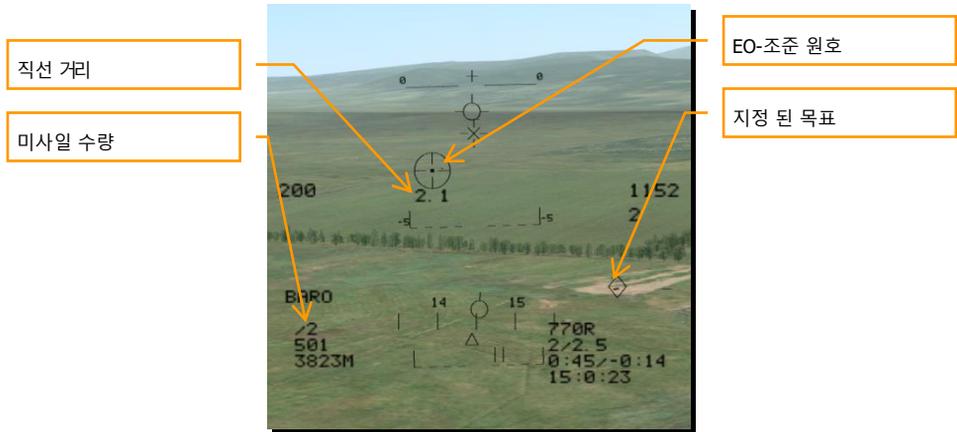


4-69: AA 모드 (기총 - 미사일)

AGM-65 유도 미사일 운용 모드

A-10A의 경우 레이더가 없기 때문에, 목표를 획득하기 위해서는 조종사의 눈과 AGM-65 매버릭 시커에 의존해야 합니다. A-10A는 두 가지의 매버릭 탑재가 가능한데, 각각은 다른 종류의 시커를 사용합니다. 하나는 주간 TV-유도이며 다른 하나는 적외선 유도방식입니다.

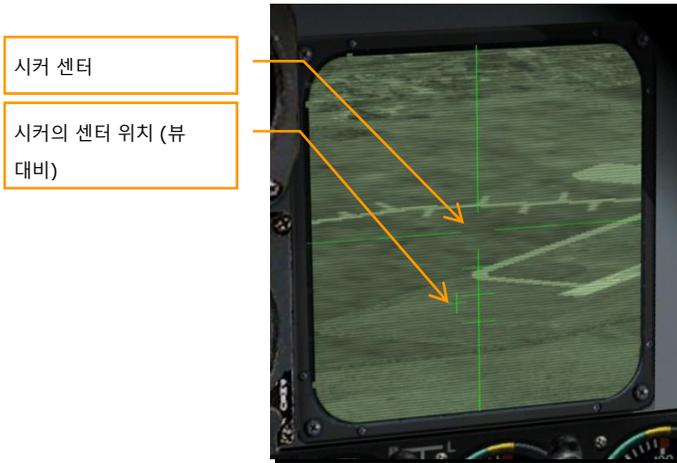
AGM-65 발사 모드는 조종사에게 HUD와 TVM에 시커의 위치를 보여주는 원과 시커 짐벌 제한과 목표까지의 거리를 제공합니다. AGM-65K는 3마일 전부터 목표를 락 할 수 있으며, AGM-65D의 경우 8마일 정도에서부터 락이 가능합니다.



4-70: AGM-65 발사 모드

선택된 미사일의 시커는 TV 모니터(TVM)에 바로 영상으로 보이게 됩니다. TVM은 대쉬의 우 상단에 위치해 있습니다. 선택된 미사일 타입은 TVM에 보여지는 이미지로써 결정됩니다. AGM-65K의 이미지는 흑백 TV처럼 보이며, AGM-65D 이미지의 경우에는 16색 단계의 회색-녹색 영상처럼 보입니다.

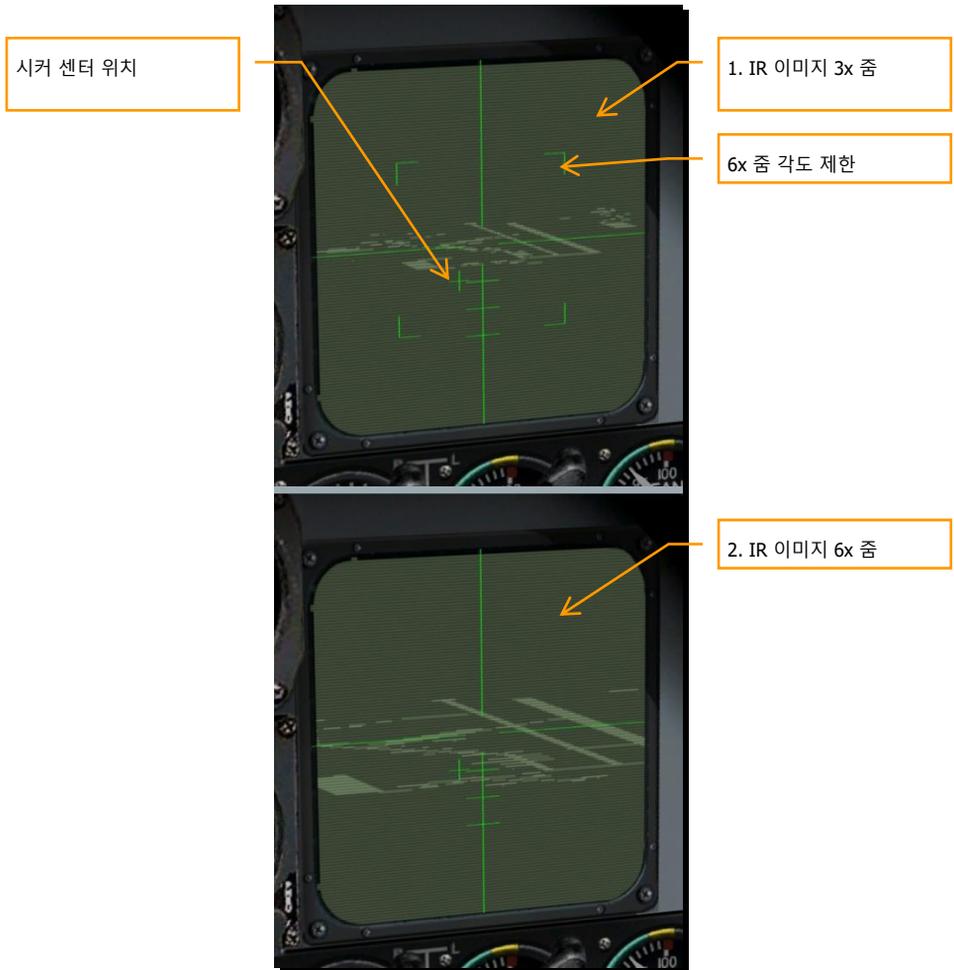
AGM-65K와 AGM-65D 모두 3x 배율 레벨을 가지고 있습니다. 그러나 AGM-65D의 경우 6배율까지도 가능합니다. [-] 키와 [=] 키를 이용하여 AGM-65D의 배율의 조정이 가능합니다. TVM에 있는 브라켓을 통해 AGM-65D의 6배율 확대지점을 알 수 있습니다.



4-71: AGM-65 TVM 화면

매버릭을 사용하기 위한 첫 스텝은 목표를 획득하는 것입니다. **[L], [I], [V], [E]** 키들을 이용하여 짐벌 제한 내에서 시커를 이동시킬 수 있습니다. 시커의 화면을 이동시킴에 따라, HUD 에 있는 매커릭 원이 따라 움직이면서 시커가 보는 방향을 표시하게 됩니다. 해당 원은 점선으로 되어져 있으며 중앙에 피퍼가 있습니다. 매버릭 원의 밑에는 피퍼로 부터 목표 까지의 거리를 표시 해 주고 있습니다. 이와 동시에, TVM 에 있는 이미지는 매버릭 시커가 보는 곳을 보여주게 됩니다. HUD 와 TVM 을 이용하여 목표를 식별하는 데 활용할 수 있습니다.

피퍼가 목표물의 근처에 위치했다면, **[Enter]** 키를 눌러 해당 지형 지점에 시커가 위치하도록 만들 수 있습니다. 이렇게 되면 시커가 해당 지상에 고정되게 됩니다. 이후, 슬류(이동) 키를 이용하여 HUD 의 원이나 TVM 목표 십자가를 목표위에 위치시키기 바랍니다. 거리가 적당하다면, 시커는 목표에 자동으로 붙게 되며 락을 하게 됩니다. 이후에는 목표를 쫓게 되며 가능할 때 까지 목표에 대한 락을 풀지 않습니다. TVM 의 십자가가 반짝거린다면, 목표에 락이 되었으며 미사일을 발사할 수 있다는 의미입니다.



4-72: AGM-65 TVM

TVM에는 기체의 종단축에 대한 시커의 위치가 십자가 형태로 표시됩니다. 이 십자가가 깜빡인다면, 정상적으로 락이 되었다는 뜻입니다. 만일 이 십자표시가 TVM 중심으로 부터 왼쪽 하단에 위치해 있다면, 미사일 시커는 하단 왼쪽을 보고 있다는 의미입니다. 시커의 짐벌 제한은 ± 60 도 인지만, 미사일을 발사하기 위해서는 ± 30 도 이내에 위치해야 합니다.



5

타겟팅 시스템

타겟팅 시스템

현대의 기술은 공중이나 지상 물체를 수십키로에서 수백키로 떨어진 물체까지 탐지 해 낼 수 있습니다. 레이더들, 광학 조준 시스템, 적외선 시스템과 레이저 거리 측정 및 목표 지정기 등이 모두 현대의 전투기에 탑재 된 시스템들입니다. 물론 몇 가지 컨셉의 차이점에도 불구하고, 게임에 존재하는 레이더는 AN/APG-63 (F-15C), N-001 (Su-27, Su-33), 그리고 N-019 (Mig-29)의 경우 펄스-도플러 레이더이며 동일한 운영 요소와 제한을 가지고 있습니다.

근접 항공 지원(CAS) 기체는 보통 레이더가 없습니다. 이는 저고도에서 비행하는 약간 단순화 된 전투기에 비싼 레이더를 탑재하는 것이 그다지 적합하지 않기 때문입니다. 이러한 기체들은 보통 목표 확보를 위해 시각요소에 주로 의존하게 됩니다.



5-1: A-10 페이브 패니 포드

A-10A의 내부 항법 시스템과 LASTE 시스템은 비유도 탄약의 목표 계산에 사용됩니다. 매버릭 같은 미사일의 경우에는, 포함 된 시커를 돕는 데 목적이 있습니다. 시커에서 부터 얻게 되는 이미지들은 조종석에 있는 TV-모니터 (TVM)에 보여지게 됩니다. 이 TVM 이미지를 이용하여, 조종사는 가시거리 밖에 있는 목표를 추적하거나 확인할 수 있게 됩니다. 전진 항공 관제관(FAC)들과 협업하거나 정확한 목표의 위치를 확인하기 위해서, 기체 내부에는 "페이브 패니" 포드를 장비하고 있는데, 이 장비로

레이저 에너지의 반사를 탐지할 수 있습니다. 이 페이브 패니 포드는 제 삼자로 부터 목표에 뿌려지게 되는 레이저 에너지도 탐지할 수 있습니다. 페이브 패니는 능동 지정이 불가능하기 때문에, 자체적으로 목표를 지정할 수는 없습니다.

러시아 기체인 Su-25의 경우 단순한 건사이트를 가지고 있는데, 이는 레이저 거리 탐지기와 일루미네이터와 연동됩니다. 이 시스템은 무유도 탄약의 충돌 지점을 계산하며 미사일이나 수동 레이저 추적 시커를 위해 목표를 지정할 수 있습니다.



5-2: Su-25에 장착되어져 있는 레이저 거리-탐지 목표 지정장비 "Klen"

Su-25T의 경우 CAS 기체이며, 조금 더 복잡한 광학 텔레비전 타게팅 시스템인 "쉬크발(Shkval)"을 탑재하여 10km 밖의 거리에서 움직이는 조그마한 물체를 탐지하고 인식하며, 추적할 수 있습니다. A-10A와 마찬가지로, Su-25T는 탱크와 같은 무장 차량을 공격하는데 매우 능숙합니다.

지대공 미사일 레이더 같은 지상 레이더를 목표로 하기 위해서, Su-25T는 지상 레이더를 목표로 할 수 있는 대레이더 미사일 (ARM)을 탑재하여 발신 전파를 탐지할 수 있는 "판타스마고리아"

시스템으로 부터 정보를 받을 수 있습니다. A-10A와는 다르게, 이로 인해 Su-25T의 경우 목표 지점에 진입하기 전에 방공 위협을 제거할 수 있습니다.

레이더

2차대전 이후로, "전천후 전투기"라는 기능의 정의는 자체 요격용 레이더 셋의 장착여부를 지칭하게 되었습니다. 라디오 파형이 구름을 뚫을 수 있는 기능에 대한 장점으로 인해, 이 강력한 센서는 전투기에게 날씨와 상관없이, 그리고 시각적 목표 확인이 어려울 때에도 공중의 목표물을 탐지하고 무기를 사용할 수 있는 능력을 주었습니다. 레이더는 또한 먼 거리의 탐지도 가능하기에, 현대의 비가시거리(BVR) 공중전에 필수적인 센서로 자리잡게 되었습니다.

F-15C 전투기의 경우 운용기간 동안 여러가지 변형 버전의 APG-63 레이더를 장착했습니다. 이 레이더의 주요 부분은 "엑스-밴드" (10 GHz)를 장착 한 기계 스캔 된 평면 슬롯배열 안테나입니다. Mig-29와 Su-27은 N019와 N001을 장착하고 있는데, 같은 주파수 밴드를 운용하고 있으나 초기 소련제 전투기에서 사용하는 이중 반사판의 "교여있는-캐서그레인" 안테나를 사용합니다.

이러한 요격용 레이더의 기능과 한계점은 공중전의 BVR 단계에서의 전술에 많은 영향을 끼치게 되었습니다. 물론 많은 부분이 비밀로 되어 있습니다만, 상대방에 대한 하드웨어의 한계점을 찾아내고자 하는 노력으로 인해 충분한 정보들을 습득하는 것이 가능 해지면서 다이내믹한 BVR 전투의 흥미로운 부분을 제작하는 것이 가능해졌습니다.



5-3: MiG-29의 레이더 N019

레이더는 라디오 파형을 좁은 빔으로 공간에 전송한 후, 목표에 의해 반사되는 어떠한 시그널 형태도 받아들일게 됩니다. 이러한 포커싱은 레이더 안테나에 의해 수행되며, 빔의 범위를 좁힘으로써 탐지

거리를 늘리고 목표의 해상도를 높일 수 있습니다. 전투기에 공간을 절약하고 가장 좋은 포커싱 능력을 갖추고 큰 안테나를 장비하기 위해서, 단일 안테나가 펄스 모드로 사용되어, 초당 몇천번의 빠른 속도로 시분할 송신, 수신을 전환할 수 있습니다. 이러한 펄스 반복 주파수 (PRF)의 모뎀화는 기체 자체에서 발산하는 더 높은 주파수의 대역 (X-band 등의)과는 구분이 됩니다.

베트남 전쟁 중에는, 북 베트남 전투기들은 저고도를 이용함으로써 펄스 레이더 장비를 갖춘 미국 전투기들을 피하는 법을 배우게 되었습니다. 적에 비해 저고도에서 비행을 함에 따라, 적의 레이더 안테나가 아랫쪽, 즉 지구를 향하게 만들게 하였습니다. 이러한 "내려다 보는 방식"은 레이더 신호의 반사파형이 지구의 주변지형에 의해 반사가 됨으로 인하여 레이더가 목표를 탐지하거나 추적하는 것을 거의 불가능하게 만들었습니다. 이러한 록-다운 형태의 방어 잇점은 매우 저 고도로 침투하여 적의 방공망을 피하는 형태의 F-111이나 토네이도 등을 포함한 전방적인 나토군의 타격기 탄생에 영향을 미쳤습니다.



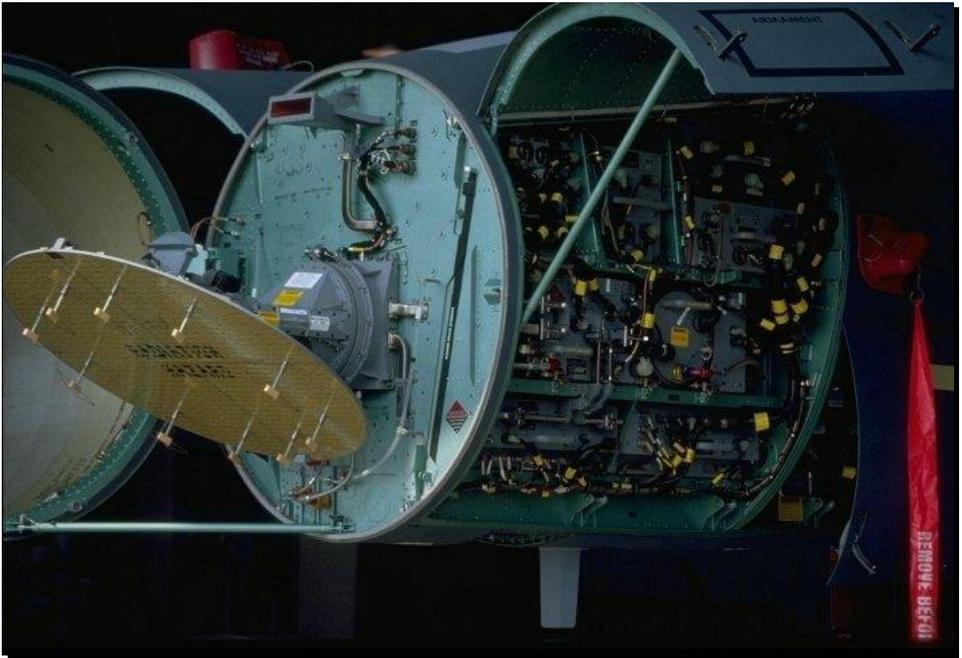
5-4: F/A-18C의 AN/APG-65 레이더

최신의 APG-63, N019와 N001 등의 펄스-도플러 레이더들의 안정적이고 일관된 오실레이터는, 다중 반사 시그널을 통합하고 조그마한 변형 주파를 찾아내낼 수 있게 해 줍니다. 도플러 효과는 다가오는 공중 목표물에서 반사되는 시그널을 지구에서 반사되는 파형 주파를 제거할 수 있습니다. 펄스-도플러의 이러한 특성은 "록 다운/슛 다운"능력이라 불리는 상대 고도에 상관없이 공중 목표를

추적하고 제거할 수 있게 해 줍니다. 이러한 소련 연방의 Mig-29의 특성으로 인해 나토는 은밀하게 저고도로 침투하는 형태의 멀티롤 파이터의 독트린을 피하게 되었습니다.

펄스-도플러 레이더는 "접근률" (i.e 목표 접근 속도)에 의존하여 지구에 있는 저고도의 목표를 제거해 줍니다.

방어 진영의 비행기들은 이러한 펄스-도플러 레이더 락을 소위 "비밍" 이나 "단면 비행"이라고 불리는 전략을 이용하여 피할 수 있는데, 적의 레이더 빔에 대해 수직 방향으로 비행하는 형태가 포함되어져 있습니다. 파일럿은 자신의 기체에 있는 레이더 경보 수신기 (RWR)를 통하여 위협 레이더를 관찰한 후, 적의 위치의 세시 방향, 혹은 아홉 시 방향에 자신의 기체가 위치하도록 비행합니다. 이후에 적의 위치에서 가까워지지도 않고, 멀어지지도 않게 비행을 하여 록-다운 지오메트리를 통해서 주변 지형과 동일하게 인식하게 만들거나, 록업 지오메트리를 통해서는 채프 등의 대응책을 사출하여 탐지를 방해하는 방식입니다.



5-5: F-15E의 AN/APG-70 레이더

주변 지형의 접근률의 경우 주 레이더 빔의 축에 따라 지형 반사 시그널("클러터")에 의해 레이더의 정확성에 "노치"를 발생하게 됩니다. 이러한 "록 다운 클러터 노치" 시의 목표 시그널은 지상 클러터 처럼 인식이 되면서 비밍(Beaming) 목표에 대해서는 걸려져 버리게 됩니다. 안테나의 포커싱은 절대

완벽하지 않지만, 가끔은 '사이드로브'라고 부르는 의도치 않은 방향에서 나오는 같은 종류의 전송 에너지가 발생되기도 합니다. 이러한 에너지는 물론 지상에서 반사되는 경우도 있으며, 안테나에 사이드로브 방향으로 다시 들어올 수 있습니다. 만약 전투기가 매우 저고도에 있다면, 지상에서 반사되는 시그널과 함께 레이더에 들어와 걸러질 수 있으며, 또한 전투기가 상승률/하강률이 동일하고 전투기의 고도와 거리가 동일하다면, 목표 시그널은 사이드로브 클러터에 의해 걸러지게 되어 락을 놓치게 됩니다. 이러한 것은 전투기 레이더의 민감성에 두 번째 "노치"를 발생하게 됩니다.

사이드로브 클러터는 보통 조그만 "가드" 혼 안테나의 도움에 의해 필터("보정") 됩니다. 가드 안테나는 메인 안테나에 비해 사이드로브 방향에 훨씬 더 민감하게 디자인 되었으나, 메인 빔의 축에 대해서는 덜 민감합니다. 메인 안테나와 가드 채널에 의해 수신 된 시그널들은 비교 후 가드 채널보다 더 강할 경우에는 사이드로브 클러터로써 걸러지게 됩니다.

가드혼은 APG-63 처럼 레이더 안테나의 평면 판에 슬롯 형태의 어레이에 부착되어져 모든 스캔 방향에 대해 정보를 함께 수신하여 비교하게 됩니다. 다만 러시아의 N019와 N001 레이더 같은 캐서그레인 레이더는 가드혼이 스캐닝 반사판에 붙어있는 것이 아니라 아래 방향 향해 고정되어져 있습니다. 이로 인해 저고도에서 도망중인 적기를 추적하기 위해 뱅킹을 가할 경우, 보정 혼이 지상으로 부터 멀어지게 되어, 사이드로브 보정이 감소하여 그라운드 클러터에 의해 적에 대한 락을 놓칠 수 있습니다. 검색 모드에서 노말 스캐닝 작동중에는, 전체 레이더 캐서그레인 안테나의 하우징이 회전 가능한 짐벌의 롤-안정화에 의해 지속적으로 지평선에 위치하게 도와줍니다. 이 모드에서는 회전 짐벌의 한계를 넘어서는 롤을 할 경우 (110-120도 회전) 검색중인 목표를 놓칠 수도 있습니다. 고로 MiG-29와 Su-27 파일럿의 경우에는, 레이더의 최대 성능을 위해 고고도에서 접근 할 경우 내려다보는 목표가 룩다운 노칭에 의해 쉽게 레이더를 회피할 수 있기 때문에, 교전을 하기 위한 운용 고도를 매우 신중하게 결정하여야 합니다. F-15C 의 파일럿의 경우 레이더 효율에 있어 제약이 훨씬 덜 하기 때문에, 이러한 고도에 대한 결정은 미사일의 성능에 의해 결정하는 경우가 많습니다.

아래의 테이블에는 현대의 러시아 기체 레이더의 기술적 특성을 나타내고 있습니다.

이름	BRLS-8B	N-001	N-019	N-019M Topaz
레이더 시스템	SUV "Zaslon"	SUV S-27	SUV S-29	SUV 29S
항공기	MiG-31	Su-27	MiG-29	MiG-29S
안테나 타입	Phased array	Cassegrain	Cassegrain	Slot array antenna

고고도에서의 목표 탐지 거리 (단위 km)	Forward hemisphere	180...200	100	70	90
	Rear hemisphere	60...80	40	40	40
	Target RCS, sq m	19	3	3	5
탐지각 범위	방위각	±70	±60	±60	±70
	Elevation	-60 +70	±60	-45 +60	-40 +50
동시 추적 갯수		10	10	10	10
동시 공격 갯수		4	1	1	2
평균 방출 파워 (와트)		2500	1000	1000	
에너지 소모 (킬로와트)		31			
중량, (킬로그램)					380
안정 작동 보장 시간		55	100		

모든 현대의 전투 기체들은 레이더 경고 시스템(RWS)을 장비하고 있습니다. RWS 는 방사되는 레이더 시스템의 타입과 방향을 식별 해 냅니다. 레이더 시스템을 분석 해 냄으로써, 해당 타입(혹은 클래스)의 레이더를 장비 한 무장 시스템과 동일 시 하여도 무방합니다.

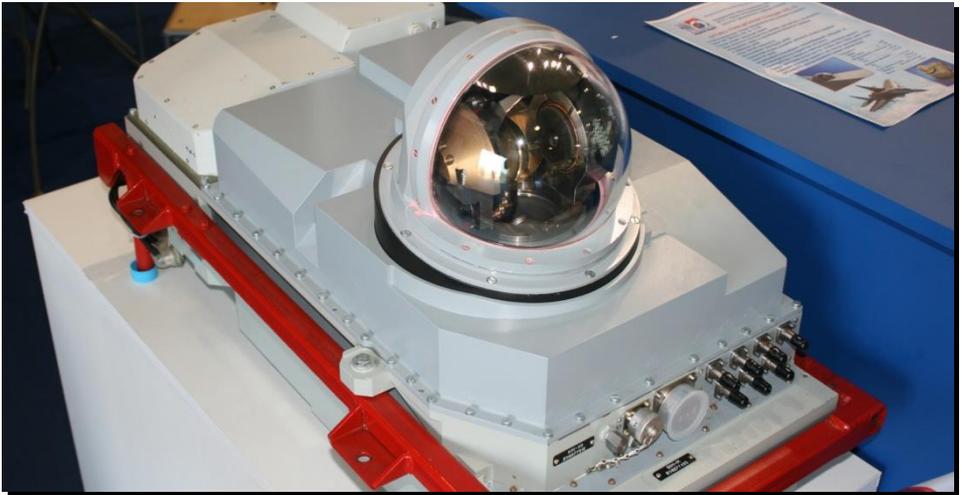
현대의 레이더는 매우 많은 형태의 모드로 운용이 가능한데, 다른 형태의 펄스 반복 주파(PRF)와 다른 형태의 검색 범위를 가지고 있습니다. PRF 는 초당 레이더 펄스의 횟수를 의미합니다. PRF 를 변경하는 것은 여러 방향으로 운용되는 비행물체를 탐지하는 데 레이더의 민감도를 높일 수 있습니다. 높은 PRF 의 경우 당신의 기체를 향해 오는(높은 측면각) 목표물체를 탐지하는데 좋으며, 중간 PRF 는 당신으로 부터 멀어지거나 접근률이 낮은 물체를 식별하는 데 좋습니다. 기본 운용 모드에서는, 레이더는 높은 PRF 와 중간 PRF 를 순환하며 모든 목표의 각도를 추적 시도합니다. 이것을 인터리브드 모드라고 합니다. 검색 모드에서는 레이더는 넓은 검색 범위를 유지합니다. 목표 추적 모드에서는 레이더는 좁은 지역을 검색합니다. 레이더는 목표가 락온 되는 순간부터는 트랙 모드로 변경됩니다.

많은 현대의 레이더들은 여러 형태의 track while scan (TWS) 모드를 갖고 있습니다. 이것은 여러 목표를 동시에 추적할 수 있습니다. 이 모드의 가장 주요 잇점은 넓은 범위의 공간지역에 대한 자세한 정보를 제공한다는 것입니다. 그렇지만, 검색 범위 밖의 목표에 대한 정보는 얻을 수 없습니다. 이 모드에서의 목표의 움직임은 대부분 예측에 의해 추적됩니다. 검색 주기가 짧은 편임에도, 고속의 기동 비행물체의 경우 빠른 기동으로 범위를 벗어날 수 있습니다. 레이더 디스플레이에는, 목표의 예측 된 경로가 보여지게 됩니다. 위치에 대한 다음 업데이트는 트랙파일이 만들어 진 이후, 그리고 정의 된 시간 이후에 이루어집니다.

이 track while scan 모드에서는 많은 목표물에 대한 자세한 정보가 있습니다. 그렇지만, 검색되는 기간 동안의 목표 위치 예측을 이용하여, 목표는 예측하지 못한 기동으로 이 영역을 벗어나는 것이 가능합니다.

적외선 검색과 추적 (IRST), 전자 광학 타게팅 시스템 (EOS)

기체의 엔진에서 발생하는 열은 탐지되는 것이 가능하다 라는 사실은 적외선 (IR) 타게팅 시스템을 개발하는 무기 시스템 개발자들에 의해 사용되었습니다. 초기의 IR-시스템은 엔진의 노즐이 위치 해 있는 후방에서만 탐지가 가능했습니다. 현대의, 매우 민감한 시스템은 전 방향에서도 감지가 가능합니다. 적외선 검색과 추적 (IRST)시스템은 여러 기체에 탑재가 되었습니다. 레이더 시스템과는 달리, IRST 시스템은 수동(passive) 형태이므로, 적에게 경고를 주지 않습니다. 적은 IRST 시스템으로 추적당할 경우 이를 탐지하지 못하며, 성공적인 스텔스 공격이 성공할 확률을 매우 높여줍니다.



5-6: 러시아 IRST (EOS)

전자-광학 시스템은 공격기나 전투기들에 의해 매우 폭넓게 사용됩니다. 여러 검색과 추적 시스템이 사용되는데 여기에는 주간 텔레비전, 저레벨의 야간 TV와 적외선 센서가 사용되어 기체가 지상 목표물을 상시에 공격하는 것이 가능하게 해 줍니다. 다만, 광학 시스템과 마찬가지로, 날씨가 좋지 않거나, 안개, 연기과 먼지에 의해 영향을 받게 됩니다.

레이저 거리탐색/타겟 지정 시스템

레이저 거리 탐색기는 해군 함정이나 공중 목표, 혹은 기체와 지상의 거리를 측정하기 위해서 개발되어졌습니다.

측정값은 매우 정확하지만, 단거리만 가능합니다. 레이저 시스템은 종종 공대지 미사일들의 정확성을 높이는데도 사용됩니다. 이 시스템은 탱크나 다른 지상 이동 유닛들을 추적하는데 충분한 정확도를 제공 해 줍니다.

레이저 시스템은 날씨가 좋을 때 최고의 성능을 발휘하는데, 구름, 안개나 비, 먼지 등은 그들의 효율성을 떨어뜨립니다.



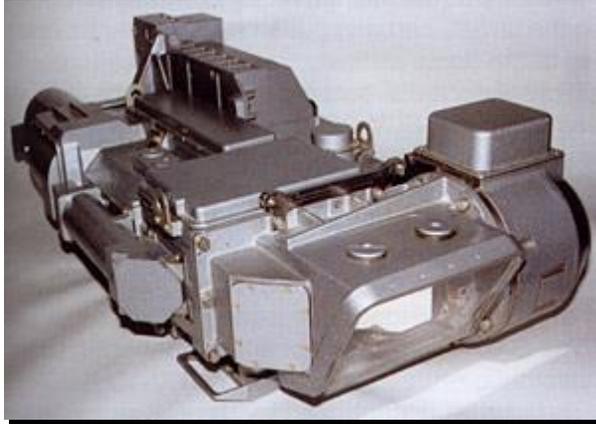
5-7: Su-25 레이저 거리탐색기/목표 지정기 시스템 "Klen-PS"

Su-25와 Su-17M4는 "Klen-PS"라는 레이저 거리탐색기/목표 지정기를 사용합니다.

광학 텔레비전 타겟팅 시스템

Su-25T 는 SUV-25T "포쉬코드"라는 무장 컨트롤 시스템을 탑재하고 있습니다. 이것은 탱크, 트럭들, 배 등등과 같은 움직이는 작은 목표를 식별하고 자동으로 추적하는데 사용됩니다. 총과 무유도 로켓 등 또한 이 시스템으로 사용이 가능합니다.

이 시스템은 주-야간의 "쉬크발" 자동 타겟팅 시스템을 포함합니다. 이 I-251은 기체의 노즈 부분에 위치 해 있으며 자동 타겟 추적 게이트에 연결 된 텔레비전 모니터와 레이저 거리탐색기/목표 지정기로 이루어져 있습니다. 이것은 또한 파일럿에게 중요한 정보를 제공하는데, 예를 들어 정보 디스플레이 시스템(IDS), 중앙 디지털 컴퓨터, 자세와 heading 측정 시스템 (AHRS), 속도와 도플러 측정 셋, 레이더 고도계, 단거리와 장거리 항법 시스템 등이 그것입니다. 야간에 운용하기 위해서, "머큐리"라는 로우-라이트 레벨 텔레비전 시스템이 비행기의 하부에 장착되어져 있습니다.



5-8: 광학-텔레비전 타겟팅 시스템 I-251 "쉬크발"



6

공대공 미사일

공대공 미사일

현대의 모든 전투기들과 대부분의 공격기들은 공대공 미사일(AAM)을 장착하고 있습니다. 미사일은 기체를 넘어서 중요한 장점을 갖지만, 운용에 많은 제한점을 가지고 있습니다. 성공적인 미사일 운용을 위해 각 각의 미사일들은 미사일만의 독특한 발사 과정을 가지고 있습니다.

공대공 미사일은 시커, 탄두, 모터 등으로 구성 되어 있습니다. 모터는 발사 후 제한된 시간 동안만 작동됩니다. 미사일에 따라 2-20초까지의 모터가 작동할 수 있습니다.

발사 후, 미사일은 최대 비행 속도로 가속하게 됩니다. 모터의 연료가 다 소모되면, 미사일은 가속으로 인해 얻은 에너지를 사용하게 됩니다. 미사일 발사 순간의 초기 속도가 높을수록 미사일의 속도가 빨라지고 발사 범위가 더 길어집니다. 미사일 발사 시 항공기의 속도가 더 높다면, 미사일이 더 높은 속도와 더 긴 사거리를 갖게 됩니다.

미사일 발사 범위 혹은 미사일 운용 범위(MEZ)는 미사일이 발사 될 때의 항공기 고도에 따라 크게 영향을 받게 됩니다. 낮은 고도에서의 공기는 밀도가 더 높기 때문입니다. 만약, 항공기의 고도가 20,000 피트 가량 높아진다면, 미사일의 발사 범위는 약 두 배로 늘어나게 됩니다. 예를 들면, AIM-120을 고도 20,000피트에서 발사 한다면, 해수면에서 발사 할 때보다 두배의 비행거리를 갖게 됩니다. 자신의 기체보다 고도가 높거나 낮은 적기 공격 시, 미사일 발사 거리는 두 항공기 사이의 평균 고도의 최대 발사거리와 같습니다.

미사일 발사 거리를 최대화 하기 위해서는, 보다 높은 고도에서 발사 하여야 합니다.

타겟 측면각 (타겟과 나와의 각도) 또한 미사일의 MEZ 에 많은 영향을 미칩니다. 미사일의 발사 거리는 나와 적기가 서로 마주 보며 비행을 할 때 증가합니다. 이 것을 고각 교전 (High aspect engagement) 라고 칭합니다. 만약, 당신이 타겟의 뒤를 뒤쫓으며 공격 할 때는 타겟이 당신에게서 멀어지게 되는데, 이 때는 미사일의 MEZ 가 급격하게 줄어들게 됩니다. 이 것을 저각 교전 (Low aspect engagement) 라 칭합니다. 공격 거리를 늘리기 위해서는 높은 각으로 요격을 시도 해야 합니다.

당신의 방향을 보며 날아오는 타겟을 공격하면, 미사일 발사 거리를 늘릴 수가 있습니다.

미사일은 항공기와 같은 물리 법칙을 가지고 비행 합니다. 미사일이 기동을 하게 되면 에너지를 소모하게 됩니다. 미사일이 기동 중인 타겟을 쫓아갈 때 방향을 수정하기 위해서 미사일 또한 움직이게 되는데, 이 때 미사일은 많은 에너지를 잃게 됩니다. 결국, 미사일은 타겟을 요격 할 가능성이 줄어들게 됩니다.

긴 거리에서 천천히 움직이는 타겟은 요격 당하기 쉽습니다.

공대공 미사일은 항공기를 격추하기 위해 만들어졌습니다. 미사일은 발사 거리, 유도 방식에 따라 분류 됩니다. 발사 거리에 따른 분류

- 단거리 미사일. 15 km 이하. (R-73, R-60, AIM-9 등 등)
- 중거리 미사일. 15 km 에서 최고 75 km 까지. (R-27, R-77, AIM-7, AIM-120 등 등)
- 장거리 미사일. 75 km 이상. (R-33, AIM-54, and others)

이러한 미사일들은 다양한 유도 방식 시스템을 가지고 있습니다.

- 수동 적외선 미사일. 적외선 타겟 시커 (R-60, R-73, R-27T, AIM-9)
- 수동 레이더 미사일. 레이더 방출 타겟팅은 주로 semi-active(반 능동)와 active targeting(능동 타겟팅)으로 이루어져 있습니다. 이 방식은 현대 미사일인 AIM-7M, AIM-120, and R-27R 등이 사용합니다. 이 방식은 Home On Jam (HOJ) 모드로도 불리웁니다.
- Semi-Active Radar Homing (SARH;반능동 레이더 유도 방식). 미사일을 발사 한 항공기로부터 레이더 신호를 받아 타겟을 추적하는 방식입니다. (R-27R/ER, AIM-7, R-33)
- Active Radar Homing (ARH;능동 레이더 유도). 미사일 자체에 레이더가 장착되어 있어서 타겟을 자체적으로 추적합니다. (R-77, AIM-120, AIM-54)

중,장거리 미사일은 가끔 내부 항법 시스템(INS)와 명령어-유도방식 발신/수신 (데이터 링크)에 연결이 되어 있습니다. 이 것은 미사일이 레이더나 레이저 유도 방식보다 훨씬 더 먼 거리의 목표물을 자체 시스템을 이용해 추적할 수 있습니다.

수동 레이더 방식과 적외선 유도 방식은 신호를 발생하지 않고, 타겟이 발생하는 레이더나 적외선 방사를 따라 추적합니다. 이 것들은 "fire-and-forget"이라 불리우는데, 미사일이 항공기에서 발사 된 후, 자동으로 타겟을 추적합니다.

반능동 미사일의 호밍은 타겟의 레이더 에너지를 반사 받아 얻어집니다. 몇몇의 미사일은 타겟을 타격하기 위해 전투기로부터 레이더 조준이 계속 지속 되어야 합니다. 이로 인해 종종 SARH 미사일이 장착 된 항공기의 "치명적인 약점" 이 되기도 합니다.

장거리 미사일인 액티브 미사일들은 반능동 시스템과 같은 특징을 가지고 있습니다; 예를들면 발사한 항공기는 목표물을 추적하고 미사일을 유도합니다. 미사일이 목표물이 10 에서 20km 이내에 있다면, 내장형 레이더 시커는 발사한 항공기의 레이더로 부터 지원이 필요없이 인터셉트를 활성화 하고 지속합니다. 다만 이러한 시스템은 최근에 도입 된 상태입니다.

AAMs 는 비행기와 같이 같은 항공역학을 따릅니다. 공대공 미사일들은 동일한 항공기에 영향을 주는 중력과 항력 힘에 의해 영향을 받습니다.

미사일이 비행하기 위해서는 양력 또한 반드시 발생이 되어야합니다. 하지만 AAM 날개의 작은 사이즈때문에, 양력은 날개 형태 보다는 일반적으로 속도에 의해 발생됩니다.

발사하고 난 후 미사일은 모터에 의해 가속됩니다. 일반적으로 2 에서 15초까지 돌아가는 고체연료 추진 모터입니다. 이 시간동안에 미사일은 마하 2 ~ 3 까지 가속화됩니다. 그러고나서 항력과 중력을 극복하기 위해서 갖고있는 운동 에너지를 기반해서 비행을 지속합니다. 속도가 감소하면 미사일이 조종면의 낮은 효율성 때문에 기동하기가 어려워 집니다.

미사일 속도가 1000 ~ 800km/h 아래로 떨어졌을 때, 거의 조종을 하지못하는 상황이 오고 지상을 타격하거나 자체 폭발가 될 때 까지 물리법칙을 따른 비행을 지속합니다.

최대 미사일 발사 거리는 단순히 상수값이 아닙니다. 이 거리는 많은 변수에 의해 결정됩니다; 발사 고도, 속도 및 목표물 중형비 등이 영향을 미칩니다. 최대 미사일 발사 거리를 유지하기 위해서는 높은 측면 인터셉트 상태에서 고속, 고 고도에서 발사하는 것이 가장 좋습니다. 발사 범위는 반드시 미사일의 비행 범위와 같지는 않습니다. 예를들어 미사일이 50km 에서 발사된 곳에서의 고 측면각 조우상태에서 미사일은 약 30 ~ 35km 만 비행할 것 입니다. 이는 목표물이 미사일을 향해 비행하고 있기 때문입니다. 공기 밀도가 매우 높은 저고도 근처에서는, 발사 거리가 반으로 줄어들게 됩니다.

후방에서 적군을 공격할때, 발사거리는 상당히 줄어 드는데 미사일이 떨어지면서 비행하는 목표물을 따라잡아야하기 때문입니다. 후반구, 낮은 측면각, 발사거리는 보통 높은 측면 발사 거리보다 2배에서 3배 정도 작습니다. 예를들면 각각의 아래의 것은 다른 측면각과 고도에서 R-27ER 의 발사거리입니다.

- 10,000m 고도에서 최대 전방 발사거리 - 66km
- 1000m 고도에서 최대 전방 발사거리 - 28km
- 1000m 고도에서 최대 후방 발사 거리 - 10km

최대 발사 거리는 발사한 후에 목표물이 어떠한 기동을 취하지 않을 것이라는 가정으로 계산이 됩니다. 만약 목표물이 기동을 시작한다면, 미사일 또한 기동을 하게 되어 빠르게 에너지를 잃습니다. 이것이 최대 사거리로 다른 값을 -목표물 기동성을 고려한 최대 발사 거리(서방 전문용어로 Rpi)- 를 사용하는 것이 더 실용적인 이유 입니다. 무장 컨트롤 시스템은 Rpi 뿐만 아니라 기동하지않는 목표물에 대한 최대 발사 거리도 지속적으로 계산합니다. Rpi 는 최대 발사 거리보다 훨씬 더 짧은 거리이지만 격추 가능성을 훨씬 더 높여줍니다. 게임에서 이러한 거리는 HUD 와 HDD/VSD 에 표시됩니다.

러시아 공군에서 운용중인 미사일들

장거리 미사일

R-33

R-33의 외관은 육안으로 유사한 미제 AIM-54 피닉스 미사일과 광범위하게 연관되어져 있습니다. 미사일의 직경은 밀리미터에 이르기 까지 같습니다. K-13 미사일 개발 역사에 대해 공부하다 보면, 외국 무기를 모방했다는 식으로 생각할 수 있지만, R-33은 순수하게 러시아가 개발하였으며, 비행 특성과 기술적 요구사항 등을 고려하여 볼 때, AIM-54와 비슷해 질 수 밖에 없었다는 것을 알 수 있게 될 것입니다.

미사일의 개발은 P-40 그리고 MiG-25P 무장 시스템 개발이 완료되기전에 시작되었습니다.

1968년 5월 24일 결의안에 따라, MiG-25 전투기 현대화 버전인 E-155MП 항공기 개발이 결정되었습니다. 이 항공기는 MiG-31이 됩니다. MiG-31은 새로운 "Zaslon" 레이더가 장착 될 예정이었습니다. 미사일은 적어도 120km 최대 발사 거리가 가능하도록 개발이 되어져야 했습니다. 입찰 경쟁이 시작되었는데 PKPK 수석 디자이너 M.Bisnovat 의 K-50 미사일과 "Vypel" 수석 디자이너 A.Lyapin 의 K-33 미사일이 입찰 되었습니다. 결국 "Vypel"이 입찰에 성공했으며, K-33은 이전의 성공작인 K-13 과 K-23을 디자인을 계승하였습니다. 개발은 부 수석 디자이너 V.Zhuravlev 가 맡았고 후에 부 수석 디자이너에 Y.Zakharov 가 맡았습니다.



6-1: R-33 미사일

초기에 미사일을 위한 "카나드" 운영계획이 승인되었습니다. MiG-25의 K-40과 마찬가지로, 날개 밑의 파일런에 미사일을 장착 할 생각이었습니다. 그러나 나중에 디자이너가 디자인을 보다 더 전통적인 "항공역학적" 으로 변경하였습니다. 이것이 장거리 미사일에 대단히 중요한 공기 역학적 특성을 가능하게 만들어 주었습니다. 이후 미코얀 디자이너 부서와 긴일이 협력하면서 개발에 착수하였습니다. 항공기 바로아래에 걸어졌을때 항공역학적 저항성을 줄이기위해, 그리고 외피

마찰열을 감소시키기위해, 동체를 세미-리세스 형태로 만들기로 결정하였습니다. 충분히 많은 미사일을 제공하기위해서, 항공기 동체 따라 쌍으로 4개의 미사일을 장착하는 것으로 계획되었습니다. 다만 이로인하여 미사일 길이가 제한되는 결과가 도출되었습니다. 이로인해 비 정상적으로 짧은 미사일이 탄생하게 되었습니다. 이러한 배치가 된 또 다른 요소는 큰 직경 안테나를 가진 반능동 레이더 호밍 시커를 포함하려 한 시도 때문이었습니다. 동체 아래 K-33 반 리세스 위치서 부터, 미사일 조종면의 두 개의 상단 섹션은 접히게 되었습니다. 이로 인해 미사일의 날개길이가 1100mm 에서 900mm 까지 감소되었습니다. 이러한 리세스 캐리의 경우에는 캐터필트 발사 시스템을 사용해야 합니다.

개발 과정에서 반 능동 레이더 탐색기, 능동 레이더 탐색기, 적외선 탐색기 및 적외선 반 능동형 레이더 탐색기의 조합과 같은 다양한 K-33 변형이 고려되었습니다. 그러나 기술적, 전술적, 경제적 이유로 인해 미사일 개발은 반 능동형 레이더 변형에 초점을 맞추게 됩니다.

FG-14A 용 AWG-9 레이더와 같이 기계적으로 스캔 된 안테나와 달리 MiG-31에 설치된 레이더는 "Zaslon"이 제작 한 위상 배열 안테나입니다. 이러한 레이더는 반 능동 탐색기를 사용하여 여러 개의 미사일을 동시에 타겟팅하는 것 외에도 빔의 매우 빠른 조종을 제공할 수 있습니다. 이것은 능동 레이더 유도 원과 함께 미사일을 필요로하지 않으면서 레이더가 여러 타겟을 연결할 수 있게합니다. 이로 인해 P-33은 저렴한 장비를 사용할 수 있게 되어, AIM-54보다 저렴합니다.

P-33의 첫 세번째 비행은 가속도 센서를 이용하는 자이로 안정화 항법 시스템으로 이루어졌습니다. 새로운 운영 특성 외에도 R-33은 수동 열 보호 시스템으로 R-40과는 달랐습니다. 개발 과정과 MiG-25 작업 경험이 많을수록 미사일이 노출 된 실제 고도와 속도 프로파일에 관한 더 많은 데이터가 수집되었습니다. 결과적으로 R-33 설계자는 냉각수 시스템을 포함하지 않기로 결정했습니다. 이것은 단지 복잡한 미사일의 운반 및 제작을 초래 할 뿐이었습니다.

고전적인 미사일 레이아웃을 따라서, 미사일은 클램프로 연결 된 4 개의 섹션으로 구성됩니다. 첫 섹션에는 반 능동 레이더 유도 원, 접축 탄두 및 근접신관 퓨즈가 포함되어져 있습니다. 두 번째 섹션은 자동 조종 장치와 안전 장치를 갖춘 폭발 탄두로 구성되어져 있습니다. 세 번째 섹션은 연장 된 가스 통로와 노즐 클러스터가 있는 단일 구획, 이중 모드 고체 추진 모터를 포함하고 있습니다. 네 번째 섹션은 모터 주변으로 그룹 화 되어 있으며, 가스 생성기, 제어 블록이 있는 터보 발전기 및 고온 가스 작동 서보 장치가 포함되어져 있습니다.

1975 년부터 1980 년까지의 비행 시험 과정에서 꼬리 제어 표면 구조가 완성되었고 모든 공기 역학적 플러터가 제거되었습니다. 설계자는 저고도에서 작동 할 때 미사일의 제어 시스템, 시커 잼 방지, 제어 시스템 및 무선 근접 퓨즈를 개발했습니다. 최초의 목표 항공기 (MiG-17 무인 항공기)는 1976 년 3 월 26 일에 격추되었습니다. 이전에는 PRM-2 낙하산 표적만을 실탄 테스트에 사용했습니다.

P-33은 1981년 5월 6일 R-33이라는 이름으로 MiG-31-33 무기 시스템의 일부로 작동했습니다. 그런 다음 Dolgoprudny 기계 공장에서 연속 제작이 되기 시작했습니다. 이 공장은 이미 "Kub" SAM 미사일 "Vypel"을 제작 한 경험이 있었습니다. 서방 국가에서는 R-33이 AA-9 아모스로 알려져 있습니다.

중거리 미사일

R-40

K-40 미사일 개발은 K-9 그리고 K-8 미사일을 장착한 단일 엔진, 중 전투기의 E-150계열에서 쌍발 MiG-25 S-155 요격기 그리고 E-55 정찰 파생형까지 전환후에 시작했습니다. 이것은 1962년 2월 5일에 발행된 의결서 131-62를 따른 결과입니다. 이 정부 문서는 또한 1964년 말에 합동 국가 시험을 위해 시스템을 도입해야 할 조건을 정의했습니다. 요격기를 위한 미사일 시스템의 개발은 M.Bysnovat가 책임으로 있는 OKB-4 디자인 부서에 할당되었습니다. 반응동 레이더 시커는 연구 기관 №648가 개발했습니다. 적외선 시커는 중앙 디자인 부서 TZKB-589가 개발했습니다. 자동비행장치는 디자인 부서 OKB-3가 개발했습니다. 혼합 무선 광학 폭발 장치는 연구 기관 №571에서 개발했습니다. 그리고 고체 추진 모터는 공장 №81의 디자인 부서 KB-2에서 개발되었습니다.

항공기 중량이 두 배로 증가함에 따라, R-40T와 R-40R 미사일을 가진 MiG-25P에 이러한 미사일을 탑재하는 것이 허용되었습니다. 이와 동시에 Tu-128-80을 위한 K-80 미사일이 개발되고 있었습니다. E-155P에 "Smerch-A" 레이더를 사용 계획을 하였습니다. 이 레이더는 Tu-128-80에 설치된 "Smerch" 레이더 기반으로 개발되었습니다.

그러나 새로운 디자인 요소가 도입되었을 때 복잡한 문제가 발생했습니다. S-155 요격기는 소리의 속도보다 거의 두 배 빠른 속도로 10분 이상 비행할 수 있도록 설계되었습니다. 항공기와 미사일의 구성 요소는 미사일을 바깥 쪽의 언더 윙 (under-wing) 서스펜션에 배치했습니다. 높은 마하 속에서도 이 곳의 온도는 섭씨 300도까지 올라갈 수 있었습니다. 재료 가열과 관련된 문제 외에도 장비 효율 문제를 해결하고 연료 부하 가열을 피할 필요가 있었습니다. 안정적인 엔진 내부 온도 파라미터는 상대적으로 좁은 온도 범위에서만 달성할 수 있었습니다. 넓은 비행과 고도 거리에서 만족하는 동적 파라미터를 제공하는 것은 생명을 좌지우지할 만큼 중요하였습니다.

결과적으로 개발은 K-80과 거의 공통점이 없이 처음부터 시작되어야 했습니다. 1962년에 K-40 미사일의 컨셉 모델이 발표되었습니다. ("Production 46"). 여기서 두 개의 레이아웃 파생형이 제시되었습니다. 개발이 지속됨에 따라 K-80에 사용되는 것으로서 표준 보다는 카나드 형태가 선택되었습니다. 모터는 미사일 중앙 부분에 위치했는데 미사일을 작은 변화로써 다이내믹한 조종이 가능하도록 되어졌습니다. 날개가 커짐에 따라 고도에서 더 큰 날개 구역은 그 고도에서 더 나은

수용능력을 제공했고 동기화 오차 영향을 감소시키는데 기여했습니다. 미사일 항전장비의 주요 섹션은 전방 섹션에 위치해있습니다. 탄두와 내장 전기 파워 서플라이 소스는 후방 파트에 위치해있습니다. KU-46에 처음으로 좁은 반경에 직격으로 폭파하는 탄두가 장착 됐습니다. 탄두가 정확하게 폭발하도록 하기위해서, 명령 및 재밍저항 신관을 "Aist-M" 무선 광학 폭발신관과 함께 결합하였습니다.

PRD-134에 승인된 계획에 따라, 엔진은 이중 노즐로 제작되어졌습니다. 러시아가 만든 공대공 미사일 중 처음으로 높은 에너지 금속 주입형 연료가 사용됐습니다. 열로부터 보호하기위해서, 바깥쪽 열 브라켓을 티타늄 동체로 덮었습니다.

작동 한계 내에서 온도를 유지하기 위해서 발사기에 위치한 컨테이너로부터 전원을 공급받는 특수 프레온 냉각 시스템이 사용됐습니다. 또한 추가적으로 열화 브라켓으로 몇몇 칸 표면을 덮어 두었습니다. 고온에서 버기 위해 레이더 시커인 TSD 노즈콘에 유리 세라믹 재료를 사용하였습니다. 같은 디자인인 T-40A1에는 적외선 시커에 광학 세라믹이 사용됐습니다.



6-2: R-40T 미사일

R-40T의 개발은 프로젝트 초기에 여러 가지 변경 사항이 채택되어 느려졌습니다. 우선, 1964년 5월 25일자 정부 결의안에는 디자인 국 OKB-3 (자동 조종 장치 개발자)가 "Chelomey Empire"(디자인 국 OKB-52)에 포함되었습니다. 블라디미르 니콜라히비치 (Vladimir Nikolaevich)는 위임된 프로젝트를 관리하고 외부 조직의 직원을 배치하여 지정된 업무를 해결하는 것으로 유명했습니다. K-40 미사일을위한 자동 조종 장치 개발은 №118 공장으로 이전되었습니다. 그 후 얼마 지나지 않아 레이더 탐색기 개발이 연구소 №648에서 레이더 "Smerch-A"개발자 인 연구소 №131로 이관되었습니다. 이 연구소에서 E.Genishta의 책임 하에 디자이너 그룹은 K-40 미사일 시커 개발을 시작했습니다. 미사일 개발은 매우 느렸습니다. 프로젝트 매니저는 심지어 Tu-128을 위해 개발된 K-80 기반 장비로 S-155 비행 테스트를 시작할 가능성을 고려했습니다. 곧 이어 E-152 계열의 항공기에서 "Smerch-A"레이더와 K-80을 개선하기 시작했습니다. 그러나 다른 파트들조차 개발이 느리게 진행되었고, 프로젝트의 조건을 맞출 수 없다는 것이 분명해지기 시작했습니다.

많은 새로운 기술적 해결책들이 첫 러시아 제작 모노 펄스 반응동 레이더 유도 시커 PARG-12에 적용되었습니다. 이것은 수석 디자이너 E.Genishta 의해 개발되었습니다. 이 해결책중의 하나는 70도 까지 다양한 각도를 가지는 4개의 메인 로브 안테나 패턴을 형성하는 것입니다. 이 미사일을 위해

카세그레인식 안테나가 사용되었습니다. 시커에서 그들은 사인 - 코사인 회전 트랜스포머, 두 개의 적분기가있는 레인지 파인더, 마이크로 웨이브 오실레이터의 오리지널 방식 및 높은 재밍 "델타"에서의 재밍의 위협을 뚫을 수 있는수신기를 가진 컴퓨터를 사용했습니다. 적외선 시커를 포함하여, 이러한 심한 재밍 상황을 해결하기 위한 특별한 조치가 취해졌습니다.

"Smerch-A" 내장 레이더와 미사일 장비 개발은 비행 연구실 (개조된 Tu-104 42736)을 사용하여 수행되었습니다.

정찰 개조버전 MiG-25의 첫비행이 1965년 3월 15일에 시행했습니다. 첫 요격기 파생형은 1965년 10월 26일날에 비행했습니다. 레이더를 폴로 장착 한 세 번째 요격기 프로토타입이 1967년 4월 16일날에 비행 테스트를 시작했습니다. 무장테스트는 1968년 8월에서 1970년 2월까지 블라디미로브카 공군 시설에서 실시 되었습니다. 1971년 2월 12월에 발행된 의결서는 MiG-25-40 이름하에 무장 시스템의 운용 및 도입을 결정했습니다. 레이더는 RP-SA 로 명명됐고 미사일은 R-40으로 명명했습니다.



6-3: R-40R 미사일

R-40 키에프 (후에 아르템으로 변경됨) 공장에서 생산에 착수했습니다. 1970년대 초기에 현대 군 장비의 소비에트 다큐멘터리 필름이 대중에게 보여졌습니다. 필름에서 찍힌 몇몇 장면은 미사일을 가진 MiG-25P 를 보여주고 있었습니다. 이러한 같은 이미지가 서방 학술지에 게재되었고 R-40은 이후로 서방에서 AA-6 Acrid 로 명명되어졌습니다.

R-24

K-23 개발 과정에서 발사 범위를 크게 늘릴 수있는 새로운 유도 시스템이 개발되었습니다. 사실, K-23을 위한 궤적 추적 시스템이 개발되었습니다. 그러나, 기체의 레이더 시스템의 타게팅 에러 특성으로 인하여, 실제 사거리는 레이더 최대 추적 거리보다 조금 더 긴 정도였습니다. 근거리 발사도 가능했지만, 이러한 경우에는, 미사일의 자동 컨트롤이 이전 단계에서 세팅 되어져야 했으며 시커가 추적 모드에서 목표를 추적할 수 있는 최대 거리가 교전 거리로 결정이 되게 됩니다. 또한 레이더의 검색 능력과 시커의 민감도 또한 영향을 주게 됩니다.



6-4: R-24R 미사일

R-23이 MiG-23M 과 함께 운용됨에 따라, 1974년 1월 9일에 발표 된 결의안에 따르면 "Vypel"사에 의해 추가 항공 무기의 개발을 결정하였습니다. 1975년에는 K-24 미사일의 변형 초안 디자인이 발표 되었습니다. 이 미사일 디자인에 따르면, 미사일은 재밍에 대한 저항과 락 거리가 증가한 반-능동 시커인 RGS-24 (9B-1022)가 장착 되게 되었습니다. 이것 뿐만 아니라, 아날로그 계산 유닛을 탑재 한 "가상 운동학 링크"라고 불리워지는 시스템으로 인하여, 미사일 자체 자동조종의 비행시간이 10초 이상 증가하게 되었습니다. 조준 에러로 인한 값을 제외한다면, 시커의 목표 추적 거리보다 30% 더 먼 곳에 위치한 적을 추적할 수 있게 되었습니다. 자동 유도를 위해서, 통합 키네마틱 가속시스템이 이 비행구간을 수행하게 되었습니다. 이로인해 처음으로, 호버링 중인 헬리콥터나 근거리에서 있는 저고도의 기체들에 대한 교전이 가능 해 졌습니다. 엔지니어들은 저고도에서 기동중인 목표물에 대한 격추율을 높이는 동시에 재밍에 대한 저항을 높고 나가기 위해서 많은 노력을 기울였습니다.

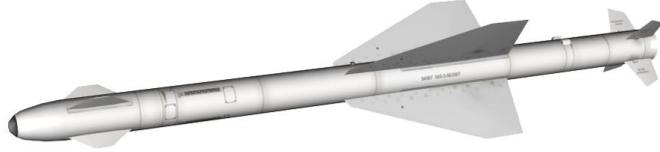
초기 의도는 단지 새로운 "Topaz-M"을 만드는 것이었지만, 결국 그렇게 되지는 못했습니다. 새로운 탄두를 적용한 덕분에 최대 효율을 달성하기 위해서 더 강력한 엔진과 완전히 다른 미사일 레이아웃이 필요하게 되었습니다.

기존의 미사일과 눈에 띄게 다른 점은 트레일링 에지 부분의 전방 날개가 달렸다는 것입니다. 내부의 디자인 또한 변경이 가해졌는데, 총 8 구간이었던 것이 5개의 구간으로 줄어들게 되었습니다. 첫 구간은 시커를 위해 사용되었으며, 두 번째 구간은 라디오 근접신관인 "Skvoretz"와 자동조종 장치, 그리고 특수 파우더 압력장치로 가동되는 터보 발전기가 위치 해 있었습니다. 세 번째 구간은 10m 의 폭파 범위를 가진 확장형 막대 타입의 탄두와 안전 조준 장치가 있었습니다. 고체 연료 모터인 PRD-287이 네 번째 섹션에 위치 해 있으며, 다섯번째 섹션은 날개면을 조종할 수 있도록 하는 가스 발전기 블록이 포함되어져 있습니다.

적외선 유도 변형인 R-24 ("프로덕션 160") 또한 개발이 되었습니다. 이 변형은 TGS-23T4 시커를 수정하여 사용하였습니다.

R-24는 수정 된 APU-23M 발사대에 장착이 가능했습니다.

최대 사거리: 50 km - R-24R, 35 km - R-24T. G: 5-8g. 목표 고도 인벤템: 0.04-25 km



6-5: R-24T 미사일

R-24 개발 및 비행 테스트가 사전에 수행되었지만, 추가 운영 개발은 1981년까지 MiG-23ML 및 MiG-23P에 대한 미사일의 공식 승인을 지연시키게 됩니다. 1982년, R-24는 남부 레바논의 무력 분쟁에서 성공적으로 MiG-23ML에 사용되었습니다. 시리아에서 발표한 공식 발표문에 따르면, MiG-23ML 전투기가 F-15C 3대와 F-4E 1대를 격추하였다고 발표되었습니다. 다만, 이 내용은 확인된 적이 없으며, 다른 정보에 따르면 이 내용에 대한 신뢰성이 떨어집니다. 최근에는, R-24는 개선된 재밍 저항을 가진 시커로 현대화 되게 됩니다. 이것은 R-24M으로 명명되어 집니다.

R-23 / R-24 미사일의 역사, 개발 및 운영과 관련된 중요한 사건은 러시아 파일럿 인 Belenko가 조국을 버리고 일본에 착륙한 일 이후에 MiG-25를위한 새로운 레이더 및 미사일 장비의 급속한 개발이었습니다. 결과적으로 러시아 방공 요격기는 곧 "Sapfir-23"에서 개발된 "Sapfir-25"(RP-25) 시커를 재 장비하게 됩니다. 그들은 또한 RGS-24에 통합된 RGS-25 레이더 시커와 함께 R-40D를 장착했습니다.

전체적으로 보자면, K-24 미사일의 개발은, 러시아 미사일 생산 역사상 중요한 이정표가되었습니다. 원래 운영 계획의 구현으로 인해 디자이너들은 미국 아날로그 AIM-7F보다 최대 발사 범위에서 우위를 점할 수 있었습니다.

R-27

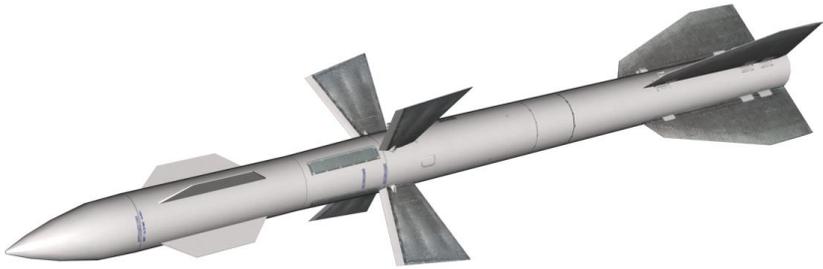
R-27 중거리 미사일 종류는 모든 종류의 항공기, 헬리콥터, 무인 공중 차량 (UAV) 및 순항 미사일의 차단 및 파괴를 목적으로합니다. 미사일은 중거리 및 장거리 공중전에서 독립적으로 발사될 수 있으며 주간이나 낮에 도 사용이 가능하였습니다. R-27은 모든 기상 조건에서 효과적이며 저고도의 목표물 및 기동중인 목표에 매우 우수한 능력을 가졌습니다.

R-27은 시커의 종류 (반능동 레이더 혹은 적외선)에 의해 몇몇 변형이 있으며 추진 시스템에 의해 스탠다드와 확장형으로 나뉘게 됩니다. 반-능동 레이더 추적 시커는 R-27R과 R-27ER로 불리웁니다. 적외선 시커의 종류는 R-27T와 R-27ET로 불리웁니다. R-27ER과 R-27ET는 모두 확장형으로써 더 오래 연소가 가능한 모터가 달려있습니다.

미사일 본체의 주요 재료는 티타늄 합금이며, 엔진 본체는 대부분 강철로 제작됩니다.

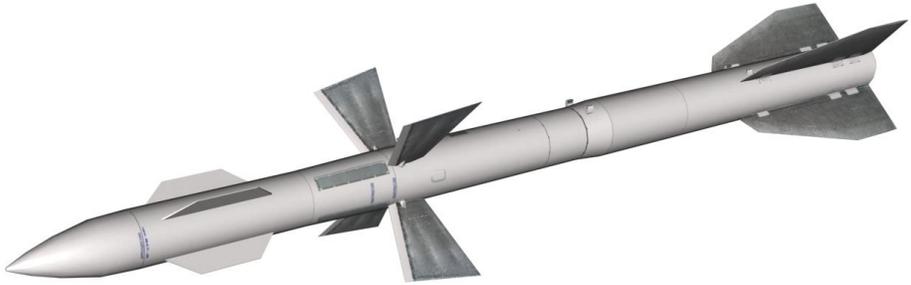
동일한 레일 및 배출기 발사 장치가 스탠다드와 확장형 두 변형 모두에 사용됩니다. APU-470 레일 발사기는 날개 아래에 장착 된 미사일을 대상으로하며, AKU-470 발사 장치는 동체 또는 날개 아래에 장착 된 미사일에 사용됩니다.

시커 외에 미사일 제어 시스템에는 라디오 보정 기능이있는 관성 항법 시스템이 포함되어 있습니다. 전방향 발사 가능한 R-27의 경우 목표물에 대해 반-능동 레이더 시커의 경우에는 50도, 적외선의 경우에는 55도의 짐벌 제한이 있습니다. 발사 시 최대 G 가속은 5 유닛까지 가능합니다. R-27은 최대 3500 km/h의 속도와 최저20m에서 가장 27 km의 고도에서 비행하는 표적을 가로 챌 수 있습니다. 목표물과의 고도차이는 최대 10 km 까지 가능합니다. 목표물의 최대 G는 8 유닛입니다. 서로 다른 시커를 가진 R-27 미사일을 발사 할 경우 목표물이 대응책을 더 많이 사용하도록 부추기게 됩니다. R-27 미사일들은 Vympel 디자인 부서에서 개발이 되었으며 1987년과 1990년 사이에서 실제 운용이 됩니다. 요즈음, 모든 버전의 MiG-29와 Su-27에는 이 미사일들이 달려 있습니다.



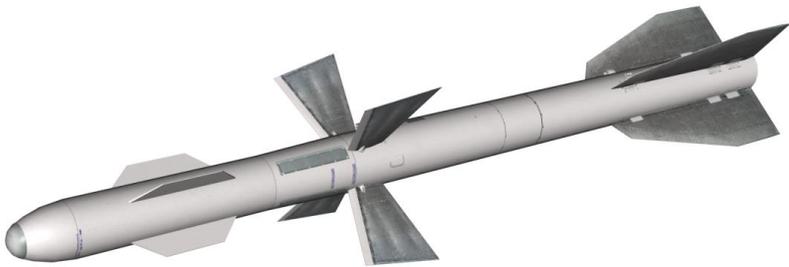
6-6: R-27R 미사일

R-27R. "프로덕트 470R" (AA-10A 알라모)는 1987년 운용되기 시작한 레이더 유도 중거리 공대공 미사일입니다. 미사일은 레이더 교정이 가능한 내부 항법 유도 시스템을 사용합니다. 표적 유도를 위해서, R-27은 반-능동 레이더 시커를 사용합니다. 최대 발사거리는 30-35 km입니다. 최대 목표 속도는 3600 km/h이며 최대 목표 G 유닛은 8이며, 발사 전 R-27의 무게는 253 kg입니다. 4미터 길이에 0.23m의 반경을 가지고 있으며 날개길이를 합하면 0.77m 정도 됩니다. 조종면의 날개길이는 0.97m이며 확장형 막대 탄두의 무게는 약 39kg입니다.



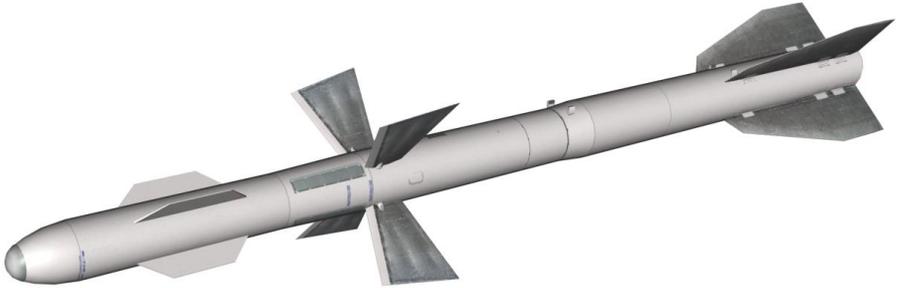
6-7: R-27ER 미사일

R-27ER. "프로덕트 470ER" (AA-10C 알라모) 는 기존의 R-27R 과 같은 중거리 레이더 유도 미사일이지만, 조금 더 큰 모터를 달고 있습니다. 미사일은 레이더 교정이 가능한 내부 항법 유도 시스템을 사용합니다. 표적 유도를 위해서, R-27ER 은 반-능동 레이더 시커를 사용합니다. 최대 발사 가능 거리는 약 66 km 입니다. 최대 목표의 고도는 27 km 입니다. R-27ER 의 발사 전 무게는 약 350 kg 이며 길이는 4.78m, 최대 동체 반경은 0.26m 이며 날개폭은 0.8 m 입니다. 조종면의 크기는 0.97m 입니다. 확장형 막대 탄두의 무게는 약 39 kg 입니다. Su-27과 그 변형 기종들이 이 미사일을 장착할 수 있습니다.



6-8: R-27T 미사일

R-27T. "프로덕트 470T" (AA-10B 알라모)는 1983년에 운용되기 시작한 공대공 중거리 미사일입니다. 이 버전의 R-27은 적외선 시커를 사용합니다. R-27T 는 목표물에 발사 전 반드시 적외선 시커가 적을 락 하고 있어야 합니다. 최대 효율적인 사거리는 30km 이며 목표의 고도는 24 km 까지 가능합니다. 발사 전 무게는 약 254 kg 이며 미사일 길이는 3.7m 입니다. 최대 동체 반경은 0.23m 이며 날개길이는 0.8 m 입니다. 확장형 막대 탄두의 무게는 39 kg dlqsek. Su-27, MiG-29와 그 변형들이 이 미사일을 장착할 수 있습니다.



6-9: R-27ET 미사일

R-27ET. "프로덕트 470ET" (AA-10D Alamo)는 1990년에 운용되기 시작한 중거리 공대공 미사일입니다. 이 버전의 R-27은 적외선 시커를 사용합니다. R-27ET 는 목표물에 발사 전 반드시 적외선 시커가 적을 락 하고 있어야 합니다. R-27ER 과 마찬가지로, R-27ET 는 먼 거리의 적을 추격하기 위해 더 큰 모터를 달고 있습니다. 최대 발사거리는 60 km 입니다. (적외선 시커의 목표 락 능력에 따라 달라집니다). 최대 목표 고도는 27 km 입니다. R-27ET 의 발사 전 중량은 343 kg 입니다. 미사일의 길이는 4.5m 이며 최대 동체 반경은 0.26m 입니다. 날개길이는 0.8 m 입니다. 확장형 탄두의 무게는 39kg 입니다. Su-27과 그 변형 기종들이 이 미사일을 장착할 수 있습니다.

R-77

제 4세대 러시아 전투기의 개발은 MiG-29와 Su-27의 도입으로 완성되어졌습니다. 이 시기에, 제 5세대 러시아 전투기에 대한 아웃라인이 정의되었습니다. 또한 중요한 점으로, 미국에서 새로운 능동 레이더 시커를 가진 중거리 미사일 AMRAAM (AIM-120A) 개발 프로그램이 실제 구체화 되기 시작하던 시기였습니다.

R-27 디자인은 에일러론 컨트롤 표면이 필요없는 "canard" 형태로 제작을 하려 하였지만, 결국 러더부를 넓힘으로써 이에 대한 구현이 가능해졌습니다. 이로 인하여 결과적으로 내부 수납공간에 많은 양의 미사일을 탑재하는 것이 불가능 해 저 버렸습니다. 내부 수납고는 러시아 제 5세대 전투기들의 특징인 레이더 크로스 섹션을 줄이는 형태로 인하여 그에 적합하게 변경 되었습니다. 추후 AMRAAM 은 R-27ET 보다 훨씬 더 작으며 두 배 정도 무게가 덜 나간다는 것이 밝혀졌습니다. 새로운 미국의 미사일인 AIM-7M 의 경우 무게가 삼분의 일 정도 밖에 나가지 않았습니다.

결국 1980년대 초에, 소련 연합은 160-165 kg 보다 작으며 능동 레이더 시커를 장착한 중거리 미사일을 개발하기 시작하였습니다. 이 미사일은 Su-27M 과 MiG-29M 에 새로이 장착되는 신형 레이더와의 호환도 필요했습니다. 이 새로운 소련의 미사일은, 추후 많은 전시회를 통해 RVV-AE 로 이름을 밝히며

보여지게 되었는데, 격자 형태의 꼬리 조절면으로 인해 AMRAAM 보다 매우 다르게 생겼다는 걸 알 수 있었습니다. 이 당시의 '공대공' 미사일에는 처음으로 도입되는 형태의 조절면이었습니다.

RVV-AE 로 알려지기도 한 이 R-77에 대한 개발은 G.Sokolovsky 가 수장으로 있는 "Vympel"과 "Molniya"사에서 V.Pustovoitov 의 책임감독 하에 디자인 개발이 진행되어졌습니다. 작업은 결국 디자이너 총괄 수석인 V.Bogatskiy 의 감독 하에 완료가 되었습니다.

이 미사일은 기존의 전통적인 삼각형의 날개가 아니라, 초기의 미 해군에서 사용되던 지대공 미사일 "타다르"의 형태인 짧은 테이퍼 날개 "스트레이크"를 도입하였습니다. 공대공 미사일인 RVV-AE 의 독특한 특징은 꼬리부의 날개를 접을 수 있다는 점이었습니다. 접힌 상태에서는, 미사일의 날개면적으로 정의 된 수치를 넘지 않았습니다. 훨씬 가벼운 무게와 이전 미사일에 비해 짧아진 길이는 전투기의 연료부 하단에 많은 수의 미사일을 장착할 수 있게 하였습니다. 이 뿐만 아니라, 꼬리 핀들의 적은 코드로 인하여, 날개가 펼쳐지는 것이 순식간에 이루어지며, 비행속도와 고도, 받음각 등에 조금 영향을 받는 정도입니다. 발사 순간에는 1.5 kGm 을 넘지 않으면 됩니다. 이로 인해서, R-77은 작은 크기와 가벼운 중량의 전자 조종면 컨트롤러 탑재가 가능하게 되었습니다. 조종면은 받음각 40도 까지 효율적으로 컨트롤이 가능했으며, 조종값을 전달하기 위한 높은 강성을 가지고 있었습니다. 자연적으로 격자형태의 조종면에 의한 단점도 발생하였는데, 공기역학적 항력이 증가하고 단면 효율이 증가하게 되었습니다. 그럼에도 이것은 무기 스테이션에 접혀서 들어가는 점으로 충분히 상쇄될 만 하였습니다.



6-10: R-77 (RVV-AE) 미사일

미사일의 개발은 엄격한 중량 가이드 라인하에 미사일을 개발되어야 했고, 하위 유닛과 구성 요소 및 시스템을 동체의 계획 치수에 무조건 맞추어야 했습니다. 이로 인해 독특한 설계 계획이 구현되었습니다. 즉, 미사일 개발사에 의해 미사일 개발 초안이 작성된 것이 아니라 개인적으로 항공산업 장관이 승인을 하는 시스템이 되었습니다.

R-77 구조는 웨지 타입 클램프로 연결된 5 개의 구간으로 구성됩니다. 첫 번째 구간에는 능동 레이더 탐색기가 포함됩니다. 제 2 구간은 목표 크기, 목표 픽업과 자동조종 등에 따라 조정 가능한

파라미터를 갖는 활성 레이저 퓨즈가 있습니다. 세 번째 구간은 안전 및 융합 장치가있는 확장 막대형 탄두를 포함합니다. 탄두가 폭발 할 때 세밀하게 누적되는 형태의 단단한 고리가 형성됩니다. 폭발 범위는 대략 7m 가량 됩니다. 네 번째 구간은 단일 모드의 고체연료 모터가 있습니다. 꼬리 부분에는 조종면 가동블록 앞쪽으로 가열형 전자 배터리가 위치 해 있습니다.

미사일은 완전히 조립 된 상태로 제공되며 APU-170 및 AKU-170 레일에서 발사 될 수 있습니다.

1984년 5월부터 R-77은 MiG-29C 무기 시스템의 일부로 테스트되었습니다. 1984년 부터 이 새로운 미사일은 연속 생산에 들어갔습니다. 주 시험은 1991년에 완료되었으며, 1994년 2월 23일에 R-77은 공식적으로 운영되게 됩니다.

높은 고도에서 폭격기 형태의 목표물에 대한 최대, 효과적인 발사 범위는 50km 입니다. 전투기 목표물의 경우 범위가 45km 로 줄어 듭니다. 최소 발사 범위는 300m 입니다. 발사 전 무게는 177kg 입니다. 탄두 중량은 21kg 입니다. 미사일의 길이는 3.6m 이며 최대 몸통 직경은 0.2m 입니다. 날개 길이는 0.4m 입니다. 조종면의 크기는 0.7m 입니다. 최대 비행 속도는 마하 4입니다. 최대 목표 속도는 3500 km / h 입니다. 목표 고도는 20m 에서 25km 사이입니다. 최대 G 는 12입니다. MiG-29C, Su-30, Su-35 전투기는이 미사일 시스템을 장착할 수 있습니다.

1990 년대 R-77은 국제 전시회에서 반복적으로 전시되었습니다. 서방 국가에서 R-77은 AA-12 Adder 로 알려져 있습니다.

단거리 미사일

R-60

비 가시거리의 매우 긴박한 공중전 상태에서, 아군과 적군을 식별하는 것은 거의 불가능 해 지게 되었습니다. 결국 몇킬로미터 거리에서 육안으로 목표를 식별하는 것을 수행해야만 했는데, 이러한 확인이 미국의 AIM-7 "스패로우" 중거리 미사일의 사거리 내에서만 가능한 경우가 많았습니다.

또한 대다수의 미사일들 (미국의 AIM-9B "사이드와인더"나 소련의 K-13A) 등이 높은 G 를 유발하는 근접전에서는 무용지물이 된다는 것이 밝혀졌습니다. 절박한 상황에서의 G 한계에 대한 인지를 하며 미사일을 발사해야 한다는 것은 파일럿이 전투기의 기동성을 최대한 발휘할 수 없다는 말과 같습니다. 또한 이러한 초기의 미사일들은 발사 후에도 기동성이 떨어져 움직이는 목표물을 정확히 타격하기가 어려웠습니다. 또한 이러한 미사일들은, 목표물의 후방에서 발사될 때에만 그나마 목표물을 타격 할 확률이 높았습니다.

단거리 미사일들은 비행중 이러한 변수에 대응할 수 있는 자동 조종장치가 필요하게 되었습니다. K-13 미사일의 적외선 시커가 목표를 락 하는데 걸리는 절차는 시간이 너무 걸렸으며 목표물을 락 할

수 있는 각도도 너무 적었습니다. 이것이 의미하는 바는, 목표물을 락 하기 위해서는 매우 뛰어난 비행술로 목표의 후방을 조준하여 미사일이 락 할 수 있게 되기까지 유지해야 한다는 의미였습니다. 베트남전 때에, 이러한 초기 미사일의 결함으로 인해 미사일만 가지고 교전을 해야 하는 MiG-21PF 와 F-4C 의 경우 격추되는 확률이 높았습니다.

결국, 미국과 소련, 그리고 프랑스는 1960년대 말 까지 지속적으로 소형 크기의 미사일을 개발하는데 주력했습니다. 이러한 미사일은 근접 공중전을 위한 것이었습니다. 이 미사일들은 먼 거리를 날아갈 필요가 없었기에 작은 크기와 가벼운 중량으로 제작이 가능했습니다. 발사 엔벨롭을 생각해 보면, 전술적인 부분에서 볼 때 기존의 미사일들 보다는 기층에 더 흡사하였습니다. 소련에서 Minaviaprom 과학 연구소 제 №2부서 과학자들, 특히 R.Kuzminskiy 및 V.Levitin 등이 근거리 전투 미사일 개념 정립 및 개발에 커다란 공헌을했습니다.

또한 1960년대 후반, 조금 더 작은 형태의 자가 추진 지대공(SAM) "Strela-1"시스템 9M31이 개발되었습니다. 이 미사일은 K-13A 보다 1.5 배 짧고 무게는 약 삼분의 일 정도였습니다. 이것은 크게 가벼운 탄두 (4배 가량 적은 무게) 때문이었습니다. 새로운 근접 전투 "공대공"K-60 미사일은 9M31 의 기초 단계로서 수행 할 계획이었습니다.

그러나 9M31은 많은 부분들이 효과적인 항공 무기의 요구 사항을 충족시키지 못했습니다. 9M31에는 배경 제거(클러터)가 필요 없는 목표에 대해서만 성공적으로 사용될 수있는 사진 대조 타겟 시커가 장착되었습니다. 게다가 근접전에서의 목표 조준은 더 힘들었습니다. 이러한 조건 하에서, 무장 컨트롤 시스템으로 부터 목표를 조준하는 것이 필요하게 되었습니다. 9M31 엔진은 음속 전 속도의 목표물 까지만 추적할 수 있는 제한이 있었습니다.

K-60 개발은 A.Nedelman 이 이끄는 Minoboronprom 설계 국의 9M31 미사일 설계자가 아니라 Minaviaprom PKPK (전 디자인 국인 OKB-4)의 설계자에게 위탁 한 점을 주목 할 필요가 있습니다. 수석 디자이너인 M.Bysnovaty 와 그의 첫 번째 대리인 V.Elagin 과 함께 A.Kegeles, G.Smolsky 및 I.Karabanov 가 개발을 이끌었다. 결과적으로 원래 계획과는 달리 K-60이 "Strela-1"에서 물려받은 유일한 것은 직경 120mm 와 탄두 크기였습니다. K-60 발사 무게는 9M31의 1.5배 입니다.

K-60 미사일에 대한 주요 기술 솔루션을 검토 할 때, K-8 및 K-80과 같은 비교적 큰 중거리 및 장거리 미사일을 설계하는 데 성공했던 개발자들이 이 K-13 미사일들을 개발하는데 도움을 주기가 어려웠습니다. K-60은 "뱀핍 (Vympel)"이 생산 한 미사일과 근본적으로 다른 점이 많았기 때문입니다.



6-11: R-60M 미사일

K-13에서와 마찬가지로, K-60의 첫 번째 구간은 적외선 탐색기입니다. S.Alekseenko 가 이끄는 키예프 "Arsenal" 디자인 국장 저 관성 자이로 스테빌 라이저로 "Komar"(OGS-60TI)라는 타겟 탐색 장치를 개발하여 보어(Bore) 각 12도 넘어서 까지 목표를 탐지 할 수있었습니다. 높은 기동 각도에서 제어 표면 효율을 높이고 공기 흐름을 직선화하기 위해 시커의 바깥 쪽 몸체에 고정 된 작은 고정 장치를 적용하였습니다.

작은 탄두의 용량은 디자인의 해법을 찾는데 많은 도움을 주게 됩니다. 근접신관 탄두는 대략 2.5 m 의 폭파 반경을 가지고 있습니다. 그렇지만, 목표를 파괴하기 위해서는 직접적인 타격이 가해져야만 합니다. 목표에 가장 큰 타격을 주기 위해서는, 미사일이 목표의 겉 표면을 뚫고 들어갈 때 발생되어집니다.

고로, K-60의 확장형 막대 탄두는 미사일의 두 번째 구간에 가깝도록 최대한 앞쪽에 배치되어 졌습니다. 가벼운 무게와 상대적으로 큰 구경을 가진 탄두는 큰 내부 통로를 가지게 됩니다. 세 번째 구간에는 안전 퓨징 시스템과 작동기관, 자동 조종장치가 있습니다. 자동조종 장치는 K-13에 비해 훨씬 더 엄격한 기동능력이 요구되어졌습니다. 이 구간의 바깥 쪽 표면에는 공기 역학적 컨트롤 표면이 있습니다. 네 번째 구간에서는 무선 근접 퓨즈가 전원 옆에 설치됩니다.이 두 개의 전기 발전기는 압력 축전지의 연소로 작동되는 터빈에서 작동합니다.

다섯 번째 구간은 시간 변경 추력 다이어그램을 가진 고체 추진제 PRD-259 엔진을 포함합니다. 엔진 본체에는 스위핑 된 삼각형의 날개가 부착되어 있습니다. 작은 날개 길이는 기동성을위한 충분한 공간을 제공하며 많은 수의 항공기에 적재하기에 충분할 만큼 작습니다. 날개의 트레일링 에지를 따라 따라 롤러론이 설치되어져 있습니다.

K-60 ("프로젝트 62")는 매우 단기간에 만들어 졌습니다. 1971 년에 본격적인 시험이 시작되었습니다. 미사일은 타워에 위치한 열원을 목표로 하여, 지상 발사대에서 발사되었습니다. 그 후 곧 MiG-21에 대한 테스트가 시작되었습니다. 1973년 12월 프랑스의 "매직 (Magic)" 미사일 개발 2년 전, K-60이 R-60이라는 이름으로 운용되기 시작합니다. 이후 MiG-23에 R-60이 적재된 것을 확인한 후, 새로운 소련 미사일은 코드 네임 인 A-8 아피드로 명명되게 됩니다.

R-60은 7.2 킬로미터까지 표적을 추적하여 교전할 수 있습니다. 이러한 거리는 12km 이상의 고도에서 발사 될 때만 도달할 수 있습니다. 지상 근처에서 사거리는 1/3 정도입니다. 적외선 시커는

5°의 탐지 각 제한이 있습니다. 락이 된 후, 시커는 시커의 짐벌 한계 인 30-35도까지 표적을 추적 할 수 있습니다.

미사일은 8G 로 기동하고있는 목표물에 대해 교전 할 수 있습니다. 두 개의 미사일을 사용하여 일제 공격을하면 0.7-0.8의 성공률을 예측할 수 있습니다.

미사일의 작은 크기와 무게를 감안할 때, 3발, 2발 또는 1발 미사일을 위해 여러 발사대가 개발되었습니다. PU-62-I 는 단일 레일이며 PU-62-II 는 두 개의 레일을 가지고 있습니다. PU-62-II 에는 좌우 날개 버전이 있습니다.

R-60의 뛰어난 성능으로 인해 많은 유형의 러시아 전투기인 MiG-21, MiG-23, MiG-27, MiG-29, MiG-25 및 MiG-31, Su-15 및 Su-17등에서 사용되고 있습니다. 방어 무기의 형태로 Su-24와 Su-25에도 사용되고 있습니다. 수정 된 APU-60-I 및 APU-60-II 발사대도 이 미사일들의 장착이 가능합니다. (APU-60-II 는 동시에 두 개의 미사일을 장착할 수 있음) 미사일들은 일반 무기 스테이션에 배치 될 수 있으며 기계적 잠금 장치와 인터페이스 명령을 미사일에 전송하는 커넥터만 있으면 됩니다. R-60 수출형은 R-60K 라고합니다. R-60의 좋은 특성은 1982년 레바논에서 시리아와 이스라엘 항공기 사이의 전투에서 확인되었습니다. 몇몇 이스라엘 기체가 그들의 엔진 노즐에 R-60을 맞았기 때문입니다.

K-60이 운용되는 것과 거의 동시에, R-60에 대한 현대화 프로그램이 시작되었습니다. 강화 된 시커인 "Komar-M"(OGS-75)이 R-60M 변형에 설치되었습니다. 짐벌 제한은 17°로 증가 되었으며 IR 탐색기의 IR 냉각으로 인해 목표물의 전방을 대상으로 목표물을 락 할 수 있는 가능성을 제공했습니다. 탄두 중량은 보다 효율적인 탄두 하부 구성 요소의 사용으로 인해 17 % 증가했습니다. 결과적으로 미사일의 무게 또한 증가했으며 길이는 43mm 증가했습니다. 최소 발사 범위는 1/3로 줄었고 최대 발사 범위는 500m 증가했습니다.

R-60과 R-60M 은 지난 30 년 동안 전투기에서 널리 사용되었습니다. 최근에는 더 강력하고 장기적인 시스템과 결합 된 "보조 무기"로 사용되고 있습니다. 3000km/h 에 도달 할 수있는 MiG-31과 같은 항공기에 실을 때 극한의 고온에 대처하기 위해 추가적인 수정이 가해졌습니다.

R-73

1960 년대 말 베트남의 전투 결과가 좋지 않아 미국은 4 세대 전투기 F-14와 F-15를 개발하기 시작했습니다. F-16 및 F/A-18 라이트 전투기와 마찬가지로, 이 항공기는 공중전에 대한 우위를 목표로 했습니다. 여기에는 근거리 공중전도 포함이 됩니다. 1970 년대 초반 소련에서는 서방 국가들에 대한 "똑같이 대응 해 준다" 라는 식으로 Su-27과 MiG-29라고 불리는 새로운 최전선 전투기를 개발하게 됩니다.

소련 전투기의 새로운 세대를 위한 새로운 미사일의 요구사항은 R-60M의 특별 강화 버전 (개발이 그 해에 끝날 예정이었음)이 새로운 요구 사항을 완전히 만족시키지 못한다는 것을 보여주었습니다. 분석에 따르면, 새로운 세대의 미사일은 고도로 기동성이 있어야 하며 목표물에 대한 전방향 발사가 가능해야 했습니다.

처음에는, 이러한 요구사항이 두 개의 다른 디자인 부서에 배정되었습니다. 1974년 7월 26일 결의안은 결과적으로 프로젝트의 프레임 워크에서 수행 된 결과와 예비 개발 작업을 검토하여 미래의 Su-27 및 MiG-29의 요구 사항을 정의했으며 Molniya 설계국에 높은 기동성, 소형, 근접 공중전 미사일인 K-73을 의뢰하였습니다. 미사일은 처음에는 P-60을 개선하는 정도로 계획되었지만 높은 기동성 요구 사항을 고려하여 무게를 R-60과 R-13 중간정도로 늘리게 되었습니다.

같은 날, 또 다른 결의안은 전방위 단거리 미사일의 개발을 "Vympel" 디자인부에 위탁하게 됩니다. 이 K-14는 K-13 형태의 개량 버전으로, 적외선 시커와 뛰어난 공기 역학 성능을 포함하고 있습니다.



6-12: R-73 미사일

"슈퍼-기동능력"에 대한 요구사항은 극도로 높은 공격각 (약 40 °)에 대해 K-73이 동작해야 함을 의미했습니다. 이러한 각도에 대해 전통적인 A-A 미사일 제어 표면으로는 제어가 불가능했습니다. 이러한 조건으로 인하여, 가스-다이나믹 제어 유닛에 대한 필요성이 제기되었습니다. wing 표면 변화는 비교적 짧은 발사 범위를 고려해 볼 때 비효율 적으로 간주되었습니다.

K-73의 첫 번째 모델이 작은 크기와 무게를 가졌다는 가정 하에서, 전방위 시커를 배치하는 것은 불가능 해 보였습니다. 결국 기존의 "Geophysica" 디자인 부서와 같이 일했던 키에프에 위치한 "Arsenal" 디자인 부서에서, 좀 더 작은 크기의 시커인 "Mayak" (OGS MK-80)을 개발하게 됩니다. 이 새로운 시커는 기존의 R-60에서 사용하던 시커 대비 약 12배나 더 큰 60° 까지 목표를 확보할 수 있었습니다. 이후에는 초당 60도가량의 최대 앵글각을 통해 짐벌 한계가 75° 까지 늘어나게 됩니다. 이 "Mayak" 시커는 또한 새로운 플레어 대응책에 대응하는 능력을 보유했습니다. 포토-탐지 어레이의 민감도를 늘렸을 뿐 아니라, 펄스-타임 시그널 모듈이 적용되었으며, 독립적 디지털 시그널 처리 유닛이 소개되었습니다. 교전의 효율성을 높이기 위해, 스티어링 포인트 로직이 목표의 엔진

노즐의 앞쪽을 향하도록 수정되었습니다. 이것은 비행기 시스템의 조금 더 치명적인 부분 - 예를 들자면 파일럿- 등에 손상을 가할 수 있게 됩니다.

목표물에 대한 전방위 교전능력의 요구가 없었지만, K-73 개발자들은 이 "Mayak" 시커에 해당 능력을 개발하기 위해 노력했는데, 빠른 시일 내에 이러한 요구가 올 것임을 알고 있었기 때문입니다.

다만 이러한 능력은 K-73의 크기와 무게를 증가시키게 되었습니다.

초기의 날개에 없는 형태의 디자인은 기동성에 제약이 있었습니다. 독파이팅시 보통 고받음각 기동이 요구되었기에 이러한 디자인은 보통 적합하지 않았습니다. 시간이 지남에 따라, 디자이너는 미사일에 날개를 달 생각에서 여섯개의 커다란 캔틸레버를 장착 하는 것으로 생각을 바꾸게 됩니다.

그러나, 가스 컨트롤 유닛만으로 제어를 하기에는 모터의 운용시간에 따라 비행시간에 제약이 생기게 되었습니다. 이것은 전술적 이용가치를 떨어뜨리게 되었습니다. G.Dementiev 가 감수를 함에 따라, K-60과 비슷한 형태의 에어로다이내믹 디자인을 적용하는 것으로 결정하게 됩니다. 그러나 프로토타입과는 다르게, 전통적인 자이로스코프가 있는 오토파일럿을 장착한 이후, 벙크 스테빌라이저를 달게 됩니다. 롤러론에 비해 기구학적인 에일러론의 연결은 무게증가에 영향을 끼치지 않았습니다. 이는 초기 변형이 테일 섹션에서 가스 동적 제어 장치 작동을위한 표면 작동기 요소를 가지고 있었기 때문입니다. 제어 루틴의 경우, 자동 조종 장치는 불안정한 정면에 위치한 공격각 및 측면 슬립 센서의 정보를 사용했습니다. P-60과 마찬가지로, 이것은 또한 공기역학 제어 표면 전에 공기 흐름을 교정합니다.

디스테블레이터와 조종면에 대한 센서의 세트가 미사일 첫 구간에 "파인 콘" 형태로 구성되었습니다. 두 번째의 구간의 앞에는 스티어링 모터로 작동되는 공기역학 컨트롤면이 있었습니다. 이로 인해 자동조종 장치와 능동 라디오 근접신관이 그 뒤에 위치하게 됩니다. 세 번째 구간에는 고체 추진 가스 제너레이터가 있습니다. 생성된 가동유체는 페어링을 통과하여 오는 가스 파이프라인을 통해 에어로다이내믹 제어를 하게 됩니다. 이것은 차례로 미사일의 꼬리 부분에 위치한 에일러론과 배기 베인을 작동시킵니다. 네 번째 섹션은 확장막대형 탄두를 포함합니다. 탄두 안쪽에는 안전과 융합 장치가 있습니다. 탄두 폭발 반경은 약 3.5m 입니다. 다섯 번째 섹션은 단일 모드 고체 추진제 모터입니다. 미사일의 꼬리 부분에는 에일러론과 기체 역학 날개의 가동부가 있습니다.

강철로 된 엔진 본체를 제외하고 대부분의 기체는 알루미늄 합금으로 만들어졌습니다. 단면은 플랜지 조인트로 연결된 끝 단면을 제외하고 바요넷으로 연결됩니다. 완전히 조립 된 미사일은 목재 포장 상자에 밀폐되어 배달됩니다. 미사일은 P-72 또는 P-72D 발사대 (APU-73-1 또는 APU-73-1D)에 의해 항공기에 장착될 수 있습니다.

두 개의 "공대공"미사일 설계팀이 합류 한 결과, K-73 개발은 "Vympel" 디자인 국에서 완료 되었습니다. 미사일은 1984년 6월 22일 결의안에 의거하여 R-73과 같이 운용 서비스를 시작하게

됩니다. R-73의 최대 발사 범위는 고 고도에서 앞부분으로 발사했을 때 전방 반구와 약 30km 이다. 전반적으로, 미사일의 성능 특성은 초기 목표를 초과했지만, 동시에 미사일의 중량은 초기 설계 규격의 1.5 배가되었습니다.

R-73은 해외로 K-73E 변종으로써 수출되었습니다. 최초의 인도는 1988년 동독에서 이루어졌습니다. 이 미사일은 서방 용어로 AA-11 Archer 로 명명 되었습니다. 헬멧에 장착 된 조준장치 "Shel-3UM"과 결합된 R-73은 조종사가 근거리 전투에서 공중 우위를 달성 할 수있게 해 줍니다. 이는 바르샤바 조약에 의거한 연합 훈련에서 서방의 NATO 조종사들이 (정확히는 독일측) 확인 한 내용입니다.

1990 년대에 "Vympel"은 국제 전시회에서 R-73의 다양한 기능을 선보였습니다. 특히, 후방에서 접근하는 적기에 대해 공격 할 수있는 버전을 사용하는 공격기의 사진이 포착되었습니다.

R-73의 발사 범위는 0.3 ~ 20km 이며 20km 의 고도에 도달할 수 있습니다. 발사 전 무게는 105kg 입니다. 미사일 길이는 2.9 미터이며 최대 몸통 직경은 0.17m 입니다. 날개 길이는 0.51m 이고 제어 표면은 0.38 m 에 이릅니다. 목표물의 최대 속도는 2500km/h 입니다. 탄두 중량은 7.4kg 이며, 최대 목표 G 는 12 유닛입니다. MiG-29, Su-27 및 그 변형에 이 미사일을 장착할 수 있습니다.

아래의 테이블은 현대 러시아 미사일 타입의 특성을 비교 한 표입니다.

이름	R-27R/T	R-27ER/ET	R-77	R-33
이름	R-27R/T			
운용 시작된 해	1987	1990	1994	1981
기체/탑재 수	MiG-29/4; MiG-29SMT/4; Su-27/4; Su-35 /4; Su-34/4; Su-33/6		MiG-29S/6-8; MiG-29SMT/6-8; Su-35/10-14; Su-34/12; Su-33 /10-14	MiG-31/4
무기 컨트롤 시스템	SUV S-29; SUV S-29M; SUV S-27; SUV S-27M		SUV S-29M; SUV S-27M	SUV "Zaslon"
공기역학 디자인	디스테빌라이저가 달린 카나드		긴 날개가 부착된 일반형태	일반형태
중량, kg	253	354	177	520
탄두 중량, kg	39		21	47
탄두 유형	Rod-type		Multicumulative rod-type	Blast fragmentation
동체 직경, m	0,23	0,23/0,26	0,20	0,38
길이, m	3,96	4,56	3,60	4,15
조종면 길이, m	0,77	0,8	0,7 (folding)	1,12
T/W 율, Kgs/Kg	62	94	79	73
모터 타입	single-mode	double-mode	single-mode	double-mode
시커 짐벌 한계	±50° for radar TSD; ±55° for IR TSD		±60°	±60°
유도 시스템 타입	Inertial guidance with radio correction; self-guidance with semi-active TSD with		Inertial guidance with radio correction; self-guidance with active	Inertial guidance with radio correction; self-

	lock-on after launch; infrared TSD cooled by nitrogen	radar TSD with lock- on after launch	guidance with semi- active radar TSD with lock-on after launch	
유도 방법	Proportional guidance			
목표 최대 속도, km/h	3500	3600	3700	
목표 최대 거리, km	0,03 - 25	0,03 - 27	0,02 - 25	0,05 - 28
최대 발사거리 전방/후방, km	45/18	70/30	55/20	120/40
후방 발사 최소 발사거리, km	0,5	0,3	2,5	
최대 목표 G, 유닛	8	12	3 - 4	

Figure 4

NATO 군의 미사일들

중거리 미사일들

AIM-120 암람("AMRAAM")

중거리 공대공 미사일인 AIM-120 암람 (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile)은 1991년에 미 공군에 의해 기존의 AIM-7 "스패로우" 미사일을 대체하고 운용되기 시작했습니다.

"스패로우"에 비교하자면, AIM-120이 훨씬 가볍고 작으며, 비행 효율이 더 나올 뿐더러, 고 고도에서 급기동 하는 기체와 저고도에서 전자 대응을 하는 목표에도 적합합니다. 이것은 현대의 미사일 컨트롤 이론에 대한 업적과, 레이더와 컴퓨터 엔지니어링, 추진력 시스템과 무장 등에 의해 가능 해 지게 되었습니다.

현재의 AIM-120은 미국 뿐 아니라 독일, 영국과 더불어 나토 멤버의 몇몇 국가에서도 사용중입니다.



6-13: AIM-120C 암람

AIM-120은 기본적인 공기역학적 디자인을 따라 제작되었으며 세 개의 섹션으로 구성되어져 있는데: 전방, 탄두, 그리고 꼬리부분입니다. 작은 십자모양의 날개와 함께 십자모양의 꼬리 부분이 저속과 고속에서 모두 기동성을 좋게 만드는 데 도움을 줍니다. 미사일의 동체는 회색으로 칠해져 있는 철로 구성되어져 있으며 표피에 열이 가해진다 하더라도 꽤 높은 고열을 견딜 수 있습니다.

AIM-120은 기본적인 공기역학적 디자인을 따라 제작되었으며 세 개의 섹션으로 구성되어져 있는데: 전방, 탄두, 그리고 꼬리부분입니다. 작은 십자모양의 날개와 함께 십자모양의 꼬리 부분이 저속과

고속에서 모두 기동성을 좋게 만드는 데 도움을 줍니다. 미사일의 동체는 회색으로 칠해져 있는 철로 구성되어 있으며 표표에 열이 가해진다 하더라도 꽤 높은 고열을 견딜 수 있습니다.

앞부분은 자동조종과 항법 시스템으로 구성되어 있습니다. 미사일의 자동조종은 발사된 기체로부터 목표물을 계속해서 비추지 않더라도 목표를 쫓아갈 수 있도록 몇 가지의 서브 루틴이 합쳐져서 이를 돕도록 되어 있습니다. 보정-내부 항법이 초기에 작동하여 비행 경로를 수정하고, 터미널 레그(구간)에서는 능동 레이더가 이를 보정합니다. 보정-내부 시스템은 년-짐벌로 된 내부 플랫폼과 후미의 노즐 부분에 있는 명령줄 수신기로 구성되어 있습니다. 전체 플랫폼의 무게는, 미니어처 속도 자이로스코프가 포함되어 있음에도 1.4kg 이 되지 않습니다. 30MHz 로 동작하는 고성능의 마이크로 컴퓨터가 내부 항법과 레이더 시스템에 사용됩니다. 이 컴퓨터는 모든 기능을 컨트롤 하는데, 데이터링크, 레이더 장비, 탄두/퓨즈 신호 프로세싱, 그리고 메인-서브 시스템과 컴포넌트를 제어하는 데 사용됩니다.

이러한 마이크로-컴퓨터의 등장으로, 미사일과 목표의 인터셉트 지점, 비행 속도와 방위 등에 의거하여 가장 효율적인 비행 궤적을 계산 해 내는 데 엔지니어들이 더 많은 파라미터를 사용할 수 있도록 하는 게 가능해 졌습니다. 예를 들자면: 측정 된 거리, 목표의 보이는 각도, 그들의 변화하는 속도 등을 기반으로 마이크로-컴퓨터는 목표의 가속력을 계산할 수 있습니다. 만일 미사일의 자체 가속을 알 수 있다면 (내부의 시스템의 도움을 받아); 마이크로-컴퓨터는 이제 해당 목표를 격추하기 위한 기동을 계산해 낼 수 있습니다. 이를 토대로 컴퓨터는 목표를 확실히 맞추기 위해 적절한 경로를 선택할 수 있게 됩니다.

데이터링크는 미사일이 비행중인 경우에 미사일의 비행경로를 수정해야 할 필요성이 있을 때 사용됩니다.

이후 목표가 안정적으로 락 된 이후에는 독립적으로 미사일 유도를 수행할 수 있는 능동 레이더가 켜지게 되며, 고/중 펄스를 반복하여 내보냄으로써 목표를 추적하게 됩니다. 레이더 안테나는 시그널 통과가 가능한 레이돔 (길이는 약 530 mm 이며 밀면은 약 178 mm)의 뒤에 위치 해 있습니다. 레이돔은 유리 파이버로 강화 된 세라믹으로 만들어져 있습니다.

탄두 섹션은 탄두를 포함하고 있으며 비접촉 라디오 근접 퓨즈, 그리고 안전 무장 메커니즘을 가지고 있습니다. 탄두의 폭발 방향기는 폭발 조각을 이용하여 이러한 조각들이 제한된 섹터나 좁은 영역으로 펼쳐지도록 조종 합니다. 다만 제한된 지역으로 조각을 분산시키는 것은 목표를 지정된 각도에서 격추할 때에만 가능합니다. 미사일이 만약 목표를 직격하게 된다면, 접촉 퓨즈가 탄두를 폭발시킵니다. 추진 시스템은 더블-스테이지 고정 프로펠런트 로켓 모터를 사용하여 고 추진력을 낼 수 있습니다. 또한 후연이 없는 비 알루미늄 연료 45 kg 을 탑재하고 있습니다.

미사일의 비행 경로는 세 부분으로 나뉘게 됩니다: 수정-관성, 독립 관성, 그리고 능동 레이더입니다. 목표를 탐지하는 것은 초기에는 발사된 기체의 내부 탑재 된 레이더를 이용하게 됩니다. F-15C 에 있는 AN/APG-70 레이더는 목표의 특성, 예를 들자면 거리와 근접률 등을 이용하여 10개의 목표를

지속적으로 TWS 모드에서 추적하는 것이 가능합니다. 파일럿이 목표를 지정하게 되면, 목표의 위치 데이터가 미사일의 관성 시스템에 자동적으로 전송되게 됩니다. 발사순간 까지, 기체의 레이더는 인터셉트 계산 정보를 미사일에 계속 넘겨주고 있습니다. 미사일이 발사 된 후에는, 현재의 목표 위치 데이터는 기체의 레이더에서 준 정보가 유일합니다. 만일 목표가 전혀 기동을 하지 않는다면, 미사일의 관성 유도 시스템이 미사일이 자체 능동 레이더 시커가 넘겨받기 전 까지 미사일을 목표 근처로 유도하게 됩니다.

만일 목표가 기동을 하게 된다면, 위치 데이터 수정이 이루어지게 됩니다. 위치 데이터는 미사일의 관성 항법 시스템에 발사 전 입력되게 됩니다. 이후 수정 명령이 기체의 레이더 안테나 사이드 로브에서 송신되게 되는데, 주기적인 안테나 방향 다이어그램 검색 시 이루어지게 됩니다. 이러한 데이터 링크 명령들은 미사일의 데이터 링크 리시버가 수신하게 됩니다. AIM-120 미사일을 동시에 다른 목표물에 발사했을 경우 총 8기의 미사일에 자세한 데이터링크 명령을 전달할 수 있습니다. 비행기의 조종석에 미사일이 자체 내장 레이더를 가동시킬 때 까지의 남은 시간이 표시됩니다. 미사일이 자체 유도가 되는 시기를 알 수 있기 때문에 조종사가 해당 미사일에 대한 데이터링크 지원을 종료할 수 있게 됩니다. 데이터링크 명령은 만일 목표물이 기동을 멈추고 미사일이 자체 내장 관성 항법시스템을 이용해 목표를 추적할 수 있다면, 일시적으로 중단될 수 있습니다. 다만, 위에 설명 된 유도 방법은 활성화 된 재밍이 없을 때에만 가능합니다. 만일 목표물이 재밍을 가동하였다면, 중반과 후반의 비행 경로에서 미사일 자체 내장 시스템이 반복적으로 홈-온-잼(HOJ) 유도 모드로 변경하게 됩니다. 만일 근접전에서 목표가 보이는 경우라면, 바로 능동 레이더 유도 모드를 사용합니다.

AIM-120은 두 가지 다른 발사 타입의 장비에 장착될 수 있습니다. 하나는 레일 가이드이며 다른 하나는 작약 의 도움을 받은 강제 사출 시스템입니다. 전자는 AIM-9 "사이드와인더" 형태의 미사일로 장착이 가능합니다. 후자의 경우에는 기존의 LAU-17이나 LAU-92 발사대를 변경해야 합니다. F-15나 F-18은 이러한 발사대 장착이 가능합니다. 이러한 발사대는 AIM-7 "스패로우"와 AIM-120 모두 장착이 가능합니다. 이러한 장비는 F-15, F-16, F-18과 토네이도 F.2에 6기의 미사일 장착이 가능하게 하며, F-4F 팬텀의 경우 4기까지 장착이 가능합니다.



6-14: AIM-120B 미사일



6-15: AIM-120C 미사일

요즈음은 세 가지의 AIM-120 모델이 사용됩니다:

- AIM-120A 는 첫 번째의 버전이며 1994년 까지 생산이 되었습니다.
- AIM-120B 는 A 버전의 현대화 버전이며 수송 컨테이너에 있는 케이블을 통해 프로그래밍이 가능합니다.
- AIM-120C 는 1996년 이후 계속 생산되고 있으며 F/A-22A 에 장착되기 위해 수정된 버전입니다. C 모델은 크기가 약간 더 작으며, 속도가 더 빠르고 기동성이 더 좋으며 초기 모델에 비해 사거리도 더 깁니다.

소수의 F/A-18 전투기에 AIM-120이 장착되어져 있는데, 이 기종은 페르시아인 걸프 지역으로 이송되어 "데저트 스톰" 작전에 운용되기도 했습니다. 다만, 실제 전투에서는 사용되지 않았습니다. 실제 AIM-120(슬래머)이 처음으로 사용 된 것은 1992년 12월에 미 공군의 F-16C 가 이라크 공군의 MiG-25를 격추하는데 사용 된 때였습니다.

AIM-120은 아마도 나토의 공군에서 사용되는 가장 효율적인 공대공 미사일일 것입니다. 긴 사거리와 높은 에너지 보유율, 좋은 기동성과 AIM-7 스패로우에 비교할 바가 아닌 훌륭한 유도 시스템 때문입니다.

AIM-7 스패로우

스패로우 III (AIM-7C)는 1954년에 개발이 시작되었고 미군에서 1958년 부터 운용이 되기 시작했습니다.

이 미사일은 초기에는 데몬 (F3H 와 F3H-2), 그리고 팬텀 II (F-4B, F-4C, F-4M) 전투기에 탑재되었습니다. 총 6기의 미사일이 장착될 수 있었으며 12 km 의 사거리를 가집니다.

모든 스패로우 III 미사일은 움직이는 크로스윙과 스테빌라이저 시스템을 가진 동일한 공기역학 디자인 모델을 사용합니다. 미사일은 4개의 섹션으로 구성되어져 있는데:앞부분, 날개, 탄두와 엔진입니다. 각 모델은 동일한 방식과 동일한 크기로 구성되어져 있습니다. 이로 인해, 기체에 여러 종류의 모델 타입이 한꺼번에 장착될 수 있습니다. AIM-7은 비례항법 시스템을 사용하며 반능동

레이더 호밍 (SARH)를 사용합니다. 목표로 부터 반사된 레이더 에너지를 시커의 안테나가 수신하여 꼬리부에 있는 안테나에서 발사 된 기체로 전달하게 됩니다. 이 작동 메커니즘은 날개 섹션에 탑재되어져, 각 컨트롤 신호 때 마다 날개를 조종하게 됩니다.



6-16: AIM-7M 스파로우

AIM-7에는 확대막대 형태의 탄두가 장착되어져 있습니다. 이러한 탄두는 확장 된 고리 형태의 나무 막대를 형성하여 이 원 안에 기체가 있을 경우 그것을 파괴할 수 있습니다. 탄두는 레이더 근접신관 (목표에 근접했을 경우)와 충돌신관(직접적인 충격이 있었을 경우) 두 개를 사용합니다.

고체 연료의 추진 모터는 두 개의 추진레벨이 있는데- 부스트 시기와 유지 시기로 나뉩니다. 연료는 별 모양의 채널로 이루어진 모터의 중심부를 흐르게 됩니다. 이러한 방식은 최대 효율로 연료를 연소시킬 수 있게 됩니다.

AIM-7D 는 1961년에 운용되기 시작했으며, 사거리는 15 km 입니다. 반 능동 레이더 시커를 탑재하고 있으며 발사 된 기체에서 목표를 계속 락 하고 있어야 합니다. 여기에 사용되는 고체연료 추진 시스템인 LR44-RM2모터는 AIM-7C 에서도 사용되는데, 추후 로켓다인사의 Mk.38/39 모터로 변경되었습니다. (두 엔진 모두 단일 추력 레벨을 가지고 있습니다). AIM-7D 미사일은 1963년에 AIM-7E 가 등장한 1963년 이후 생산이 중단되었습니다.

AIM-7E 는 D 모델보다 조금 더 복잡한 시커를 가지고 있으며 신형 에어로젯 Mk.52.Mod.2 모터를 사용합니다. 이 모터의 무게는 68.5 kg 으로 2.8초의 번타임을 가지고 25 km 까지 사거리가 늘어났습니다. 이 모터를 사용하기 위해 폴리버타다인이 연료로 사용되었으며 암모니움 과염소산칼륨이 산화제로 사용되었습니다. 이러한 새 모터로 인해, 기존의 오래된 AIM-7보다 더 먼 거리와 고속 비행이 가능해 졌습니다. 또한 이러한 먼 사거리는 개선 된 시커에 의한 것이기도 합니다.

AIM-7E 에 기초한 해군용 "시 스파로우" (Sea Sparrow)가 개발되었는데, 이는 미국과 기타 다른 나라에서 방어용 미사일로 사용되었습니다. 후기에 AIM-7E 는 여러 나토 대공 방어 시스템의 기초가 되기도 했는데 "스파다" (지상용)과 "알바트로스" (함상 발사용)이 그러한 시스템입니다. 여러

나라에서 또한 자국의 자체적인 "공대공" 미사일을 AIM-7E 에 기초하여 만들기도 했습니다. 성공적인 지상 테스트와 좋은 생산성이 AIM-7E 의 미사일을 더 유명하게 만들어 주었습니다.

하지만, 이러한 긍정적인 면이 항상 좋은 전투결과로 이어지지는 않았습니다. 1965년과 1969년 사이 베트남에서 10기의 AIM-7E 가 발사되면 단 한 기가 맞을 정도였습니다. 이러한 전투경험이 여러 단점을 밝혀냈는데, 최소 사거리가 너무 길고 목표를 띠는데 걸리는 시간이 너무 길다는 점이었습니다. 이러한 미사일들은 특히나 급기동 하는 적기를 맞추는데는 부적합 하였습니다. AIM-7E 가 느려터진 소련 폭격기를 먼 사거리에서 추적하도록 디자인 된 것을 감안한다면, 이러한 결과가 크게 놀랍지는 않았습니다.

베트남 전쟁을 통해, 새로운 스페로우 모델에 대한 개발이 전투분석을 통해 이루어졌는데, 이것이 바로 AIM-7E2 입니다. 이 변형 모델은 1968년부터 운용되기 시작했으며, 최대 교전거리는 고고도에서 50 km 까지 늘어났습니다.

이 모델을 디자인 할 때, 가시거리의 교전에 대한 수행특성에 대해 매우 많은 주의를 기울였습니다. 신관 장비의 무장 시간을 줄였으며, 시커와 컨트롤 시스템, 그리고 날개 작동 컨트롤 등을 향상시켰습니다. 그 결과로써 이 신 모델은 더 기동성이 좋아졌으며 최소 교전거리가 더 짧게 되었습니다.

1973년에, AIM-7F 가 운용되기 시작했습니다. 최대 교전거리는 고고도에서 50-70 km 까지 늘었습니다. 시커는 두 개의 모드로 운용이 가능 해 졌는데, 펄스-도플러와 지속 파형 두 가지 모드로 운용이 가능하여 다양한 레이더에 반응할 수 있게 되었습니다.

또한 향상된 확대-막대 형태의 탄두는 비산범위가 크게 늘었습니다. 기존의 변형과는 달리 미사일의 탄두는 앞부분과 날개 부분의 사이에 위치하게 되었습니다. 이는 기존에 시커를 컨트롤 하기 위한 단일 컴퓨터 칩과 컨트롤 시스템과 탄두가 함께 있던 진공 튜브의 공간을 줄임으로써 가능 해 졌습니다. 추가적으로, 이로써 미사일의 안정성을 더욱 늘릴 수 있게 되었는데, 이는 장착 된 후 470시간 가량 까지 작동을 보장함으로써 기존의 AIM-7E 대비 8배정도를 늘린 시간입니다.

미사일은 새로운 두 단계의 추진 모터를 사용하는 허클레스 Mk.58 Mod.2.를 사용하여 기존의 AIM-7E2에 비교하여 훨씬 더 긴 사거리를 가지게 되었으며 AIM-7F 가 근거리 교전에 훨씬 더 효율적일 수 있게 되었습니다.

다만 AIM-7F 의 하나의 단점으로는 지상에서 반사되는 레이더 시그널 재밍에 대해 취약하다는 점입니다. 이는 특히 목표가 저공에 있을 때 "내려다 보는 시점"에서 발사할 경우 문제가 심각했습니다. 이를 해결하기 위해서 1975년에 AIM-7F 에 대한 개야 모델에 대한 개발이 시작되었습니다. 이 새로운 모델은 모노-펄스 목표 시커를 통해 재밍에 대해 좀 더 나은 결과를 볼 수 있었습니다.

1976-77년도에는 새로운 AIM-7M 이 비행 테스트에 들어갔습니다. 이 미사일은 마찬가지로 고고도에서 50-70km 정도의 최대사거리를 가졌습니다. 다만, AIM-7M 또한 반능동 레이더 (SARH) 시커의 단점을 극복할 수는 없었습니다. 이러한 시커는 여전히 미사일을 발사하는 기체가 목표를 지속적으로 조준하고 있어야 하는점 때문에 목표에 미사일이 맞을 때 까지 기동이 제한되게 됩니다. (비 가시거리에 있을 때에는 20-60초, 가시거리 내에서는 10-20초 정도 목표를 조준 해 주어야 함). 또한 SARH 시커는 현대의 전자대응책에 유난히 취약합니다. 사실, 이러한 제한 때문에, 현대의 무기인 "파이어-앤-포켓" (발사 후 독립적 유도가 가능함) 의 필요성을 깨닫게 되었습니다.

F-4, F-15, F-14, F-16, F/A-18 기체들은 이 미사일의 장비가 가능합니다.

근거리 전투 미사일들

AIM-9 사이드와인더

사이드와인더의 디자인은 1948년 부터 시작되었으며, 비행 테스트와 개발 모델은 1952-54년도에 시작되었습니다. 1956년에 첫 보델인 AIM-9A 사이드와인더가 미 공군에 처음으로 운용되기 시작했습니다.

사이드와인더는 캐나다 공기역학 계획에 의해 디자인 되었습니다. 직경 127mm 를 가진 동그란 모양의 동체에 사다리꼴 모양의 날개가 달려있습니다. 롤러론(Rollerons)이 꼬리날개의 후면 끝단에 달려있습니다. 이를 통해서 미사일의 회전각 속도를 제한할 수 있습니다. 사이드와인더의 모든 모델은 주요 부품들의 수가 모두 같은데, 유도와 컨트롤 시스템 (목표 추적기, 기압 에어포일 드라이브, 전자 파워소스와 충돌 신관), 근접 신관, 탄두, 그리고 모터입니다. AIM-9C 와 AIM-9R 을 제외한 모든 사이드와인더들은 적외선 탐지기를 장착하고 있기 때문에 날씨가 좋을 때 최적의 효과를 볼 수 있습니다. AIM-9C 의 경우에는 레이더 시커를 장착하고 있기 때문에, 날씨가 좋거나 나쁠때 가리지 않고 좋은 성능을 보여줍니다.

AIM-9D 의 경우 전기 배터리가 장착되어져 있기 때문에 다르지만, 파워 소스로는 가스 제너레이터가 사용됩니다. 장착 된 카트리지를 연소시켜 뜨거운 가스를 생산해 내는 방식으로 움직이게 됩니다.



6-17: AIM-9P 사이드와인더 미사일

탄두는 확장-막대 타입입니다. 탄두는 미사일이 목표 근처 5-6 m를 지나게 되면 근접신관에 의해 폭파 명령을 받게 됩니다. 직격을 하게 되는 경우에는, 충격 신관이 탄두를 터뜨리게 됩니다. 모터는 고체연료 추력으로 두 단계 (부스트와 유지-비행)을 가지고 있습니다.

사이드와인더는 1960년대와 1990년대 사이의 국가간 분쟁에서 매우 광범위하게 사용되었습니다. 영국 출처에 의하면 포클랜드 전쟁에서, 해리어가 총 27기의 사이드와인더 미사일을 발사했으며, 이중 16기의 미사일이 아르헨티나 기체나 헬기에 명중하였습니다. 이러한 훌륭한 사이드와인더의 전적은, 기본적으로 가지고 있는 전방향 시커의 우수성 때문일 것입니다. 그렇지만, 이러한 시커라 해도 저-적외선을 내보내는 목표에 대해서는 어려움을 가지고 있습니다. 이에 대한 가장 좋은 예는 프로펠러-구동 수송기일 것입니다. 알려진 이야기에 따르면, 해리어가 2기의 사이드와인더 미사일을 아르헨티나 C-130 수송기에 발사하였는데, 이중 한 기는 빗나갔으며, 나머지 한 기는 날개에 손상을 주는 정도에 그쳤다고 합니다. 결국 영국 조종사가 C-130 수송기에 다가가서 연료통에 240발의 탄환을 우겨넣을 수 밖에 없었다고 합니다. 다만 아르헨티나 제트기에게는 사이드와인더가 치명적이라는 것이 증명되었습니다.

AIM-9L - 베트남 전쟁을 통해 초기의 사이드와인더 모델이 효율성이 형편없었다는 것이 드러났습니다. 이러한 초기 모델은 발사하기 위한 모 기체의 기동성을 제약할 뿐만 아니라, 높은 G를 가지고 선회하는 목표를 맞추기가 어려웠기 때문입니다. 이로 인해, AIM-9L에 대한 개발이 1971년 시작되었습니다. 고 고도에서의 AIM-9L의 최대 사거리는 약 18 km 정도였습니다.

원래의 AIM-9L의 광저항 황화납(PbS)를 개선하기 위해 광저항 안티몬화 인듐(InSb)로 교체되었습니다. 이로 인해 정밀도와 함께 목표의 측면부만이 아닌 전면부를 락 할 수 있는 확률도 크게 올라갔습니다. 또다른 개선으로는 짐벌 한계를 늘려 목표에 대한 추적률을 높인 것입니다.

AIM-9L 미사일 시커는 광저항부에 대해 극저온 냉각 시스템을 가지고 있습니다. 이 시스템에는 아르곤이 사용되는데, 미사일 동체에 있는 컨테이너에 위치 해 있습니다. 이는 정비병들이 추가적인 발사 장비를 따로 탑재하지 않고서 미사일을 적재할 수 있게 해 주었습니다. (초기의 사인드와인더 모델은 발사대에 컨테이너를 따로 장착해야 했습니다)



6-18: AIM-9M 사이드와인더 미사일

AIM-9L 을 위해 전자 서킷칩과 함께 열에너지 배터리가 파워 소스로 사용되었습니다.

또한 AIM-9L 미사일은 전 세계적으로 "공대공" 미사일에 레이저 근접신관이 사용 된 첫 번째 미사일입니다. 주요 부분에는 송수신기가 모두 탑재되어 있습니다. 레이저 발신 다이오드(갈륨 비소)가 사용되면, 옆을 지나가는 목표로 부터 반사 된 에너지가 수신부 (실리콘 감광성 장비)에 수신됩니다. 이는 탄두에 폭발 신호를 보내게 됩니다.

AIM-9L 의 탄두 또한 새롭게 개발되었습니다. 두 열의 강철 막대가 특정 무게가 되면 잘려나가도록 제작되어져 있습니다. 폭발은 양쪽 끝단에 있는 퓨즈로 부터 동시에 격발 신호를 받은 후 이루어지게 됩니다.

AIM-9L 사인드와인더는 1976년 부터 여러 비행기에 장착되어 운용되어져 왔는데, 여기에는 F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, 토네이도, 해양용 해리어와 호크 등이 있습니다.

AIM-9M.

1979년 봄에, 새로운 AIM-9M 의 비행테스트가 시작되었습니다. 이 미사일은 AIM-9L 의 향상 된 버전입니다. AIM-9M 은 후연이 훨씬 줄어든(더 적은 알루미늄 산화제) 모터를 가진 새로운 엔진을 장착하였습니다.

AIM-9L 과 가장 큰 차이점은 근접 루프 냉각 시스템인데, 이로 인해 더 이상 냉각제를 보충 할 필요가 없게 되었습니다. 미사일 시커는 IR 대응책 (플레이어)를 더 잘 구별 해 내었으며 지상과 목표를 더 잘 구별할 수 있게 되었습니다. AIM-9M 은 1983년 부터 운용되기 시작했습니다.

AIM-9X -- 현재, 미국의 차세대 적외선-유도 근거리 미사일이 지속적으로 개발되고 있습니다. 이 AIM-9X 미사일은 전 세계의 시장에서 비슷한 시스템을 가진 R-73과 AIM-132와 지속적으로 경쟁하고 있습니다.

AIM-9X 는 가시거리의 공중전에서 목표를 어떤 방향에서도 교전하는 것이 가능합니다. 유도 시스템은 내장 된 적외선 시커의 이미징 능력 때문에 그 어떤 능동 혹은 수동의 대응책을 구별하는 것이 가능합니다. 미사일의 모터는 추력 벡터 시스템을 탑재하고 있는데, 이로 인해 개당 가격은 약 \$84,000 불 정도나 됩니다. 2004년에 AIM-9X 는 미 공군에서 공개적으로 운용되기 시작했습니다.

R-73의 헬멧 마운트 시스템과 마찬가지로, AIM-9X 는 새로운 헬멧 마운트 디스플레이 시스템에 적용될 수 있습니다.



7

공대지 무기

공대지 무기

"공대지" 무기는 두 가지 범주로 나눌 수 있습니다: 바로 유도식과 비유도식입니다. 유도 공대지 무기에는 공대지 미사일(AGM 및 ASM)과 유도폭탄(GBU)이 포함됩니다. 비유도 폭탄에는 자유낙하("재래식," "중력투하식" 또는 "맹목식")폭탄들과 비유도 항공기용 로켓탄들이 해당됩니다. 자유 낙하 폭탄은 지난 80년 간 거의 모든 대규모 무력 충돌에 널리 사용되어온 항공 공습의 기본 무기입니다. 낮은 가격과 효용성 때문에, 이 무기들은 더 정확한(그리고 비싼) 현대식 유도 무기들과 비교할 때 종종 가성비가 우수합니다.

자유 낙하 폭탄들은 그다지 정확하지 않습니다. 어떠한 기동할 수 있는 능력없이 투하 후에 탄도 궤적을 따라갑니다. 조준 정확성을 개선시키기 위해, 폭격하는 항공기는 투하 순간에 직선 궤적으로 비행하고 있어야합니다. 심지어 피치와 뱅크 오차가 작을지라도 바람때문에 조준 정확성이 낮아질 수 있습니다. 자유 낙하 폭탄은 정확한 목표물(즉, 높은 조준 정확도가 요구되는 경우) 또는 목표물 인근 주위에 "부수적 피해"가 용납되지않는 "국부 공격"에는 사용될 수 없습니다.

심지어 투하 순간에 부정확한 항공기 요(Yaw)는 자유 낙하 폭탄의 타격 정확성을 떨어뜨립니다.

자유 낙하 폭탄이 지상에 떨어지기 전 이동 할 수평 거리는 대개 항공기 속도와 발사 시점의 고도 이 두 가지 요소에 달려 있습니다. 항공기 속도와 고도가 증가되면, 폭탄 궤적은 연장될 것이지만 반대로 그로 인해 명중 정확성은 떨어지게 됩니다.

재래식 자유 낙하 폭탄의 크기와 파괴력은 무게의 관점으로 표현되며, 일반적으로 50kg 에서 1500kg 사이로 나타냅니다. 단일 탄두가 탑재된 범용 폭탄과 달리, 클러스터 폭탄은 투하 후에 광범위한 지역에 파괴력을 펼치는 다량의 소군탄(자탄)이 탑재되어 있습니다.

자유 낙하 폭탄의 범위는 투하 순간의 항공기 속도와 고도에 따라 달라집니다.

비유도 날개 접이넣기식 항공기용 로켓탄(folding-fin aerial rockets)은 적 경량 장갑 차량이나 보병에 널리 사용됩니다. 로켓의 명중 정확도는 발사 순간의 조건에 크게 의존합니다. 발사순간의 작은 조준 오류로 인해 목표물과의 로켓 편차가 상당히 달라질 수 있습니다. 바람 또한 공격 정확성을 떨어뜨릴 수 있습니다. 로켓은 목표에 일제사격 형태로 다량으로 발사하는 방식이 보통 사용됩니다. 다량의 로켓탄을 사용하면 중요 지역에 파괴력을 넓게 퍼지게 할 수 있으며 의도 하고있는 목표물을 공격하는데 확실한 도움을 줍니다.

비유도 로켓탄은 목표물 명중을 보장하기 위해서 일제 사격(SALVO)형태로 발사됩니다.

유도 무기들은 목표 파괴에 있어 더 신뢰할 수 있게 해줄 수 있지만 동시에 더 비쌉니다. 적외선(IR), 레이저 및 TV 유도를 가지고 유도 폭탄들과 미사일들은 매우 높은 정확성을 가지고 있으며 탱크나

건물을 단 한발로 파괴 할 수 있게 합니다. 유도 폭탄(GBU)나 미사일을 사용할 때 파일럿의 행동은 무기의 정확한 종류에 따라 다양합니다.

러시아 공군 공대지 무기

대부분의 러시아 전투기들은 보통 공대공 미사일 대신 자유 낙하 폭탄 및/또는 비유도 로켓을 장착할 수 있는 몇 가지 제한된 지상 공격 능력을 가지고 있습니다. 하지만 이것은 러시아 전투기의 주 임무가 아니며, 그런 임무는 거의 할당되지 않습니다. 지상 목표물을 공격하는 주요 항공기에는 전술 폭격기 및 Su-25나 Su-25T 와 같은 근접 지원 항공기 들이 있습니다. 이번 장에서는 플레이어가 비행할 수 있는 항공기에 의해 사용될 수 있는 다양한 공대지 무장들에 대해 설명할 예정 입니다. 추가 정보는 온라인 백과사전에서 찾으실 수 있습니다.

각각의 무기 유형은 특정 임무 또는 특정 목표물용으로 설계 되어있습니다. 가령, 대(對)레이더 미사일은 탱크에 사용할 수 없으며, 현대식 전함에 재래식 자유 낙하 폭탄을 사용하여 공격을 시도하려는 것은 자살 행위나 다름 없습니다. 모든 미션을 시작하기에 앞서, 전투 목적에 따라 무장을 선택하는데는 신중함이 요구 됩니다.

공대지 미사일

"공대공" 미사일과 마찬가지로, "공대지" 미사일도 목표물의 유형과 발사 범위에 따라 다양합니다. 단두 및 유도 시스템은 일반적으로 대(對)레이더 또는 대(對)전차(기갑) 미션과 같은 특정 임무용으로 제작이 되었으나, 여러 임무에 효과적인 "범용" 미사일용도 있습니다.

Kh-25 (AS-10 "카렌")와 더 무거운 Kh-29 (AS-14 "케지")는 주요 "범용" 유도 전술 미사일 입니다. 이러한 무기들은 방어시설, 교량 및 철도시설, 항공기 격납고, 지대공 미사일(SAM) 사이트, 느리게 움직이는 장갑차량, 그리고 소형 선박을 파괴할 수 있습니다. 이 무기들은 고체 연료(추진체) 로켓모터가 장착이 되어있는데, 이는 단지 몇 초 간의 연소시간 만으로 미사일을 초음속으로 가속시켜 줍니다.

전술 미사일

"공대지" 미사일은 매우 다양한 유도 시스템을 사용합니다. 비 전파 방출 "수동" 시스템에는 텔레비전(TV) 이미지 적외선(IRR) 자동추적(호밍)이 포함됩니다. 그런 광학식(시각식) 유도 무기들은 조종석에 있는 텔레비전을 사용합니다. 파일럿은 미사일 시커에 의해 보여지는 확대된 광학 이미지를 통해서 목표를 위치 시키고, 식별하며, 조준 합니다. "능동" 시스템에는 레이더 자동추적이 포함되는데, 이는 미사일이 라디오 전파를 방사하여 반사된 신호가 돌아오는 것을 감지 하는 방식입니다. "반능동" 레이저 유도 시스템은 레이더(라디오)신호 대신에 반사된 레이저 신호를 감지하는 방식입니다. 목표를 지정하기 위해 사용되는 레이저 조명기는 발사하는 항공기 내부에

탑재되거나 지상(전진 항공 통제관 또는 "FAC")에 위치하게 됩니다. 전자의 경우, 파일럿이 목표를 선택하고 미사일의 전체 비행시간(TOF)동안 레이저를 쏘는 방식입니다. 후자의 경우는, 외부 시스템(가령 다른 항공기나, 헬기, 혹은 FAC에 탑재된)이 목표를 선택하고 레이저를 발사하는 방식인데 이는 항공기가 미사일을 발사한 후 자유로운 기동을 할 수 있게 해 줍니다.

러시아 "비키르(Vikhr)" 대(對)전차 미사일은 레이저 "지향 전파" 유도방식을 사용합니다. 노즈콘에 반응동 레이저 자동 추적 시커를 장착한 Kh-25L 및 Kh-29L과는 달리 9A4172 "비키르"는 노즈에 어떠한 시커도 달려있지 않습니다. 대신에, 로켓모터 노즐 근처인 미사일 꼬리 부분에 여러 센서들이 장착이 되어있습니다. 이러한 센서들은 함재기에 의해 방출되는 레이저 빔을 감지하여 곧장 목표를 향해 그 신호를 추적합니다.

Kh-25 (AS-10 "카렌")

Kh-25 유도 미사일은 "Zvezda" 디자인 부서의 "product 71" 로써 1970년대 초기에 개발을 시작했습니다. 디자인은 초기 Kh-23(AS-7 "케리") 전폭기 미사일의 것을 기반으로 했습니다. 이 새로운 무기는 적 방어시설들, 지휘 및 통제소(C2), 무기 포좌, 대공 포대(AAA) 그리고 SAM 사이트들의 파괴를 목적으로 한 것입니다.

레이저 유도형으로 파생된 Kh-25L 은 레이더, 지휘 통제소, 미사일 발사대와 같은 소형 목표물 파괴용으로 설계가 되었습니다. 항공기나 지상에서 발사한 레이저 신호는 목표물을 향해 비출 수 있습니다. 미사일 최대 속도는 3200Km/h 입니다. Kh-25MP (AS-12 "케글러")는 대(對)레이더용으로 나온 파생형 입니다.

Kh-25 미사일 시리즈들은 MiG-27, Su-17M, Su-24 및 Su-25 항공기에 설치되는 APU-68U/UM/UM2/UM3 파일런에 장착됩니다.

파생형:

Kh-25L "프로젝터" ("product 71" 또는 AS-10 "카렌")는 24N1 반응동 레이저 시커와 SUR-71 통제 시스템을 가진 범용 미사일입니다.

Kh-25ML (AS-10 "카렌")는 현대화된 파생형이며 레이저 유도방식을 사용합니다. Kh-25ML 은 24N1 반응동 레이저 시커와 SUR-73 통제 시스템이 탑재 되어있습니다. 엔진, 동체, 탄두, 자동비행, 파워 유닛은 Kh-27미사일과 동일합니다. 1981년부터 운용되기 시작했습니다.

Kh-25MP ("product 71" 또는 AS-12 "케글러")는 대(對)레이더 미사일(ARM)입니다. Kh-25MP 는 PRGS1VP 내지 PRGS-2VP (의도한 목표물에 따라서 결정)수동 레이더 유도 시스템이 탑재되어 있습니다. 이것은 1981년에 배치가 시작 되었습니다.

Kh-25MR ("product 714" 또는 AS-10 "카렌")은 무선 지령 유도 시스템을 사용하는 파생형입니다. 이것은 1981년에 운용되기 시작했습니다.

Kh-25MR ("product 714" 또는 AS-10 "Karen") 는 무선 지령 유도 시스템을 사용하는 파생형입니다. 이것은 1981년에 운용되기 시작했습니다.



7-1: The Kh-25ML (AS-10 "Karen") 전술 미사일

미사일	TSD 유형	탄두, kg	발사 유효 거리, km
Kh-25MR	무선-지령	90	2-20
Kh-25ML	반능동 레이저	90	2-10
Kh-25MP	수동 대레이더	90	20-40

그림 5

Kh-29 (AS-14 "케지")

Kh-29 (AS-14 "케지") 유도 미사일은 "Molniya" 디자인 부서에서 M.P.비소노바트의 지시하에 개발이 시작되었습니다. 1980년도에 운용되기 시작했으며, 1981년이후 지금까지, 미사일의 추가 개발은 "Vympel" 스테이트 머신 빌딩 사무소에서 계속 이루어 졌습니다. 이 미사일에는 고품 관통 탄두가 장착되어 콘크리트 쉘터, 교량, 선박 파괴용으로 설계 되었으며, 이젝터(제트펌프) 파일런에 장착됩니다.

Kh-29L 파생형은 반능동 레이저 시커가 탑재되어 있으며, "카이라" 혹은 "클리온" 광학 전자 시스템이나 지상 기반 레이저 표적 지시기와 같은 내장형 타겟 조명이(레이저 방출장치)와 함께 사용됩니다.



7-2: Kh-29L (AS-14 "케지") 전술 미사일

Kh-29T 파생형은 TV 유도 방식을 사용하며, 최대 배수량이 10,000톤에 달하는 선박, 강화 콘크리트 쉘터, 콘크리트 활주로, 교량, 산업 시설물들을 파괴하기 위해 설계 되었습니다. 광학 시커는 조종석에 표시되는 확대된 TV 이미지의 도움으로 발사전에 목표물을 조준 할 수 있습니다. 이 파생형은 "발사 후 망각" 방식 입니다. 이는 발사 후에 독자적으로 목표물까지 미사일 스스로가 유도하는 방식입니다.



7-3: The Kh-29T (AS-14 "Kedge") 전술 미사일

현재에는, Su-25TM(Su-39)근접 지원 항공기, MiG-27M, Su-17M3, Su-17M4, Su-24M, Su-34 전폭기 그리고 MiG-29CMT, MiG-33 그리고 Su-35 다목적 전투기들이 이 파생형 미사일을 장착할 수 있습니다.

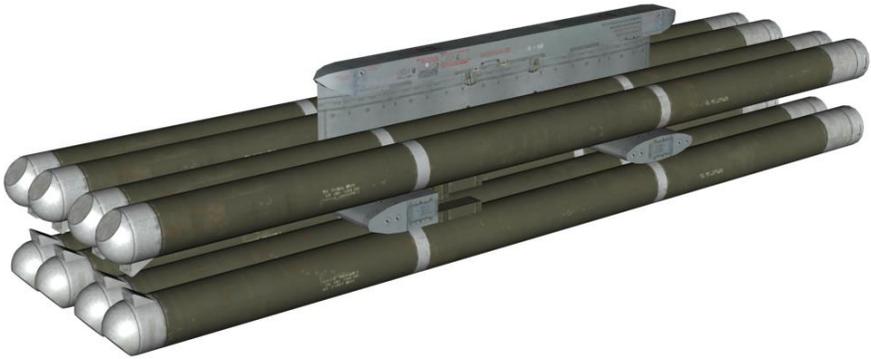
미사일	TSD 유형	탄두, kg	발사 유효 거리, km
X-29L	반능동 레이저	317	8-10
X-29T	TV	320	20-30

그림 6

9K121 "비키르" (AT-16) 대(對)전차 무기 시스템

"비키르" 대(對)전차 무기 시스템은 반응 장갑을 장착한 차량 등을 포함하여, 장갑 차량과 최대 800km/h 까지 속도로 비행하는 공중 목표물에 대하여 사용하기 위해 설계 되었습니다. 이 시스템은 수석 디자이너 A.G Shipunof 의 지시에 따라 1980년 도구 제작(과학 및 생산 결합)회사인 "Tochnost" 디자인 오피스에서 개발을 시작했으며 1992년도에 운용되기 시작했습니다. 2000년대 초까지, 이 미사일 시스템은 Su-25T 대전차 근접 지원 항공기(두 개의 APU-8 발사기에 최대 16기의 미사일 탑재)와, Ka-50 "아큐라" 전투 헬리콥터(두 개의 APU-6 발사기에 최대 12기의 미사일 탑재)에 장착되었습니다. NATO 식 미사일 지정 표기는 AT-16입니다. "비키르" 미사일 시스템은 다음을 포함하고 있습니다.

- 초음속 레이저 광선 유도 9A4172 미사일
- I-251 "쉬크발" 전자 광학 사격 통제 시스템
- APU-8 또는 APU-6 발사기



7-4: APU-8 "비키르" (AT-9) 발사기

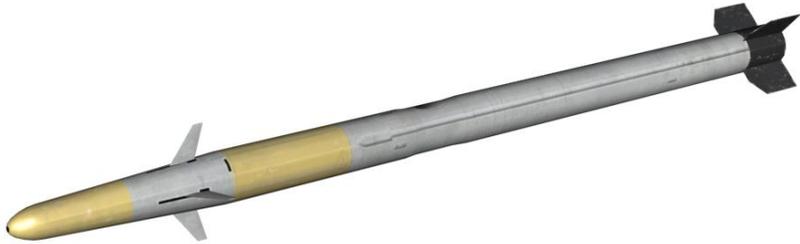
이 시스템은 미사일을 단발 또는 쌍으로 발사 될 수 있게 합니다. 미사일의 고 초음속 속도(610m/s 까지)는 공격하는 동안 사격 항공기의 취약성을 감소시키고, 한 번에 여러 대상에 대해 빠른 순차적 공격을 할 수 있게 합니다. 미사일은 23초 비행시간을 가지고 최대 8km 까지 유효 범위를 가집니다.

미사일은 카나드(보조날개) 항공 역학 레이아웃을 따라서 설계 되었고 접히는 날개(Fin)를 특징으로 가집니다. 조준은 "쉬크발" 자동 목표 추적 시스템의 도움으로 이루어 집니다. TV 디스플레이에서

대상 이미지를 식별하면 조종사는 대상 위에 커서를 놓고 버튼을 눌러 조준(lock-on) 명령을 내립니다. 화면은 목표가 조준 되었을 때, 목표 데이터를 제공하고 목표물이 범위내에 있을 때, 파일럿이 사격할 수 있게 허가해 줍니다.

미사일은 로켓모터가 작동 되기전에 사출 카트리지에 의해 튜브형 관에서 발사됩니다.

전자 광학 목표 조준을 가진 레이저 광선 유도 방식은 목표물 범위에 관계없이 실질적으로 높은 정확성을 보장 해줍니다. 게다가 레이저 광선 유도방식은 환경적인 클러터(먼지, 연기 등)와/또는 적 대응책(스모크 스크린 등)의 존재 하에서도 더욱 안정적인 성능을 제공해 줍니다.



7-5: The 9A4172 "비키르" (AT-9) 미사일

Su-25T 항공기에서 "프리첼" 레이저 표적 지시기/거리측정기는 내장형 "쉬크발" 사격 통제 시스템과 포드(Pod)로 된 "머큐리" 저(低)조도 텔레비전(LLTV) 야간 시스템과 통합이 되어있습니다. "쉬크발" 시스템은 조준한 목표물을 자동으로 추적하고 레이저 목표 지시기로 목표를 향해 레이저를 쏩니다. 미사일은 레이저 빔을 감지하고 목표를 쪽으로 날아가는 동안 꼬리부분에 있는 두 개의 수신 센서들 사이의 중앙에 레이저 빔을 유지시키려 합니다. 이 미사일은 조향을 위한 한 개의 서보 모터만 있습니다. 따라서 비행 중 세로축을 중심으로 회전하면서 선회 시 피치와 요를 지속적으로 수정합니다. 이 회전 운동은 미사일이 독특한 나선형의 궤적으로 비행할 수 있게 해 줍니다.

미사일의 저장, 수송 및 발사는 모두 동일한 관형 수송 발사 컨테이너로 이루어 지며 유지 보수없이 최대 10년 동안 신뢰할 수 있는 미사일 성능을 보장합니다.

이 미사일은 1000mm 균질 압연 강판(RHA)을 관통할 수 있습니다. "비키르" 미사일은 접촉신관 및 근접전파신관을 모두 갖추고 있는 것이 특징입니다. 움직이는 탱크들에 대한 명중 성공 확률은 80% 입니다.

S-25L

S-25L 레이저 유도 로켓은 공수 보병 무기들과 비유도 공중 로켓 설계로 명성을 떨친 "Tochmash" 중앙 과학 연구원에 의해 설계 되었습니다. 후기형 중에는 400kg S-25 헤비 로켓이 있었는데 이는

무장군에게 인기 있는 매우 신뢰할 만한 무기였습니다. 로켓은 추가 개발을 간소화 시킨 모듈 구조로 되어 있습니다. 플라스틱으로 된 기수 카울링은 레이저 시커로 대체되었는데 이는 로켓을 정밀 무기로 탈바꿈 시켰습니다. 이 아이디어는 연구기관의 설계실 부서장인 A.Nudelman가 제안했습니다. 설계팀은 B.Smirnov(현재의 연구원 일반 설계자)가 책임자였습니다. 24N1 레이저 시커, 오토 파일럿, 조종익면(翼面), 액추에이터와 20초 배터리 전원 공급장치로 구성된 42kg 제어 모듈이 간단하고 대량 생산된 로켓에 추가 되었습니다. S-25 로켓은 최대 600 rpm으로 회전하는 회전에 의해 비행 중에 안정화되지 않았기 때문에 자이로스코프가 과부하 되어 제어가 손실 될 수 있는 상태로 만들면서 레이저 시커 또는 자동 조종 장치가 제대로 작동하지 않게 하는 문제가 있었습니다. 그 문제점은 간단한 방법으로 해결이 되었습니다. 즉, 미사일 본체가 회전하는 동안 전체 제어 모듈을 안정적으로 유지시키기 위해 모듈 자체를 회전하는 베어링에 장착 시키는 방법이었습니다. 현장 업그레이드 키트는 두 사람이 설치할 수 있는 발사 튜브 및 무장 파일런용 제어 모듈과 새것의 전기 연결장치가 포함되어 있습니다. 업그레이드 된 일회용 발사관은 O-25L으로 지정되며, 두꺼운 두께로 이루어진 관통형 케이스 내부에 있는 150kg 파열 탄두는 21kg의 보조 탄두에 의해 증가됩니다. S-25L 미사일에는 콘크리트 관통용으로 선택적 지연이 있는 전자 기계식 접촉 신관이 장착되어 있습니다. S-25L 미사일은 1979년도에 실전 배치되었습니다. S-25L 미사일의 사거리는 7km이며 4~7미터의 명중 정확성을 가지고 있습니다. 최대 10km까지 사거리가 증가된 최신의 S-25LD가 있는데 이것은 1984년도에 실전배치 되었습니다.



7-6: S-25L 레이저 유도 로켓

S-25L를 설계할 때, "Tochmash" 연구기관은 그 이름에 완전히 어울리는 이름이었습니다. (Tochmassh의 의미는 러시아어로 "정확한 기계-제작" 입니다). 오리지널 S-25 로켓과 비교했을 때, 무기 사정거리는 3km에서 7km까지 두 배로 늘어났으며 명중 정확도가 여섯 가지 요소들에 의해 개선되었습니다. - 7km에서 S-25의 명중 정확도가 20~30m라면 S-25L에서는 5~7m까지 개선됐습니다. 정밀 무기인 S-25L은 낮은 가격, 사용 용이성, 신뢰성 및 낮은 유지보수로도 유명합니다. 개량된 S-25L은 성능을 향상 시키면서도 비슷한 중량과 치수를 유지했습니다. Su-

25T전투기에서 사용되었을 때 원형 공산 오차(CEP)는 1.2m를 넘지 않았으며 다수의 장갑차량 목표들이 직접공격으로 파괴되었습니다.

대(對)레이더 미사일

기술적 관점에서 보자면, 대(對)방사 또는 대(對)레이더 미사일(ARMs)은 목표물에서 방출되는 전파신호를 추적하는 수동적인 유도 무기입니다. 대(對)레이더 미사일은 지대공 미사일 사격 통제 시스템에 의해 사용되는 탐지추적레이더 및 조기 경보 레이더를 포함하여 다양한 표적 레이더를 목표로 운용 가능합니다.

실제로 적 레이더 시스템을 파괴하는 것은 복잡한 임무라는 것이 증명 되었습니다. 많은 레이더 시스템은 자신을 향해 접근하는 미사일을 탐지할 수 있습니다. 이러한 경우에 보통 시스템을 끄고, 적 미사일이 레이더 신호(유도신호)를 찾지 못하게 하여 목표물을 놓치게 하는 방식입니다. Kh-31P 및 AGM-88 HARM 미사일과 같은 현대식 대(對)레이더 미사일은 신호가 방출되는 방향을 기억할 수 있기에 관성 유도방식으로 계속해서 목표로 비행할 수 있습니다만, 이와 같은 모드에서는 명중 정확성은 떨어집니다. 그럼에도 불구하고, 레이더 기반 적 방공망(SEAD 혹은 DEAD)를 제압하거나 파괴하는 임무는 매우 중요합니다. 특히, 야군 공습 항공기의 안전을 보장 해주기 위해 이러한 임무를 수행하는 경우는 더욱 그렇습니다.

다양한 전투 레이더들은 광범위한 가능 주파수 대역에 걸쳐서 운용됩니다. 부분적으로 안테나의 물리적 한계로 인하여 전체 스펙트럼을 커버하는 단일 수동 유도 탄두를 설계하는 것은 쉬운 일이 아닙니다. 최근까지, 납득할 만한 방법책으로는 예상되는 위협에 따라 이륙 전 선택된 동일한 미사일에 장착하는 몇 가지 교체 가능한 서로 다른 무선 스펙트럼에서 작동하는 시커 모듈을 설계하는 것이 었습니다. 심지어 현대의 대(對)레이더 미사일조차도 특정 우선 위협에 대응하는 데만 최적화 되어있을지도 모릅니다. 가령 Kh-58 및 Kh-31P 대(對)레이더 미사일은 페트리어트 시스템의 다기능 AN / MPQ-53 레이더에 사용하도록 설계되었습니다. 이러한 최적화의 결과로, 앞서 언급한 대(對)레이더 미사일이 탐지를 못하는 위협 레이더도 있을 수 있습니다.

Kh-25MP/MPU (AS-12 "케글러")

Kh-25 전술미사일의 파생형인 Kh-25MP(AS-12 "케글러")는 수동 대(對)레이더 호밍(유도) 시커를 가지고 있으며 호크 지대공 미사일, 개량 호크 지대공 미사일, 나이키 허큘리스 지대공 미사일의 레이더 공격을 위해 설계 되었습니다.



7-7: The Kh-25MPU (AS-12 "케글러") 대(對)레이더 미사일

현대화 버전에는 수동 레이더 시커의 주파수 탐지 범위가 늘어났으며, 미사일이 비행중에 목표로 향한 유도 조준이 해제되었을 경우 미사일을 다시 목표물 쪽으로 향하게 유지시키는 관성 유도 시스템이 추가 되었습니다. 미사일 사거리는 40km 까지 늘어났으며, 최대속도는 마하 2.5까지 증가되었습니다.

이 미사일은 MiG-27K, Su-17M4, Su-24M, Su-25T, Su-25TM 항공기에 설치된 APU-68U 파일런에서 발사됩니다.

Kh-58 (AS-11 "킬터")

Kh-58U (AS-11 "킬터") 미사일은 공격 미사일을 발사하는 항공기가 위협 미사일(지대공 미사일)의 발사 구역에 진입하지 않고 "호크", "나이키 허큘리스", "패트리엇" 지대공 미사일(SAM) 시스템을 공격할 때 해당 지대공 미사일의 폭발 범위밖의 거리(Stand-off)에서 공격할 수 있도록 사거리를 늘려 설계 되었습니다.

Kh-58U 미사일은 고정된 날개와 꼬리 날개에 움직이는 조종면이 있는 일반적인 항공역학적 레이아웃을 가집니다. 면적이 넓은 주 날개는 긴 비행 범위를 제공하고 고체 추진 로켓모터는 Kh-25의 노즐처럼, 축류 배기(Axial exhaust) 노즐을 사용하여 측면 장착 노즐에서 나타나는 추진 손실을 방지합니다. 고(高)고도 및 발사 순간속도를 고려하여 100km의 발사거리를 확보하기 위해 로켓 모터는 약 6톤의 추진력(발사 질량의 10배 초과)을 내는 3.6초의 분사단계 후 순항 비행을 위해 15초간 유지단계를 가지는 것이 특징입니다. 서스테인 모터는 연소 온도가 낮은 그레인 억제 추진체를 사용하여 추력 프로필에 부스트 단계 추력의 약 1/6 정도로 낮은 "경제성"을 제공해 줍니다. 이러한 방식으로, Kh-58U는 로켓 성능면에서 공대공 미사일에 필적할 만한 성능을 냅니다. (비교: Kh-58U의 추력 대 중량 비율은 Kh-23과 Kh25 공대지 미사일의 두 배 입니다.) 조종면은 꼬리 주위에 장착된 전자 기계식 액추에이터를 사용하는데 이는 이러한 계통의 무기에는 볼 수 없는 특이한 경우입니다. 이러한 (비행) 추진 시스템은 연료(또는 기체)연소식 방식으로 동력을 생성하는 것 보다 더 긴 사정거리와 비행시간을 보장해 주기 위해 선택 되었습니다. 내장형 대용량 니켈

카드뮴 재충전형 배터리는 최소 200초(Kh-27에 비해 두 배 이상 긴)의 비행시간 동안 시스템 작동 및 조향 제어 능력을 보장합니다. 30KhGSA 크로만실(구조형 저합금강) 및 OT4-1 티타늄은 고속 비행 중 마찰열(kinetic-heating)에 의해 발생하는 4000 ~ 5000 °C의 열을 견디기 위한 주 재료로 사용되었습니다. 날개 외피와 리브(날개 내장 골격)를 포함한 미사일의 주익(主翼) 및 미익(尾翼)은 티타늄으로 용접 되어있습니다. 동체는 강철로 용접되어 있으며, 경량 합금으로 만들어진 다른 부분들은 내열성 조인트 실런트(두 접착부 사이의 누설을 방지할 목적으로 개스킷을 사용하거나 개스킷 이외에 사용되는 액체 또는 연고성의 접착제)를 이용했을 뿐 아니라 종래와는 다른 방식의 용접으로 접합되어 있습니다.



7-8: Kh-58 (AS-11 "킬터") 대(對)레이더 미사일

고(高)고도 및 고속 상태에서의 발사 범위는 최대 100km에 이릅니다. 최대비행속도는 Su-17M4, Su-24M, Su-25T(M) 항공기에 설치된 AKU-58 파일런에 이 미사일을 장착했을 경우, 마하 3.0 이상입니다.

미션 제작자들을 위한 SEAD(적 방공망 제압) 노트

특정 대(對)레이더 미사일(ARMs)이 지나치게 높거나 낮은 동작 주파수에 대해 사용 할 수 없는 경우가 있기 때문에, 각각의 대(對)레이더 미사일이 탐지하는 대역폭과 위협 라이브러리 능력은 게임을 하는 동안 분명히 알 수 있습니다. 빈번한 요청에 의해, 그림 7은 미션 제작자들이 적 방공망 제압(SEAD) 임무를 부여 받은 플레이어와 컴퓨터가 조종하는 항공기가 적절하게 무장을 준비했는지 확인하는 데 도움을 주기 위해 제공되었습니다. 킬로미터(km) 단위로 제시된 거리는 플레이어에게 적용할 지, 아니면 컴퓨터 조종 항공기에 적용할 지에 따라 다른 의미를 갖습니다. 컴퓨터 조종 항공기는 초 장거리에서 지상 차량 레이더를 탐지할 수 있습니다. 따라서 제시된 거리가 무기 발사 거리를 의미합니다. 레이더 경고 수신기(RWR) 및 "판타스마고리아" ARM 데이터링크 포드는 플레이어가 조종하는 Su-25T를 위해 더 현실적으로 모델링 되었습니다. 플레이어에게 보여지는 거리는 지상 레이더가 이 장비에 의해 탐지되고 조준할 수 있는 거리를 가리킵니다. 실제 무기 발사

거리는 플레이어가 비행하기로 선택한 속도와 고도에 따라 이보다 길거나 짧을 수 있습니다. 이 장비는 일부 레이더를 탐지하고 조준할 수 있지만 실제로는 발사하지 않을 수도 있습니다. - 이러한 상황을 "조준만 한" 경우이며, 그 거리는 괄호안에 나타나 있습니다. 제시된 거리는 아래 표가 작성 당시에는 유효했지만, 새롭게 분류되지 않은 레이더 및 무기 데이터가 제공되어 향후 본 제품에 추가되면, 예고 없이 변경 될 수 있습니다.

등급	이름	컴퓨터가 조종하는 인공지능(AI) 항공기					플레이어가 조종하는 Su-25T		HUD 심볼	비고
		Kh-25MPU (AS-12 "케글러")	Kh-58 (AS-11 "킬터")	Kh-31P (AS-17 "크립톤")	AGM-88 HARM	ALARM	Kh-25MPU (AS-12 "케글러")	Kh-58 (AS-11 "킬터")		
조기경보 레이더	1L13	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	없음	
	55G6	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	없음	
대공포 /근접 방어 시스템	ZSU-23-4 실카	/	/	/	85 km	45 km	(4.1 km)	(4.1 km)	없음	
	2S6 통구스카	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	15.1 km	15.1 km	2C6	
	발칸	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	게파르트	/	/	/	/	/	(12.5 km)	(12.5 km)	없음	
휴대용 방공 무기	이글라	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	스팅어	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
저고도 적외선 추적 지대공 미사일	스트렐라-1	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	스트렐라-10	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	독 이어 레이더	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	(30 km)	(30 km)	없음	
	어벤저	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
저고도 레이더 지대공 미사일	Osa 9A33 In	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	25 km	25 km	OCA	
	Osa Id	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음

	토르 9A331	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	21 km	21 km	TOP	
	롤랜드 ADS	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	10 km	10 km	R	
	롤랜드 레이더	/	/	/	/	/	(30 km)	(30 km)	없음	
중거리 레이더 지대공 미사일	쿠프 STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	60 km	60 km	KY5	
	쿠프 LN	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	부크 SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	85 km	85 km	BYK	
	부크 LN	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	30 km	30 km	BYK	
	호크 SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	80 km	80 km	H50	
	호크 TR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	36 km	36 km	H46	
	호크 LN	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
장거리 레이더 지대공 미사일	S-300PS 64H6E sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	300	
	S-300PS 40B6MD sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	100 km	100 km	300	3000m 고도 아래에서만 탐지
	S-300PS 40B6M tr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	57 km	57 km	300	미사일 발사 후 예만 탐지
	S-300PS C In	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	S-300PS D In	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음
	패트리엇 STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	P	
	패트리엇 LN	/	/	/	/	/	/	/	/	레이더 없음

그림 7: ARM 조준 능력(미션 제작용)

대(對)함 미사일

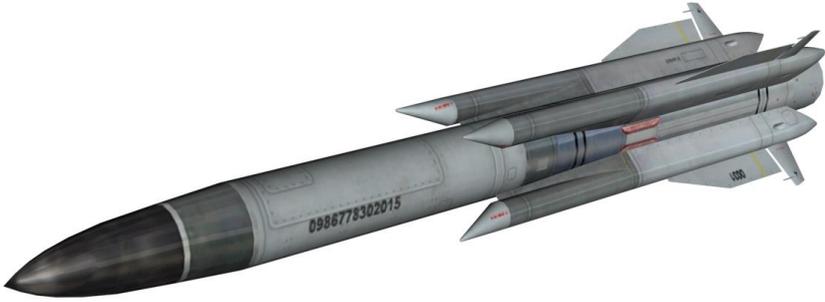
대(對)함 미사일은 선박 및 부상한 잠수함을 무력화 시키는 용도로 설계되었습니다. 이들은 보통 함정의 대공 방어 체계를 뚫고 나갈 수 있도록 적사거리 범위 밖에서 공격 할 수 있는 비행거리와 매우 빠른 속도를 가진 것이 특징입니다. 대(對)함 미사일은 주로 함정 대공 방어체계를 효과적으로 집중 타격하기 위해 일제사격식으로 발사되어 몇몇 미사일이 목표에 명중하도록 하게 합니다. 서로 다른 유도 방식이 동일한 미사일에 사용 될 수도 있습니다. 즉 미사일이 순항 단계에 있는 동안에는 관성 유도 방식을 사용하며, 최종 목표 접근시에는 능동 레이더 유도 방식을 사용하는 방법입니다.

Kh-31A (AS-17 "크립톤")

1977년도에, "Zvezda" Separate Design Office 는 V.Bugaisky 의 지휘하에 잠재적인 적 대공 방어체계에 대한 용도로 Kh-31P 대(對)레이더 미사일 개발을 시작했습니다. 이 미사일은 고체 추진체 램제트 엔진과 부스터 모터 덕분에 더 긴 사정 거리와 높은 초음속 비행속도를 갖도록 설계 되었습니다.

1980년도에 ARGС-31 능동 레이더 시커를 사용하면서 여러겹의 화망으로 이루어진 함정 방공망을 뚫을 수 있는 능력을 가진 대(對)함 미사일의 파생형 제작을 결정했습니다. 이렇게 개발된 대함(對)미사일(ASM)은 새로운 제식명칭인 Kh-31A(Product 77a)를 부여 받았습니다. 이 미사일은 Su-24M, Su-27K, "MZ" 시스템을 장착한 Su27IB(수출형 Su-32FN), Su-30MK, MiG-29K, Mig-29M, MiG-29SMT, Yak-141 항공기용으로 제작되었습니다. "주크(Zhuk)", "코표(kopyo)" 혹은 다른 공대지 항공 레이더는 목표물을 획득하는데 사용되며 미사일은 표준 AKU-58(AKU-58M, AKU-58E) 이젝터 파일런에 장착 됩니다.

Kh-31A는 전자 대응책(ECM) 내성 시커가 탑재되었으며 고(高)고도상에서 마하 4.5까지 도달할 수 있습니다. 또한 ARGС-31 시커는 선박이 뭉쳐져 레이더상에 하나의 그룹으로 나타나는 경우 원하는 목표물을 분리해 낼 수 있는 능력이 있습니다. 이 경우, 명중 확률이 55% 입니다. Kh-31A 미사일은 목표물에 다이브 하기 전, 최대 10G까지 도달하는 가파른 "gorka" 상승 기동을 수행할 수 있습니다. 최대 발사 범위는 고(高)고도에서 70km 입니다.



7-9: Kh-31A (AS-17 "크립톤") 대(對)함 미사일

이 미사일은 티타늄 합금과 고강도 스테인리스 강철로 이루어져 있습니다. X 선 투과성 유전체(誘電體) 안테나 페어링은 신소재 플라스틱으로 만들어졌습니다. 9M2120 관통 탄두는 구축함, 프리깃함, 미사일 고속함뿐만 아니라, 공기 부양선이나 WIG 선(또는 Ground Effect Vehicle)이라 불리는 유체역학적으로 설계된 수중익선(水中翼船)에 효과적으로 대항할 수 있도록 설계되었습니다. 구축함 크기 정도의 전함을 파괴시키는데 2~3발이 필요하지만, 미사일 고속함은 한 발의 공격만으로도 충분합니다.

정치적 및 경제적 상황의 변화로 인해, Kh-31A 대(對)함 미사일은 러시아 해군 항공에 배치되지 못했습니다만 오히려 1991년에 수출을 제안 받았습니다. 1990년도 말, 인도는 Su-30MKI 전투기에 장착하기 위해 90기의 Kh-31A 미사일을 구입했습니다. 또한 Su-27SK에 이 미사일을 사용하는 것에 관한 베트남과의 협의도 있었습니다. 모든 Kh-31 미사일 파생형은 볼셰보(Bolshevo) 공장에서 제조됩니다.

Kh-35 (AS-20 "카야크")

빠른 속도와 고(高)고도에서 운용되는 Kh-31과는 달리, Kh-35 (AS-20 "카야크")대함 미사일은 적 방공망 탐지를 회피하기 위해 수면 바로 위 고도(Sea-Skimming altitude)에서 은밀하게 아음속으로 순항하며 목표를 향해 날아가는 장거리 원칙에 의거하여 설계 되었습니다. 이런 접근 방식때문에, Kh-35는 미국의 AGM-84 "하푼" 대(對)함 미사일과 유사한 특징을 가집니다. 3M 24 "유란" 함정 발사형 순항 미사일을 바탕으로 공중 발사형 Kh-35를 개발하는데 있어서 주된 난관은 초 수평(over-the-horizon) 범위 능력을 제공하는 것입니다. 이를 위해, 동체 공기 흡입구가 있는 실린더형 프레임, 넓은 면적의 주익(主翼)과 움직이는 미익(尾翼)를 갖춘 경제적인 소형 고체연료 제트 엔진과 항공기와 유사한 항공역학적 레이아웃이 필요했습니다. 중량을 줄이기 위해, 프레임 부분은 용접된 알루미늄 합금으로 이루어져 있고 모듈 방식이 아니라 오히려 완전히 일체형으로 만들어 졌습니다.

X 선 투과 섬유유리 플라스틱 커버로 덮인 능동 레이더 시커와 전원 공급장치, 145kg 의 탄두, 제트 연료 탱크, 순항엔진을 비롯하여 관성유도 장치, 컴퓨터, 전파 고도계, 자동조종시스템이 장착된 내장형 자동 통제 시스템 모두 미사일 프레임 내에 설치되어 있습니다.

제트 엔진 터빈 시동은 파이로테크닉 점화장치의 도움으로 발사 후 점화 됩니다. Kh-35 미사일은 최대 20km의 범위에서 방위각상 +45도 에서 -45도, 고각상 +100 에서 -200를 스캔하는 47.5kg의 ARGS-35 능동 레이더 시커가 탑재되어 있습니다.



7-10: The Kh-35 (AS-20 "카야크") 대(對)함 미사일

함선의 선체와 격벽, 그리고 장비를 관통하고, 폭발 잠재력이 가장 높은 선박 내부로 연쇄 폭발 전달을 보장하기 위해, 파열탄두는 강화장갑으로 만들어진 외피로 감싸져 있습니다. 흥미롭게도 철갑선이 과거의 유물이기 때문에 최신의 대(對)함미사일은 성형(成形) 작약이 필요하지 않습니다. Kh-35는 적 선박이 있는 대략적인 방향으로 발사되며, 이후 내장 레이더 시커로 표적의 위치를 찾기 위해 지그재그식 탐색 패턴을 그리며 날아갑니다. 그런 다음 미사일은 "팝업" 다이빙 공격을 실행하기 전 까지 수면 바로 위 고도로 비행하며 적 선박에 접근합니다. 이런 방식은 특히, 기동하는 목표에게 효과적입니다.

Kh-35는 아음속 240~270 m/s의 순항 속도로 비행하며 순항 중 오히려 5~10 m의 저고도로 비행하며 방공망을 회피하며, 목표물에 최종 접근 시 3~5 m의 고도로 접근합니다. 2발의 Kh-35로 구축함을 격침시키는데 충분하며, 작은 함정의 경우는 한 발로도 충분합니다. Kh-35는 MiG-29K 함재기, Su-25TM 근접지원 항공기, Tu-142 장거리 초계 항공기(최대 8기의 미사일 탑재) 및 Ka-27, Ka-29, Ka-31A-7 헬리콥터들을 포함하여 대부분 해군 공격 항공기에 배치될 계획 이었습니다.

러시아 공군 및 해군 항공 유도 미사일

미사일 (NATO 표기)	발사 플랫폼 (미사일의 수)	중량, kg	유효 발사 거리, km	목표

Kh-25ML (AS-10 "카렌")	Su-25 (4) MiG-27 (2) Su-17 (4) Su-39 (4)	300	10-12	방어시설, 거점, 교량, 지휘 및 통제소, 야포 및 미사일 포대.
Kh-25MPU (AS-12 "케글러")	MiG-27(2) Su-25T (4) Su-17 (4) Su-24 (4) Su -39 (4)	300	40	"호크", "롤랜드", "크로테일" 지대공 레이더.
Kh-29T/L (AS-14 "케지")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(4)	680	10-13	방어시설, 거점, 교량, 지휘 및 통제소, 야포 및 미사일 포대, 보트
Kh-31P (AS-17 "크립톤")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	100	"페트리어트", "나이크 허큘리스", "개선 호크" 지대공 레이더.
Kh-31A (AS-17 "크립톤")	MiG-27(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	70	최대 8000톤의 선박..
Kh-35 (AS-20 "카야크")	MiG-27(2) Tu-142(6) Su-34(6) Tu-142 (6)	600	130	최대 5000톤의 선박.

그림 8

폭탄

공중 투하 폭탄들은 다양하며 저렴한 무기입니다. 다양한 유형의 폭탄은 각각의 임무에 맞게 설계되어 있습니다. 공중 투하 폭탄은 크게 두 가지로 나뉩니다. 하나는 자유낙하("재래식", "중력 투하식" 또는 "맹목식") 폭탄이며 다른 하나는 유도("스마트") 폭탄입니다. 폭탄은 장비, 보병, 항공기 격납고, 지휘 통제센터, 미사일 발사대, 지하병커, 교량, 도로 및 활주로를 포함하여 다양한 지상

목표물들을 공격하는데 사용됩니다. 전형적인 폭탄은 안정 날개(fin)가 있는 동체와 화약 및 신관으로 구성 되어있습니다. 폭발폭탄, 파열폭탄, 콘크리트 관통 폭탄, 소이탄, 기화폭탄, 디스펜서(살포형, 클러스터) 폭탄, 조명탄(불꽃탄) 등 기타 여러 유형의 폭탄들이 있습니다.

자유 낙하 폭탄

자유 낙하 폭탄에는 어떠한 유도시스템이나 제어 시스템이 없습니다. 폭탄은 투하 시 항공기의 속도와 다이브 각도에 영향을 받는 탄도 궤적을 따라갑니다.

FAB-100, FAB-250, FAB-500, FAB-1500 - 범용 폭탄

이 폭탄들은 다양한 중량의 포탄을 가진 고폭탄들 입니다. 명칭 옆의 숫자는 폭탄의 근사 중량(킬로그램 단위)을 의미합니다. 이 폭탄들은 지상의 목표물, 장비, 방어 시설물, 교량 및 요새에 효과적입니다. 폭탄 투하 순간의 속도는 500 ~ 1000km/h정도 됩니다.



7-11: FAB-500 고폭탄



7-12: FAB-250 고폭탄



7-13: FAB-100 고폭탄

BetAB-500ShP 콘크리트 관통 폭탄

이 특수폭탄은 강화 첼터와 콘크리트 활주로에 효과적입니다. 낙하산과 고체 추진 로켓 모터가 달려 있는데, 우선 낙하산이 폭탄투하 시간을 지연시켜 항공기가 이탈 할 수 있는 시간을 제공하며 폭탄을 목표물 위로 수직 방향으로 위치시켜 줍니다. 이후, 콘크리트를 관통하기위해 충분한 속도로 탄두를 가속시키는 로켓모터가 점화 됩니다. 이 폭탄은 일반적인 고폭 폭탄보다 더 강력한 케이싱을 가지고 있어 폭발 전에 콘크리트에 묻힐 수 있습니다. 이 폭탄은 150 ~ 1500미터 고도에서, 550 에서 1100km/h 속도로 투하되는 것이 가장 좋습니다.



7-14: BetAB-500ShP 콘크리트 관통 폭탄

SAB-100 조명탄



7-15: SAB-100 조명탄

폭탄 중량이 100kg인 이 조명탄은 어두운 목표지역을 조명하기 위해 사용됩니다. 사출 컨테이너는 1000 ~ 3000m 고도에서 투하되며, 이후 조명 플레어가 차례로 사출 됩니다. 사출된 각각의 플레어에는 낙하속도를 감소시키기 위해 낙하산이 달려 있습니다. 조명시간은 1~5분정도 유지됩니다.

RBK-250, RBK-500 클러스터 폭탄(집속탄)

RBK 클러스터 폭탄은 대(對)인 지뢰 또는 대(對)전차 지뢰, 소형 파쇄 폭탄, 대전차 소형 소군탄(자탄) 또는 소형 소이 소군탄을 포함하고 있는 박벽형(Thin-walled) 컨테이너형태의 폭탄입니다. 이 폭탄은 100 ~ 500kg 포탄 중량을 가진 범용 고퍽탄과 거의 같은 크기를 가지고 있으며 무게와 무장 유형에 따라 제식 명칭이 결정됩니다. (예: RBK-250 AO-1는 250kg 포탄 중량의 대(對)인 폭탄) 또한 각각의 RPK 파생형들은 소군탄을 분산시키는 방법에 따라 구별 할 수 있습니다.



7-16: RBK-250 클러스터 폭탄

캐니스터 앞부분은 시간 지연 스크류 신관에 의해 작동되는 흑색 분산 폭약이 포함되어 있습니다. 시간 지연 신관은 폭탄 투하 후 회전을 시작하며, 소형자탄이 중고도에서 사출됩니다. 팽창 가스는 각각의 자탄들을 뿌리면서 캐니스터 케이스를 두 개로 분리시킵니다. 소군탄이 뿌려진 구역은

폭탄이 차지하는 공간(footprint)이라고 불리웁니다. 소군탄들의 분산 순간의 폭탄 투하 각도에 따라 폭탄의 풋프린트는 원형이나 타원형이 되며, 그 범위는 캐니스터의 속도와 고도로 결정됩니다. 또한 캐니스터도 소형자탄들을 더 빠른 속도와 시간 지연없이 사출 시킴으로써, 자탄의 풋프린트 지역을 증가시키는 내부적인 메커니즘을 가지고 있는 것이 특징입니다.

RBK 클러스터 폭탄에는 몇 가지 유형이 있습니다.

RBK-250 AO-1은 150개의 파열 자탄이 장착 되어있습니다. 캐니스터 길이는 2120mm, 직경 325mm, 150kg의 자탄을 포함하여, 포탄 중량은 273kg입니다. 최대 풋프린트 구역은 4800m²입니다.



7-17: RBK-500 클러스터 폭탄

RBK-500 AO-2.5RTM 폭탄은 108개의 AO-2.5RTM 자탄이 장착 되어 있습니다. 캐니스터 길이는 2500mm, 직경 450mm, 270kg 자탄을 포함하여 포탄 중량은 504kg 입니다. 단일 AO-2.5RTM 자탄(소형폭탄)은 길이는 150mm, 직경은 90mm, 중량은 2.5kg입니다. RBK-500 AO-2.5RTM 클러스터 폭탄은 500에서 2300km/h 속도와, 300m에서 10km 사이 고도에서 투하됩니다.

KMGU-2 자탄 살포기

KMGU-2 ("소형 자탄용 범용 컨테이너") 는 소형폭탄들과 공중 투하 지뢰를 살포하기 위해 설계되었습니다. 소형 자탄은 카트리지 (BKF - "구 소련 공군용 컨테이너 블럭") 내의 디스펜서에 탑재되어 있습니다. KMGU-2는 전, 후면 카울링을 갖춘 원통형 동체로 구성되어 있으며 소형 폭탄이나 지뢰가 들어 있는 8개의 BKF 카트리지가 특수 슬롯에 장착되어 있습니다. 디스펜서 사출구는 자탄들을 살포하기 위해 공압(空押)으로 작동됩니다.



7-18: KMGU-2 자탄 살포기

KMGU-2 전기 시스템은 각 카트리지의 사출 간격을 0.005, 0.2, 1.0 또는 1.5초로 일정하게 유지시켜 줄 수 있습니다. Su-25 항공기에 장착된 BKF 카트리지에는 보통 2.5 kg중량의 12개의 AO-2.5RT 파열 폭탄, 12개의 PTM-1 1.6 kg 대(對)전차 지뢰, 또는 156개의 PFM-1C 80g의 고퍽 지뢰를 장착 할 수 있습니다. KMGU-2 디스펜서는 범용 BDZ-U 빔형 폭탄 설치대에 하나씩 달려 있습니다. 카트리지들은 50 ~ 150m 고도와 500 ~ 900km/h 속도에서 투하됩니다. 투하 승인은 조종석 지시계에서 제공됩니다.

유도 폭탄

유도폭탄은 지휘 통제소, 무기고, 철교, 방어시설을 포함하여 고정 지상 목표물들에 대해 효과적이며, 고퍽탄두나 장갑 관통 탄두가 있는 것이 특징입니다. 미사일과 유사하게, 유도 폭탄은 TV, IIR(이미지 적외선) 또는 레이저 유도방식을 사용할 수 있습니다. 약천후와 시야에 목표가 보이지 않는 경우 운영에 제한이 따릅니다.

KAB-500KR TV-유도식 폭탄

KAB-500KR는 시계 조건이 양호한 주간에 사용되는 TV-유도 폭탄입니다. 고퍽 탄두나 장갑 관통 탄두 둘 중 하나로 운용 됩니다. 시커에는 TV 카메라와 소형 프로세서가 탑재되어 있습니다. TV 카메라의 시야각은 2도에서 4도입니다. 이 폭탄은 목표를 조준하고 폭탄이 투하된 후, 목표를 향해 완전 자동으로 유도됩니다. 소형 조종익면(翼面)이 원형 공산 오차(CEP)가 3 ~ 4m범위 내로 목표를 명중 시키기 위해 낙하중의 폭탄을 움직여 줍니다. 고도 0.5km에서 5km, 속도는 550 ~ 1100km/h사이에서 전선 타격 항공기 (front-line strike aircraft)에 의해 사용됩니다. 이 500kg TV-유도식 폭탄과 유사한 알려진 다른 폭탄은 아직까지는 없습니다.



7-19: KAB-500KR TV-유도 폭탄

KAB-500L, KAB-1500L 레이저 유도 폭탄

KAB-500L and KAB-1500L 레이저 유도 폭탄은 방어시설, 지휘 통제소, 터널 입구, 활주로, 교량, 댐 등과 같은 강화시설이나 지하시설물을 포함하여 고정 지상 목표물용으로 설계 되었습니다. 이들의 레이저 유도 시스템은 폭탄 투하 중 목표를 향해 레이저를 쏘는 것이 요구되는 반응동 유도 시스템입니다. 고퍽 탄두 내지는 관통 탄두가 탑재되어 운용이 되며 BD 범용 빔형 폭탄 설치대에 장착됩니다.



7-20: KAB-500L 레이저 유도 폭탄

이 폭탄을 사용하기 위해서는 지상에 있거나 항공기에 내장된 특수 레이저 목표 조명 시스템이 필요합니다.

비유도 공중 투하 로켓

정밀 유도 무기의 존재에도 불구하고, 비유도 로켓은 효율성을 비롯하여, 저비용으로 인한 사용상의 용이성과 신뢰성 때문에 공대지 무기로서 계속해서 널리 사용되고 있습니다. 비유도 로켓은 상대적으로 단순하게 디자인 되어 있으며, 신관, 탄두, 동체, 로켓 모터와 안정화 날개(fin)으로 구성되어 있습니다. 비유도 로켓은 보통 특수 컨테이너 또는 튜브형 발사대에 장착됩니다. 로켓 모터는 발사 후 0.7에서 1.1초동안 연소하면서 로켓 속도를 2100 ~ 2800km/h 까지 가속시켜 줍니다. 모터의 연소가 끝난 후, 로켓은 포탄처럼 탄도 궤적을 그리면서 비행합니다. 방향 안정성을 보장하기 위해, 로켓 후미에 위치한 안정화 날개(fin)가 접힌 위치에서 펼쳐집니다. 일부 로켓은 종축을 중심으로 회전하는 자이로스코프에 의해 더욱 안정적입니다. 항공기는 임무에 따라 서로 다른 구경(57mm에서 최대 370mm) 과/또는 서로 다른 탄두의 비유도 로켓을 장착할 수 있습니다. 폭발 파편을 의도한 대로 분산시키기 위해 접촉 또는 근접 신관이 달려 있습니다.

명중 정확도는 로켓 비행 거리에 따라 달라지는데 이는 로켓의 유형과 구경에 따라 달라집니다. 로켓은 그 어떠한 궤적을 따라가는 유도 없이 날아가기 때문에 사거리가 늘어날수록 오차도 늘어납니다. 각각의 비유도 로켓의 유형에 따라, 발사 허용 영역은 최대 안전 폭발 거리와 최소 안전 폭발 거리 사이에서 결정됩니다. 최소 안전 거리는 탄두 유형과 중량에 따라 달라지며, 이 거리는 폭발 파편 들로부터 로켓을 발사하는 항공기를 보호해 줍니다. 로켓은 10도 - 30도의 다이브 각도로, 속도 600 ~ 1000km/h에서 일반적으로 발사됩니다. 조종사는 발사 전 목표물에 조준 피퍼를 올려 놓기 위해 항공기 전체를 움직여야 합니다.

S-8 로켓

S-8은 중구경(80mm) 비유도 로켓입니다. 무장 스테이션 1개당 20개의 로켓이 B-8 다중 발사기에 장착됩니다. 명중 정확도를 개선시키기 위해서, 로켓 발사시에 로켓 모터의 사출 가스에 의해 구동되는 피스톤에 의해 펼쳐지는 6개의 안정화 날개(fin)을 가지고 있는 것이 특징입니다. 펼쳐진 날개들은 이후 그 상태로 고정이 됩니다. 안정화 날개는 발사 시 벗겨지는 덮개에 의해 접힌 채로 있습니다. S-8 로켓모터의 임펄스 및 연소 속도는 S-5 로켓에 비해 더 무거운 S-8 로켓에 빠른 가속도와 회전을 가해 주기 위해 증가 되었습니다. 즉, 모터 연소시간은 0.69초로 감소되었습니다. S-8 로켓이 활공 중에 분산범위와 원형 공상 오차(CEP)는 거리의 0.3% 정도입니다. 최대 유효 발사 거리는 2km입니다.



7-21: B-8M1 로켓 발사기

S-8TsM는 아군 공격 항공기가 목표물을 지정하는데 사용되는 스모크를 사용하는 파생형입니다. 신호 스모크는 목표물의 위치를 알려줍니다.

S-13 로켓

이 132mm 구경의 비유도 로켓은 각각 5개의 로켓이 탑재되는B-13 발사기에 장착됩니다. 이 로켓은 요새 및 강화 방어 물(사격진지, 쉘터, 공항 에이프런 및 활주로)을 공격하기 위해 설계 되었습니다. 또한 러시아 공군은 122mm 구경의 "type-013" 비유도 로켓을 사용합니다. S-13은 개선된 탄도학적 특성들과 명중 정확도를 가진채, 더 작은 S-8 로켓의 레이아웃을 그대로 유지하고 있습니다. (로켓 가스 배출 장치가 있는 로켓 노즐 사이에 안정화 날개가 접힌 채로 있음)



7-22: UB-13 로켓 발사기

S-13 로켓은 여러 유형의 탄두를 장착할 수 있습니다. 로켓은 지상으로부터 3m 또는 콘크리트를 최대 1m 까지 관통할 수 있습니다. 유효거리는 3km 입니다. 파생형인 S-13T 는 두 단계로 작동 됩니다. 즉, 목표물을 관통한 후(지상으로부터 6m 또는 콘크리트는 2m 까지) 목표물 내부에서 폭발합니다. 20평방미터 크기로 활주로를 폭파시킬 수 있습니다.

S-13OF 파열탄 파생형은 각각 25~35g 중량을 가진 450개의 파편을 생성하며, 비장갑 목표물에 대해 효과적입니다.

모든 S-13 로켓 파생형은 600~1200 km/h 의 속도에서 발사되도록 설계 되었습니다.

S-13 로켓은 5개의 로켓을 탑재할 수 있는 B-13L 발사기에서 발사가 됩니다. 발사기의 길이는 3558mm 이며, 직경 410mm 입니다. 로켓이 없는 발사기의 중량은 160kg 입니다.

Su-17M4, Su-24, Su-25, Su-27, MiG-23, Mig-27 등의 항공기를 비롯하여, Mi-8, Mi-24, Mi-28, Ka-50 헬리콥터는 S-13로켓을 장착할 수 있습니다.

S-24 로켓

ARS-240 로켓은 1994년도에 S-24이라는 제식명칭으로 운용을 시작했습니다.

로켓은 길이는 2330mm 이며, 4개의 안정화 날개를 가진 날개길이는 약 600mm입니다. 발사 중량은 123kg 파열탄두를 포함하여 235kg 입니다. 탄두는 23.5kg 폭약을 포함하고 있습니다.



7-23: S-24 로켓

로켓은 레일형 발사의 포구(砲口)속도가 3.6m/s 에 불과하지만, 413m/s 속도로 날아갑니다. 모터는 연소가 끝나기 전에 비행경로 따라 250m 동안 연소합니다. 1km 까지 날아가는데 3초가 걸리며 최대 유효 거리는 2Km 입니다. S-24 원형 공산 오차(CEP)는 비행 거리의 0.3 ~ 0.4%이내입니다.

탄두 표면에는 분쇄를 촉진시키는 홈이 있습니다. 탄두 폭발력은 300 ~ 400m 폭발 반경을 만들면서 4만개의 파편들을 발생시킵니다. 그럼에도 불구하고, 이 로켓의 구조는 꽤 튼튼하고 신관이나 탄두의 손상없이 25mm 장갑이나 층으로 이루어진 벽돌이나 판자를 관통할 수 있습니다. 테스트 결과 폭발 분화구에 박히는 파편들이 최대 70%까지 된다는 것이 밝혀졌습니다. 따라서 실전배치가 되자마자 30미터 고도에서 폭발하는 RV-24 "주크"용 공중 폭발 근접신관이 장착 되었습니다.

서로 다른 시간지연을 가진 3개의 접촉신관은 강화 목표용으로 사용됩니다. 매입형 탄두는 목표물의 방벽을 관통한 후 목표 내부에서 폭발합니다.

비행중 안정성(그로인한 명중 정확성)은 꼬리 날개 의해 보장됩니다. 비행 중 로켓의 회전이 로켓 모터의 불규칙성을 상쇄시켜 줍니다.

로켓 모터는 별 모양의 연소 구멍이 있는 7개의 고체 추진체 블록으로 이루어져 있으며, 로켓의 세로축을 중심으로 원형으로 배열되어 있습니다. 발사 후 450rpm 으로 로켓을 바로 회전시키기 위해 파이프는 각이 저 있습니다. 로켓 모터는 72kg 의 추진체를 포함하고 있으며, 1.1초의 연소 시간을 가집니다. 로켓은 회전을 유지하기 위해 기울어진 꼬리 날개에 의해 연소가 끝난 후에도 안정적으로 비행합니다.

임무에 따라, Su-17 전폭기는 최대 6기의 S-24 로켓을 장착할 수 있고, Su-25 근접 지원 항공기는 최대 8개까지 장착 가능합니다. 몇몇 Mi-24 헬리콥터 또한 S-24를 사용할 수 있게 업그레이드 되었습니다.

S-25 로켓

S-25 비유도 헤비 로켓은 S-25-0 파열 탄두형과, S-25-F 고퍽 탄두형 두 가지 버전으로 생산되었습니다.

340mm 구경의 S-25-F는 길이는 3310mm, 발사 중량은 480kg입니다. 고퍽 탄두의 무게는 27kg의 폭약을 포함하여 190kg이며, 다양한 시간 지연 접촉신관이 장착됩니다.



7-24: S-25 로켓

S-25-0 로켓은 S-25-F와 구경이 동일하며, 총 길이는 3307m, 발사 중량은 381kg입니다. 탄두의 무게는 150kg이며 지상 5m ~ 20m 고도 사이에서 폭발 시키기 위한 어드저스터블(adjustable) 라디오 근접 전파신관이 장착되어 있습니다. 탄두는 1만개의 파편으로 폭발합니다.



7-25: 발사 튜브에 장착된 S-25 비유도 로켓

S-25로켓 꼬리날개 부분은 4 개의 모터 배기 노즐 사이에 접힌 채로 있으며, S-24와 마찬가지로 발사 순간에 로켓에 회전을 주기 위해 기울어져 있습니다. S-25의 고체 추진 로켓 모터는 97kg 의 고(高)에너지 연료 혼합물이 들어있는 단일 블록으로 구성되어 있습니다. 로켓 비행 경로의 관찰과 사진 기록을 위해 배출 노즐 사이에 연막 추적 장치가 부착되어 있습니다.

S-25는 유효 발사 거리가 4km 입니다. 1973년이 끝날 무렵, 2N1 레이저 유도 시커, 파워 유닛, 액추에이터, 조종익면(翼面)을 장비한 S-25L 이라고 명명된 레이저 유도 파생형 개발작업이 시작되었습니다. S-25L 은 PU-0-25-L 발사기에 장착됐습니다.

몇 가지 비유도 로켓의 제원은 아래에 표에 나타나 있습니다.

비유도 로켓	유효 거리, km	중량, kg	탄두 유형
S-8OFP	2,2	15,2	파열
S-8TsM	2,2	15	스모크 (목표 지정)
S-13-OF	2,5	68/67	파열
S-24B	2	235	파열
S-25-OF	4	480	파열

그림 9

건포드

SPPU-22-1 건포드

SPPU-22-1 건포드는 MAZ "Dzerzhinets" 사(社)에서 개발 되었습니다. GSh-23 트윈 배럴 기총에 장착되며, 3400rpm의 발사속도와 260발의 탄알이 탄창에 들어갑니다. SPPU-22-1 포드는 총열을 -30도 까지 기울일 수 있어 수평 비행중에도 지상 목표에 사용할 수 있습니다.



7-26: SPPU-22-1 건포드

Su-25와 Su-25T 는 전방 반구지역에 사격하기 위해 BDZ-25 파일런에 최대 4개의 SPPU-22-1 포드를 장착할 수 있습니다.

총열의 기울기(틸트) 메커니즘은 고각을 조종하는 사격 통제 시스템(FCS)에 통합 되어 있습니다. 이 시스템은 트리거를 당긴 순간부터 지형의 어떤 한 지점을 조준할 수 있습니다.

NATO 공대지 무기

전술 미사일

AGM-65K 및 AGM-65D 매버릭 유도 미사일

AGM-65 매버릭은 매우 성공적인 대량 생산된 정밀 유도 미사일입니다. 1972년 처음 실전배치된 이후, 수 많은 전투에서 모습을 보여 여러 계통 형태로 수정되어 발전해 왔습니다. A-10A, F-4E, F-16, F/A-18 및 F-15E 등의 공격기에 주로 탑재됩니다.

AGM-65에는 일반적으로 미사일 발사 후에 항공기가 완전하게 자유로운 기동을 할 수 있게 하는 발사 후 망각("fire-and-forget")능력으로 알려진 자가 유도를 제공하는 전자-광학(EO) 시커가 장착되어 있습니다. 또한 이미징 시커는 이러한 무기들이 선박이나 차량 등의 움직이는 목표에게도 사용을 할 수 있게 하며, 이 미사일의 관통 탄두는 장갑탱크에 대해 효과적입니다.

매버릭은 원래 NATO 군의 근접지원 항공기가 유럽에 주둔중인 수많은 소련탱크군의 수적 우위를 극복할 수 있도록 설계가 되었습니다. 이러한 목적으로 오리지널 AGM-65A, B 및 D 변종에는 57kg의 성형작약 철갑탄두가 장착되어 있습니다.



7-27: AGM-65K 매버릭 미사일

오리지널 AGM-65A 미사일의 시커 헤드에는 소형 TV 카메라가 장착되어 있는데, 이는 타겟과 주변 지형 간의 광학적 콘트라스트의 시각적 예지 불연속성을 탐지함으로써 목표에 고정되게 할 수 있었습니다. 미사일이 발사되기 전에 파일런에 달려 있는 한, 시커에 의해서 보여지는 이미지는 무장 발사를 준비하는 항공기의 조종석에 있는 흑백 디스플레이에 시커가 향하고 있는 방향을 알려주는 HUD 상의 조준 피퍼와 함께 보여졌습니다. 파일럿은 미사일의 TV 시커를 항공기의 새로측으로 "조준"(케이지)한 후 피퍼(조준선)를 목표위에 올려 놓기 위해 항공기 전체를 움직여 조준하거나 시커를 "조준 해제"(예: "자이로 안정화" 또는 "지상 고정")한 다음, 수동으로 목표를 조준할 수 있었습니다.



7-28: AGM-65H 매버릭 미사일

매버릭의 강력한 로켓 모터는 이론적으로 최대사정거리가 20nm 달하는 범위를 가졌지만, 실제로는 타겟이 일단 보여야 하고, 예지 검출(영상 밝기의 불연속점으로 윤곽선에 해당하는 픽셀을 구하는 방법)을 동작 시키기 위해 TV 디스플레이어상에서 목표가 충분히 커야지만 운용이 가능한 TV 시커의 한계가 있었습니다. 또한 타겟의 위장이나 안개, 연무, 먼지, 습도와 같은 대기의 상태는 시커의 성능을 저하시키기에, 실질적인 발사는 대부분 1-2nm 범위에서 이루어집니다. 이러한 제한상황에도 불구하고, 수에즈 운하위로 펼쳐진 중동의 청명한 하늘에서 이스라엘군의 AGM-65A 형의 운용은 1973년에 무려 87%의 명중률을 기록했는데, 이는 이집트군의 탱크 뿐 아니라, 레이더, 활주로 상에 대기중인 항공기, 기타 중요 타겟도 해당이 되었습니다. 그러나 AGM-65A의 짧은 범위로 인해 파일럿이 목표를 찾고 공격하는데 굉장히 빠듯한 시간이 요구 되었기에, 복좌형 F-4E에서는 파일럿이 무장을 쓰기 위해 항공기를 기동하는 동안 후방 조종사가 TV 디스플레이를 통해 목표를 포착해야 했습니다.

AGM-65D 는 이미징 적외선 (IIR) 탐색기를 사용하여 더 먼 거리에서도 열 대비를 감지하는 반면, AGM-65B 시리즈는 TV 시커를 위한 "장면 배율" 광학 장치를 도입하여 단좌형 항공기 조종사가 좀 더 긴 범위의 목표물을 성공적으로 고정 할 수 있도록 도와줍니다. 따라서 AGM-65D 는 다양한 대기 조건에서 주야간으로 사용할 수 있으며 차량 목표물에 대한 발사 범위는 6 nm 에 이릅니다. 이것은 현대의 레이더 유도 SAM 사이트에 대한 원거리 공격을 수행하기에 충분한 범위가 아님에도 불구하고 매버릭은 근접지원 수행에 있어서 매우 가치 있는 무기입니다. 1991년 미국과 이라크 전쟁 당시, 단좌형 근접지원 항공기인 A-10A 에서 4000회에 달하는 미사일을 발사하여 5255기의 AGM-65B 와 D 형 미사일이 사용되었습니다. A-10A 는 날개 하단부의 바깥쪽에 위치한 트리플 레일로 구성된 LAU-88 발사대에 최대 6(여섯)기의 매버릭 미사일을 탑재 할 수 있습니다만 가장 안쪽의 레일 두 개는 통상 미사일을 탑재하지 않습니다. 이는 매버릭의 강력한 로켓 분사로 인해 A-10A 의 랜딩기어 손상을 보호하기 위한 것이며, 실질적인 최대 하중을 4개의 AGM-65로 줄이는데 그 목적이 있습니다. 통상적인 A-10의 전술은 일렬로 있는 차량 목표물 중 제일 첫번째와 제일 마지막 차량을 매버릭으로 무력화 한 후 그 사이에 갇혀 있는 차량을 향해 30mm 캐논으로 저공 폭격을 하는 것입니다. 따라서 무작위로 타겟을 공격하는 것은 비효율적 전투가 됩니다.



7-29: AGM-65D 매버릭 미사일



7-30: AGM-65G 매버릭 미사일

현대의 AGM-65K 는 전자결합 소자(CCD) EO(전자광학) 시커와 요새화 된 시설에 훨씬 효과적인 지연 작용 신관을 갖춘 136kg 이상의 폭발 분열 관통 탄두가 장착되어있는 주간운용 용으로 업그레이드된 파생 모델입니다.

대 레이더 미사일

AGM-88 HARM

신형 공대지 대 레이더 미사일(HARM)인 AGM-88은 1983년 미공군(USAF) 및 미해군(USN)에서 사용이 되었습니다. 초창기 AGM-45(Shrike)와 AGM-78(Standard-ARM)과는 달리, AGM-88은 저주파 조기 경보(EWR)와 지상통제 레이더(GCI)를 공격할 수 있었습니다. 공식적인 데이터에 의하면, AGM-88은 지속파(CW) 및 펄스 방출뿐만 아니라, 주파수 변조(FM) 범위를 사용하는 레이더를 추적할 수 있습니다.

AGM-88은 반 능동 레이더 추적 미사일(SARH)인 AIM-7 스페로우 공대공 미사일(AAM)을 기반으로 개발이 되었으며 미사일 몸체 중간 지점 근처에 부착된 십자형 날개 조종익면을 포함하여, 스페로우 미사일의 기본적인 공기역학 레이아웃을 유지하고 있습니다. 네 개의 고정된 안정화 핀이 꼬리부분에 장착되어 있습니다.

이 미사일에는 Thiokol-780 부스트-서스테인 고체 추진체 로켓 모터가 장착되어 있습니다. 이 모터는 적군이 발사를 육안으로 감지하지 못하도록 후연 감소 추진체를 연소시킵니다.

폭발 분열 탄두는 근접 레이저 신관을 사용합니다.



7-31: AGM-88 HARM 대 레이더 미사일

AGM-88의 미사일의 수동 시커는 적군의 레이더 전파 방출을 3, 5, 10 및 25cm 파장대역(NATO 대역폭은 D 에서 I/J)에서 탐지해 낼 수 있습니다. AGM-88은 탐지한 레이더 신호를 저장된 샘플의 위협 라이브러리와 비교하여 신속하게 대상을 식별합니다. 또한 이 미사일은 스트랩 다운 관성 유도 시스템을 갖추고 있어 미사일이 목표로 설정된 레이더로 향하는 동안 해당 레이더가 신호 전송을 중단하는 경우에도 백업용으로 사용할 수 있습니다.

이 미사일은 세(3) 가지 발사모드를 가지고 있습니다. 만약 목표의 유형과 위치가 항공기 이륙전에 알려지면 AGM-88에 프로그래밍하여 "프리-브리프"(PB) 모드로 시작할 수 있습니다. 이 모드에서는 관성 유도를 이용하여 최대 유효 사거리에서 발사가 가능하며, 비행중에 목표를 포착할 수 있습니다. (타겟이 탐지 되지 않았을 경우, HARM 은 자폭을 하게 됩니다.) 임기표적(TOO)모드는 미사일이 파일런에 장착 되어 있는 동안 비행중 HARM 의 시커에 의해 목표를 발견한 경우에 사용됩니다. 이 모드에서는 사전 저장된 프로파일 없는 신호 방출을 하고 있는 레이더를 향해 바로 미사일이 날아갑니다. "자가 보호"(SP) 모드도 이와 유사하지만, 항공기의 레이더 경고 수신기(RWR)이 탐지한 "갑작스러운(pop-up)" 위협에 대하여 사용됩니다.

1980년대가 끝날 무렵, HARM 미사일의 현대화를 위한 노력이 시작되었습니다. 파생형태인 AGM-88B 는 프로그램이 가능한 새로운 시커 헤드가 장착되었는데 이는 전장에서 단시간에 위협 라이브러리가 업데이트 되도록 했습니다.

AGM-88C 현대화는 원래의 것보다 더 민감한 새로운 광대역 수동 레이더 탐색기와 폭발 반지름이 두 배인 더 파괴적인 탄두를 도입했습니다. 새로운 탄두는 5mm 크기의 12,845개의 입방형 텅스텐 합금 파편을 생성하면서 폭발합니다. 이는 12.7mm 정도 두께의 얇은 철판이나 6.35mm 정도의 장갑판을 뚫을 수 있습니다.

미 해군은 1986년 시드라만의 리비아 방공 시설에 AGM-88을 처음으로 전투에 사용했습니다. (80기의 미사일이 사용되었습니다.) 그 이후로, 사막의 폭풍 작전(1991년)과 코소보 내전(1999년)에서 연합군 항공기에 의해 대량으로 사용되어 왔습니다.

ALARM

공중 발사 대 레이더 미사일(ALARM)은 영국 왕립 공군(영국 공군)의 토네이도기에 의해서 사용된 영국제 대 레이더 미사일(ARM)입니다. 이 미사일은 미국의 AGM-88 HARM 과 유사한 성능과 작동 모드를 갖추고 있으며, 방어상황이 종료된 후 위협 레이더가 신호 방출을 재개 할 때 까지 대기할 수 있도록 낙하산에 달려 목표지역에 머무르는 기능이 추가되어 있습니다.

자유 낙하 폭탄

Mk-82 및 Mk-84 폭탄

자유낙하 폭탄인 MK-80시리즈는 미공군의 주요 지대공(A-G) 무기입니다. 지난 수 십년간 모든 대규모 군사 분쟁지역에서 널리 사용되어 왔으며 거의 모든 유형의 항공기가 이 폭탄을 사용할 수 있습니다. 또한 다양한 범위 -적군의 차량이나 트럭, 지상 구조물, 대인에 이르기까지- 의 표적에 대해 매우 많이 사용 되었습니다. 1991년 걸프 전쟁동안, 연합군은 대당 500파운드의 Mk-82폭탄을 77,653회, 대당 2000파운드의 Mk-84폭탄을 12,189회나 이라크 지역에 투하했습니다.

자유낙하 폭탄은 발사전에 파일럿에 의해 시각적으로 조준하는 비유도식 무기입니다. 연습은 잘 훈련된 파일럿이 신중하게 겨냥한 공격으로 대략 50퍼센트 정도의 명중률 달성할 수 있음을 보여줍니다. 유도식 무기는 훨씬 정확하지만 가격이 비쌉니다. 이런 이유 때문에, 단순하고 저렴한 Mk-82와 Mk-84 비유도 폭탄들은 수십년간 전술항공기와 함께 사용해야 합니다.



7-32: 500 파운드 Mk-82 폭탄

이러한 폭탄의 최대 거리는 투하되는 직전에 발사 기체의 속도와 고도에 의존하게 됩니다. 만일 속도와 고도가 증가한다면, 거리 또한 증가하게 됩니다.



7-33: 2000 파운드 Mk-84 폭탄

비유도 폭탄들의 사용법은 이 메뉴얼의 무장 컨트롤 시스템의 해당 섹션에서 다루고 있습니다. 이 폭탄들은 모든 나토의 멤버국가에서 사용되고 있습니다.

Mk-20 락아이 클러스터 폭탄

Mk-20 락아이 클러스터 폭탄은 247개의 별도 작약 소형폭탄을 포함하고 있습니다. 이 소형폭탄들은 넓은 범위로 흩어지게 되며 무장, 차량과 병력 등에 매우 효율적입니다. 다만 이러한 소형 폭탄은 경화 벽들로 둘러싸여진 필박스(pillbox)나 교량 등에는 적합하지 않습니다. 1991년 페르시아인 걸프 전쟁 당시, 나토 기체들은 대략 28,000개의 이러한 폭탄들을 투하하였습니다.



7-34: Mk-20 락아이 클러스터 폭탄

Mk-20은 다른 자유-유도 폭탄과 조준법이 동일합니다. 파일럿은 HUD 피퍼를 이용하여 폭탄을 시각적으로 조준하고, 투하 거리와 조준 정확도는 투하되는 시기의 기체 속도와 고도에 따라 틀려집니다.

이 폭탄은 모든 나토 멤버 국가에서 현재 사용중입니다.

비유도 로켓

LAU-10 및 LAU-61 로켓 런처

서방의 무장병력은 무장화 된 상대와 보통 싸우게 되었습니다. 이러한 이유로, 작은 탄두와 분산 화력을 가진 이러한 비유도 로켓들은 크게 사용되지 않습니다. 비유도 로켓들은 먼 거리의 움직이는 목표를 추적하는 등의 능력이 없기 때문에, 명중률이 발사되는 당시의 상황에 따라 크게 바뀌게 됩니다. 발사 시 비행 경로상의 자그마한 변화조차도 심각한 조준에러를 유발시키게 됩니다. 바람 또한 명중률을 떨어뜨리는 요소입니다.



7-35: LAU-61 로켓 런처

비유도 로켓들은 보통 병력이나 비무장 차량에 사용됩니다. 로켓은 보통 다연발 발사를 하게 되는데, 이는 목표 지역을 넓게 잡아 명중률을 높이려는 의도입니다.

LAU-61 로켓 런처는 5인치의 직경에 4발의 로켓을 담고 있습니다. LAU-61 로켓 런처는 2.75 인치의 직경에 총 19발의 로켓을 포함하고 있습니다.



7-36: 2,75' 히드라 로켓

이 비유도 로켓의 사용법은 이 메뉴얼에 있는 무장 컨트롤 시스템의 해당 섹션에서 다루고 있습니다.

이러한 로켓들은 나토 멤버국가의 모든 공군에서 현재 사용되고 있습니다.



8

전자 대응책

전자 대응책 스테이션

전자전(EW)은 서로 대립하는 수많은 나라에서 빠르게 진화하는 센서, 전술, 무기 및 기타 여러 장비들의 오랜 역사를 다루는 심오하고 복잡한 주제입니다. 이번 장에서는 항공기를 보호하기 위해 설계되어 탑재된 몇몇 능동레이더 재밍 전자 대응책(ECM) – 또는 최근에는 전자공격(EA) 라고 불리는- 시스템에 대해서만 다룰 것 입니다. 비행중인 플레이어가 그러한 ECM 시스템(내부적으로, 또는 무장 스테이션에 포드 형식으로 탑재)장착했을 때, 미션 중 [E] 키를 눌러 켜고 끌 수 있습니다. 능동 재머는 적 레이더의 추적 범위를 감소시키며 근접하는 레이더 유도 미사일의 성능을 낮추어 줄 것 입니다. 그러나, 플레이어의 ECM 사용은 대가를 치루어야 할지 모릅니다. 즉, ECM 은 발사 중 또는 발사 후, 자신의 레이더 유도 미사일을 방해 할 수 있으며 추적 범위가 좁은 적 레이더 일지라도 ECM 으로 인해 탐지 범위가 확대 될 수 있습니다. 또한 적 미사일은 ECM 신호를 감지하여 그 신호를 추적하며 2차적으로 "전파 방해 신호 추적(HOJ)모드로 전환 할 수도 있습니다. 미사일에 대한 최선의 방어책으로, 능동 ECM 과 함께 수동 전파방해(채프)와 저 고도에서 수직기동("빔 기동")을 같이 전개하는 것이 가장 효과적입니다.

러시아 공군의 전자 대응책 (ECM) 스테이션

"소브치야(Sorbtsiya)" 및 "가데니아(Gardenia)" ECM 스테이션

플랭커의 SPS-171 "소브치야" 능동 ECM 스테이션은 F-15C 에 장착된 AN/ALQ-135 스테이션과 유사합니다. 이 시스템은 한 쌍의 R-73미사일 파일런을 대체하여 두 개의 윙팁 포드(Pod)에 장착되기에 Su-27 또는 Su-33 항공기의 최대 미사일 장착수를 두 개 감소시킵니다. 일반적 운용의 경우, 포드 하나는 수신기 역할을 하며, 위협 레이더의 주파수나 방향이 변경 되더라도 레이더 신호를 끊임없이 분석하고, 조작하여, 왜곡 신호를 재전송 해야 하기 때문에 다른 하나는 송신기 역할을 합니다. 이 시스템은 지향 조종 안테나(steerable-beam antenna)를 사용하여 섹터와 주파수 대역에 따라 전파방해를 구성하고, 몇 가지 고급 작동 모드를 갖추어 적 레이더의 추적 및 조준 범위를 크게 줄여 줍니다.

"Gardenia" 능동 재밍 스테이션은 MiG-29S "Fulcrum C" 및 파생형의 동체 위쪽의 등부분에 "살짝 튀어나온" 곳에 내장 되어 있어 사용 가능한 무장 탑재량을 감소시키지 않습니다. SPS-171과 몇 가지 유사한 운용 모드와 원리들을 사용하지만, 조향할 수 없는 송수신 안테나가 윙팁에 장착됩니다.

Su-25 ECM 세트

Su-25 근접 지원 항공기에는 SPO-15LM "베리요자(Beryoza)" 레이더 경고 수신기와 ASO-2V(M) 체크/플래어 사출기가 장착되어 있으며 무장 스테이션 중 하나에 SPS-141MVG "그바즈디카(Gvozdika)" 능동 ECM 포드(초기 "시렌(Siren)"을 대체하면서)를 장착 할 수 있습니다. SPS-141MVG "그바즈디카" ECM 포드는 "시렌" 포드와 상호교환이 가능하며 후방 반구지역에서 보다 효과적인 재밍을 할 수 있는 것이 특징입니다.



8-1: SPS-141MVG "Gvozdika" 능동 ECM 포드

그러나 신속한 주파수 호핑(주파수 도약: 레이더 체계 또는 통신기에 사용되는 전자 보호(EP) 기술로서 필스화된 반송파를 어떤 특정 주파수 대역 내를 주기적 또는 계속적으로 이동하면서 송신하고 사용 중인 주파수가 진파 방해 받을 때 방해받지 않은 주파수로 송신하는 기법)이 가능한 최신 위협 레이더의 등장으로 디지털 기술을 기반으로 Su-25T/TM 과 같은 첨단 근접 지원 항공기용으로 더 진보한 기술적 특성을 갖춘 새로운 ECM 시스템이 필요했습니다.

새로운 시스템은 "이르티시(Irtysh)"라는 명칭하에 완전히 통합된 새로운 레이더 경고 수신기, 능동 재밍 스테이션 및 채프/플레이어 사출기가 포함되어 있으며, Su-25T/TM 항공기에 설치되어 있습니다.

SPO-15LM "베리요자"는 L-150 "파스텔(Pastel)" 수신기로, SPS-141MVG "그바즈디카"는 "가데니아" 능동 ECM 스테이션으로, ASO-2VM 는 UV-26S 채프/플레이어 사출기에 의해 대체되었습니다.

새로운 위협과 사용 가능한 기술들에 지속적으로 대응하는 능동 ECM 스테이션의 발전은 항공기의 유형과 파생형에 따라 "시렌" - "그바즈디카" - "가데니아" - "오물(Omul)" - "MSP" 순으로 차례로 발전했습니다. 오늘날, 가장 최신의 "MSP"와 MSP-410 "오물" 능동 ECM 스테이션은 Su-25T, Su-25TM 및 Su-25SM 항공기용으로 설계 되었습니다.

"시렌", "그바즈디카" 및 "가데니아" 스테이션이 각각 단일 포드로 장착되는 반면, "오물" 스테이션은 SPS-171 "소브치야"와 매우 유사하게 두 개의 포드(Pod)가 윙팁 파일런에 장착되어 있습니다.



8-2: MPS-410 "오물" 능동 ECM 포드

MPS-410 "오물" ECM 은 현재 및 미래의 위협에 대처할 수 있게 설계 되었으며 현재는 프로토타입 단계에 있습니다.

Su-25T 와 Su-25TM 항공기는 엔진 배기가스 배출부 위의 꼬리 날개 기저부에 깜박이는 "수코그루츠(Sukhogruz)" 적외선 방해기를 추가하여 원추형 주사 방식 적외선 유도(IRH) 미사일 시커의 추적을 교란시킵니다. 이 장비는 미션 중 **[LShift-E]**키 눌러 활성화시킬 수 있습니다.

나토(NATO)군의 전자 대응책 스테이션

AN/ALQ-131 ECM 스테이션

웨스팅하우스사 AN/ALQ-131 능동 재밍 포드(Pod)는 초기 AN/ALQ-119의 현대화 일환으로써 1970년대 초에 개발이 시작 되었습니다. AN/ALQ-131은 전 버전에 비해 확장된 주파수 범위를 제공하며, 기만 재머로서 운용중일 때, 출력 신호 수준을 조정하는 특수 전원 제어 모듈을 제공합니다. 가장 중요한 점은, 스테이션에서 재 프로그래밍 가능한 프로세서를 도입했기 때문에, 이 포드는 최신의 위협 요소를 계속하여 최신 상태로 유지할 수 있기에 오늘날까지 현역으로 사용이 가능하게 해 주었습니다. 이 스테이션은 적 레이더의 추적 및 조준 범위를 현저하게 감소시킵니다.



8-3: AN/ALQ-131 능동 ECM 포드

AN/ALQ-131 포드는 나토군의 F-4E, F-16C, A-10 및 기타 여러 항공기에 장착할 수 있습니다.

AN/ALQ-135 ECM 스테이션

AN/ALQ-135 내장형 ECM 스테이션은 F-15 이글(Eagle)의 전술 전자전(TEWS)의 통합 구성요소로 운용이 시작되었는데, 이는 이글(Eagle) 전투기에 처음부터 능동 재밍 시스템용으로 할당된 내부 공간에 해당 시스템을 탑재 시킨 최초의 공중 우세 전투기로 만들었습니다.

이 시스템은 2 ~ 20GHz 대역(나토식은 E 에서 J 밴드)에서 작동하는 다양한 고정 주파수 및 가변 주파수 위협레이더에 대응하기 위해 소음막(膜)과 기만 재밍 신호를 만들어 낼 수 있습니다. 송신 안테나는 레이더 유도 "지대공" (SAM) 미사일과 "공대공" (AAM)미사일에 대한 방어를 위해 360도 전 방향의 커버리지를 제공합니다. 이 시스템은 위협 환경의 변화에 신속하고 유연하게 대응할 수 있도록 20개의 재 프로그래밍이 가능한 프로세서가 병렬로 작동하는 것이 특징입니다.

AN/ALQ-135 재머는 AN/ALR-56C 레이더 경고 수신기로부터 수신된 위협 데이터에 따라 스스로 설정이 되며, 이 시스템은 이글(Eagle)의 TEWS와 유사하게 통합되어 있습니다.

원래 구성에서 AN/ALQ-135는 6개의 현장 교환 가능 품목(LRU 또는 "블랙박스") - 밴드 1(나토식 E에서 G)과 밴드 2(나토식 G에서 I)에서 재밍 신호가 겹쳐 이를 증폭해 주는 3개의 발진기(oscillator)와 3개의 증폭기 - 으로 구성되어 있습니다.

F-15C는 나중에 F-15E 스트라이크 이글의 AN/ALQ-135B 장비 중 일부를 업그레이드를 위해 받아들이게 되는데, 이는 현대의 단거리 지대공 미사일(SAM), 대공포(AAA) 및 요격 항공기 레이더에 대하여 밴드3(나토식 J에서 H)의 적용 범위를 제공합니다. 두 개의 새로운 송신 안테나가 윈드실드 앞쪽에 설치되어 있으며, 배면부쪽으로 양 안테나 뒤쪽에 노즈 레이돔이 있으며, 후방 반구 지역 범위를 커버하기 위해, 동체 우현 테일 붐에 설치된 혼 안테나(horn antenna)가 함께 장착되어 있습니다. 이들은 동체 기수아래에 설치된 기존의 "밴드 1.5" (밴드1 및 2를 대체) 송출 블레이드 안테나에 추가되어 있습니다.

1991년 사막의 폭풍 작전당시 높은 운용률에도 불구하고, AN/ALQ-135를 장착한 F-15전투기는 단 한 대도 레이더 유도 지대공 미사일(SAM)이나 대공 유도미사일(AAM)에 의해 격추당하지 않았습니다. (당시 F-15C 형의 밴드 1.5의 범위의 부재로 인해, 두 대의 F-15E 스트라이크 이글이 지상 사격에 의해 손실은 되었음)

AN/ALQ-135 및 TEWS 시스템 작업은 1990년대 중반까지 계속되었습니다. 1994년, 운용 평가를 마친 후에, 미 공군 사령부는 "현대 ECM 시스템에 요구되는 기술적 요구 사항이 충족되었거나 능가했다." 라고 밝혔습니다.



9

레이다 경고 시스템

레이다 경고 시스템

지상 차량, 선박, 항공기에 설치된 레이더는 다양한 목표에 대한 표적 획득이나 유도무기에 사용이 됩니다. 대부분의 현대 항공기는 레이더 탐지 시스템을 갖춘 레이더 경고 시스템(RWS)을 갖추고 있습니다. 비록 설계사와 관련기관들은 그러한 시스템을 제작하는데 다양한 접근법을 가지고 있지만, 모든 RWS 는 작동방식에 있어 공통점을 가지고 있습니다.

RWS 는 수동적 시스템입니다. 다시말해, RWS 는 외부로 그 어떠한 에너지를 방출하지 않습니다. RWS 는 레이더 방사체를 탐지하여 알려진 레이더 형식에 따라 그 방사체를 분류해 줍니다. 또한 RWS 는 방사체의 방향과 그것의 작동 모드를 결정해 줄 수 있습니다. 가령, 단일 목표 추적 파일을 생성한다고 해 봅시다. 그런데, RWS 는 방사하고 있는 레이더까지의 거리는 밝혀낼 수 없습니다 .

게임내에 포함된 RWR 시스템 은 원래의 레이더 기능상의 능력과 유사합니다. 각각의 시스템은 고유의 레이더 방사신호를 구별할 수 있고, 지속적인 조준신호(조준됨 경고)와 미사일 커맨드 데이터 링크 신호(발사 경고)를 탐지해 낼 수 있습니다.

좀 더 나은 상황 인식을 위해, RWS 모드 선택 사용이 권장되어집니다. 모드 선택은 RWS 가 목표 추적 모드로 동작중인 레이더, 혹은 SARH 미사일 발사를 위한 지령유도 신호를 전달하는 레이더, 또는 능동 레이더 추적(ARH) 미사일 시커 트랙만 식별할 수 있게 합니다.

RWS 는 피아식별 능력은 가지고 있지 않다는 점을 기억하시길 바랍니다. (IFF) .

RWS 는 순서대로 주 위협과 두 번째 위협의 목록을 결정하기 위한 우선순위 논리를 사용하게 됩니다:

1. 위협이란 ARH 미사일이거나 미사일 지령 유도 신호가 탐지된 경우(미사일 발사) 입니다;
2. 위협 레이더는 단일 목표 추적(STT) 모드 (혹은 그 외의 목표 조준 모드)에서 신호를 방출합니다;
3. 위협은 위협의 '일반적 형식'에 따라 그 우선순위가 정해집니다. 형식은 다음과 같습니다:
 - 항공기 탑재 레이더;
 - 장거리 레이더;
 - 중거리 레이더;
 - 단거리 레이더;
 - 조기경보(EW) 시스템;
 - AWACS.

4. 최대 신호 강도.

RWS 는 방사체 까지의 거리는 알아낼 수 없습니다.

러시아 항공기의 레이더 경고 수신기

게임상에서 구현 된 RWS 는 실제 MiG-29A 와 MiG-29S (production 9-12, 9-13)의 시스템과 매우 유사합니다.

이 시스템은 다음의 각도 범위에서 레이더 신호 감지를 할 수 있습니다: 방위각상 - +/- 180, 고각 범위상 - +/- 30.

스크린상의 최대 위협 표시 수: 무제한.

이전 위협 표시의 지속 시간: 8초.

기능 모드: 울(획득) 또는 잠금 ("ОБЗОР/ОТКЛ" MiG-29 조종석에서는 그 순서가 바뀝니다).

표시기호. 위협 유형:

П - 항공기 탑재레이더

З - 장거리 레이더

X - 중거리 레이더

H - 단거리 레이더

F - 조기경보 레이더

C - AWACS

"상대 고도" 등, "방출세기" 게이지 등과 "조준/발사" 등은 주 위협에 대해서만 켜집니다.

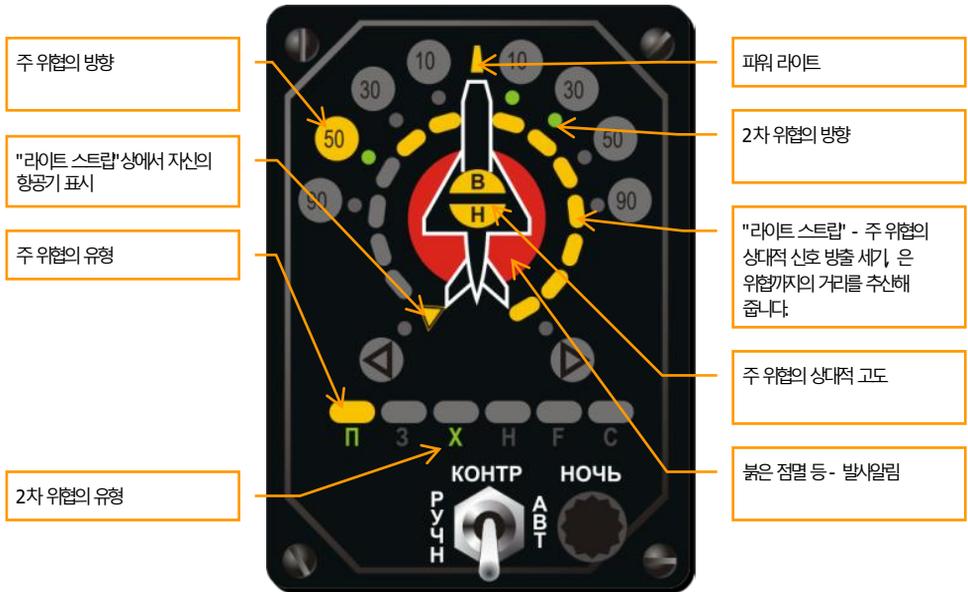
만약 위협 레이더의 레이더 스파이크 사이의 신호 가 8초나 그 이상이라면, 방위각등은 깜빡이지 않을 것 입니다.

획득 형태의 스파이크의 경우, 저주파 가청톤의 소리가 들립니다.

만약 레이더가 조준 모드라면, "조준/발사" 인디케이터가 일정하게 들리는 고주파 가청톤의 소리와 함께 점등 될 것입니다.

만약 레이더 유도 미사일 발사가 감지되었다면, "조준/발사" 등이 높은 톤의 소리와 함께 깜빡이게 될 것 입니다.

ARH 미사일은 그 자체의 레이더 추적 장치를 사용하는 조준을 실행한 후라면 RWS 에 의해 감지할 수 있습니다. 이런경우, ARH 는 주 위협이 될 것 입니다. ARH 가 감지가 되었다는 단서는 신호 강도의 급격한 증가로 인식이 가능합니다. ("신호강도" 램프).



9-1: "베리오자" SPO-15LM 지시계

RWS 패널상에 표시된 정보를 정확하게 해석하는 능력은 전투에서 매우 중요합니다.

예를 들어, 위 그림상에 보여진 상황을 한 번 살펴보겠습니다.

그림상에 보여지는 바와 같이, 두 개의 위협이 RWS 패널에 표시되고 있습니다:

1. 좌측 50도 방향(10시 방향)의 주 위협은 큰 황색 램프의 형태로 나타나고 있습니다. "П" 심볼은, "요격기"를 의미하는데, 심볼 위쪽의 램프가 점등 되어있습니다. 이런 종류의 위협에는 모든 전투기들이 해당 됩니다. 원형 형태의 신호세기는 ("라이트 스트립") 주 위협의 레이더 신호 방출 세기를 보여주는 황색 마디로 구성되어 있습니다. 항공기 모양의 심볼 아랫쪽의 큰 적색원은 자신의 항공기가 주 위협의 레이더에 의해 조준되고 있음을 의미합니다. 항공기 실루엣의 중심에서 두 개의 황색 반구에 표시된 "B" 와 "H"는 그 위협의 상대 고도를 알려줍니다. 위와 같은 상황이라면, 주 위협은 고도상 15도 이내로 당신의 항공기와 같은 고도라는 것을 의미합니다. 따라서, 위 화면은 다음과 같이 분석 될 수 있습니다: 당신의 주 위협은 10시 방향에서 접근중인 전투기; 당신과 거의 같은 고도; 신호세기와 조준등으로 미루어 보건데, 적기가 미사일 발사 준비가 되었다는 것을 알려줍니다.
2. 두 번째 위협은 방위각상으로 10~30도 방향에 있으며 (오른쪽 1-2 방향), 이는 두 개의 녹색 램프에 의해 표시되어져 있습니다. 위협 유형 선상의 녹색 "X" 심볼은 중거리

레이더에 의해 조준이 되어지고 있음을 의미합니다. 두 번째 위협에 대한 추가적인 데이터는 나타나 있지 않습니다.

다양한 위협이 있는 상황에서, 위협의 유형과 방향을 알아내는 것은 종종 어려울 수 있습니다. 그런 경우라면, 획득 모드에서 작동중인 모든 방사체를 표시하지 않는 RWS 모드 필터 **[오른쪽쉬프트-R]** 사용을 권장해 드리고 싶습니다.

RWR 은 다수의 소리 경고를 낼 수 있습니다. 당신은 그 소리의 볼륨을 **[오른쪽 Alt -]** - **[오른쪽 Alt - .]** 키를 누르면서 조정할 수 있습니다.

미국 항공기의 레이더 경고 수신기

A-10A와 F-15C의 레이더 경고 수신 장치(RWR)는 외형상 다르지만 작동 방식은 거의 같습니다. RWR 스크린 위에는, 항공기를 위에서 봤을 때의 모습으로, 중앙에 자신의 항공기가 위치해 있습니다. 중심부 근처(자신의 항공기)에는, 자신의 항공기를 탐색하는 레이더들이 나타나 있습니다. 스크린 위에서 자신의 항공기 위쪽의 방사체는 항공기 앞쪽에 레이더가 위치해 있으며, 오른쪽에 있는 방사체는 오른쪽 날개 방향으로 레이더가 위치해 있음을 의미합니다.

F-15C/D 이글 용인 AN/ALR-56C RWR은 TEWS(전술 조기 경보 시스템)의 한 부분입니다.

AN/ALR-69 RWR은 A-10A/OA-10A에 설치되어 있습니다. AN/ALR-69 RWR은 AN/ALR-46 RWR의 수정 및 향상된 버전입니다.

게임 상에서 구현된 이 시스템들은 실제 A-10A/OA-10A와 F-15C에 탑재된 시스템과 매우 유사합니다.

RWR 시스템은 방위각상 - +/- 180도, 고각범위상 - +/- 45도 사이에서 지속적인 레이더 신호탐지를 제공해 줍니다.

RWR 스크린 상의 최대 위협 표시 수: 16.

이전 위협 표시의 지속 시간: 7초.

RWR 기능 모드: 울 (획득) 또는 조준 ("탐색" 버튼과 RWR 컨트롤 지시계 : A-10A).

RWR 스크린 중심에서 레이더 방사체까지 거리는 그 방사체의 신호 강도와 일치합니다. 더 큰 세기의 신호를 가진 레이더 방사체가 스크린 중심부에 가까이 있다는 것을 알려줍니다.

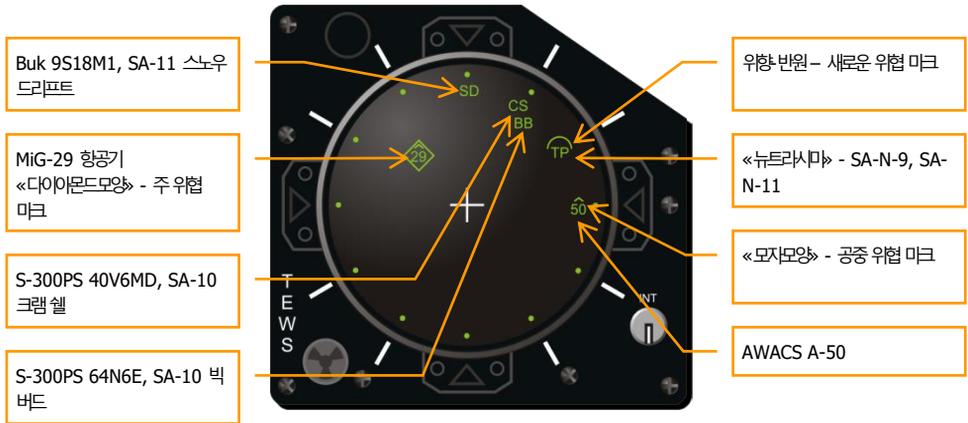
AN/ALR-69 (A-10A)는 스크린 위에서 방위각 마크(15 그라드 간격으로 표시)와 원에 의해서 나누어진 두 개의 지역(혹은 링)을 가지고 있습니다. 안쪽 원의 위협은 자신의 항공기에 즉각적인 위협이 되는 것입니다.

조기경보 레이더와 AWACS 심볼은 안쪽 원 부분에 절대 나타나지 않습니다.

새로운 위협이 감지되어 졌을 때, 높은 톤의 소리가 한 번 들리며, 위협 심볼은 반구 모양의 표시가 그 위에 표시된 채 나타납니다.

RWR이 획득 모드로 작동중인 레이더를 탐지 했을 때는, 처프(Chirp)톤의 소리가 납니다.

위협이 당신의 항공기를 조준 했을 때, RWR 소리는 규칙적으로 반복되는 처프톤에서 지속적인 처프소리로 바뀌게 될 것입니다.



9-2: F-15C TEWS 의 심볼

위의 그림은 TEWS 디스플레이상의 한 상황을 예로 든 것입니다.

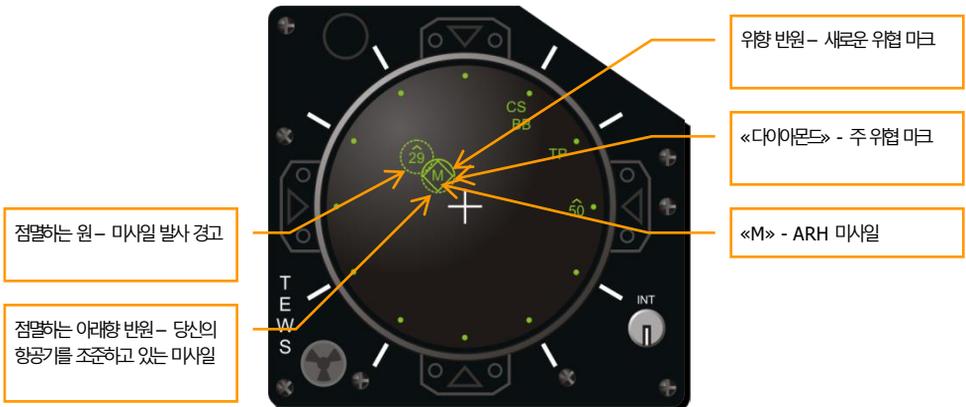
- 12시 방향에, 당신의 항공기는 "부크" 지대공 시스템의 획득 레이더(스노우 드리프트) 에 의해 탐지되고 있음을 알려줍니다.
- 1시 방향으로, 당신의 항공기는 64N6E (빅 버드) 획득 레이더와 40V6MD (크램 쉘) 저고도 획득 레이더 타워에 의해서 탐지되고 있음을 알려줍니다. 이 레이더들은 S-300PS 지대공 (SA-10C) 포대의 일부 입니다.
- 2시 방향으로는, 당신의 항공기는 "뉴트라시미" 급의 초계함의 함정용 탐색 레이더에 의해서 탐지되고 있음을 알려줍니다. 이 레이더는 새로이 탐지된 방사체기 때문에, 심볼위에는 반원 모양이 있습니다.
- 3기 방향에서는, A-50U AWACS 에 의해서 당신의 항공기가 탐색되고 있음을 알려줍니다.
- 주 위협은 "다이아몬드" 표시로 둘러쌓인, MiG-29가 10시와 11시 방향에 있음을 알려주고 있습니다.

위의 분석을 토대로, 주 위협은 언제든지 무장을 발사할 수 있는 MiG-29라고 결론을 내릴 수 있습니다. 결과적으로, 공격태세로 돌입하던가 현재 공역을 이탈하여 MiG의 공격을 막아야 합니다. MiG에 대한 공격은 독자적이거나 Wing맨의 도움으로 실행할 수 있습니다.

MiG-29 뿐 아니라, S-300포대 역시 잠재적 위협임을 표시해 주고 있습니다. 상대적으로 당신의 항공기에 비해 1시 방향에 위치해 있습니다. 추후 회피기동을 고려할 때, SAM 발사지역으로 진입할 가능성도 고려가 되어야 합니다.

만약 미사일 발사가 감지되었다면, 발사경고 소리가 들리게 됩니다. 그 소리는 위협이 사라질 때까지 자체적으로 15초간 반복이 됩니다.

능동 레이더 추적 (ARH) 미사일이 감지된 경우, "M" 심볼이 원 내부에 표시가 되고 최 우선순위의 위협이 됩니다. 탐지된 ARH의 최초 위치인, 그 심볼은 공격하는 항공기 심볼 가까이에 위치하며 내부 원으로부터 거의 절반의 거리에 위치할 것입니다.



9-3: TEWS의 심볼, ARH 미사일 발사

위의 그림은 TEWS 디스플레이 상의 한 상황을 예로 든 것입니다, 그림 9-3.

- 12시 방향에, 당신의 항공기는 "부크" 지대공 시스템의 획득 레이더(스노우 드리프트)에 의해 탐지되고 있음을 알려줍니다.
- 1시 방향으로, 당신의 항공기는 64N6E (빅 버드) 획득 레이더와 40V6MD (크램 쉘) 저고도 획득 레이더 타워에 의해서 탐지되고 있음을 알려줍니다. 이 레이더들은 S-300PS 지대공 (SA-10C) 포대의 일부 입니다.
- 2시 방향으로는, 당신의 항공기는 "뉴트라시미" 급의 초계함의 함정용 탐색 레이더에 의해서 탐지되고 있음을 알려줍니다. 이 레이더는 새로이 탐지된 방사체기 때문에, 심볼 위에는 반원 모양이 있습니다.
- 3기 방향에서는, A-50U AWACS에 의해서 당신의 항공기가 탐색되고 있음을 알려줍니다.
- 10시와 11시 방향 사이에 위치한 MiG-29는 미사일을 발사했습니다 - 심볼 주변이 깜빡이는 원으로 표시 되어 있습니다.

- 주 위협인, "M" 심볼은, "다이아몬드" 심볼에 의해 둘러싸여 있습니다. 이것은 MiG-29에서 ARH 미사일이 발사 되었음을 의미합니다. 따라서 새로운 위협으로 표시가 됩니다 - 반원 표시. 주 위협으로서, "다이아몬드" 심볼이 주변에 둘러싸이게 됩니다. 깜빡이는 아래향 반원 모양은 당신의 항공기를 요격하기 위해 향하고 있음을 의미합니다.

이런 경우라면, 생각할 시간이 거의 없기에 당신은 재빠르게 반응해야 됩니다 - 즉, 공격대세로 전환해야 되는데, 채프를 전개하면서 미사일 궤적의 수직방향으로 전속으로 비행해야 합니다.

[Insert 키].

현대 ARH 미사일의 효율성이 주어진 것에도 불구하고, 아무리 적절한 미사일 회피 전략을 구사할지라도 여전히 미사일에 피격당할 확률은 높습니다. 그 어떠한 경우에도, 당신을 향해서 발사된 미사일을 피하려고 하는 것보다는 그 이전에 발사를 막는 것이 더 좋습니다.

A-10A 에서도 역시, 적으로 부터의 획득 및 조준신호가 RWR 콘트를 지시계에서 보여집니다.



9-4: A-10 RWR 컨트롤 패널

패널에 두 개의 지시등이 켜져 있습니다.

첫 번째 지시등은 녹색으로 "SEARCH" 에 점등되어 있습니다. 이는 획득 레이더가 당신의 항공기를 탐색 중일 때 들어 옵니다.

두 번째 지시등은 적색으로 "LAUNCH" 에 점등되어 있습니다. 이는 RWR 이 당신의 항공기로 바로 향하고 있는 레이더 유도 미사일 발사를 감지했을 때 들어 옵니다.

모든 RWS 와 RWR 시스템은 오로지 레이더 시스템만 탐지한다는 사실을 기억하시길 바랍니다. 또한 RWS 와 RWR 시스템은 적외선 유도 시스템에 대해서는 경보를 해주지 않습니다.

다음 아래의 심볼과 마커는 TEWS (F-15)와 RWR (A-10) 디스플레이에 표시되는 것들 입니다.



← 항공기 탑재 레이더 이 유형의 모든 레이더는 ^ 표시로 나타나며, 이 표시는 항공기를 의미하는 심볼 위에 나타납니다. 지상 및 함정 탑재 레이더 심볼은 아래의 표에 설명이 되어있습니다.



← 위향 반환 새로운 위협을 의미. 이러한 마크는 탐지시간상 가장 최신의 내용이 탐지 되었을 때 나타납니다.



← «다이아몬드» - 주 위협 표시. 이 마크는 가장 위험한 위협을 의미합니다. 당신의 항공기와 매우 가까운 위치에 있거나 적군이 미사일을 발사했을 때 나타납니다.



← 점멸하는 원모양은 미사일 발사가 탐지되었음을 알려줍니다. .



← «M» 심볼을 둘러싼 점멸하는 «다이아몬드» - ARH 미사일 활성화 됨 (R-77, AIM-120C, AIM-54C, MICA-AR). 능동 미사일은 항상 주 위협이 됩니다.

9-5: TEWS (F-15)와 RWR (A-10)의 심볼

심볼과 마크는 결합이 될 수 있음을 기억하시길 바랍니다. 예를 들어 보겠습니다: 새로운 위협이라는 마크(위향 반환)는 미사일 발사가 감지되었다는 마크(깜빡이는 원)와 결합할 수 있습니다. 결국, 더 아래쪽에서 깜빡이는 원이 나타날 것입니다.

레이더 유형 및 구분에 대한 심볼은 공격 하위 시스템의 유형에 대한 자세한 정보를 제공할 수 있습니다. 아래의 표에서, TEWS 와 RWR 심볼과 그 기호에 부합하는 레이더 유형을 알 수 있습니다.

항공기 탑재 레이더

형식	RWS 심볼
MiG-23	23
MiG-29, Su-27/33	29
MiG-31	31
Su-30	30
F-4E	F4

F-14A	14
F-15C	15
F-16C	16
F/A-18C	18
A-50	50
E-2C	E2
E-3C	E3

함정-탐재 레이더

형식	SAM 시스템	RWS 심볼
알바트로스, 그리샤 V 급 프리킷 함	SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	HP
쿠즈네초프, 항공모함	SAM "Kinzhal" (SA-N-9 Gauntlet) AAA "Kortik" (SA-N-11 Grison)	SW
레즈키, 크리박 II 급 프리킷 함	SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	TP
모스크바, 슬라바급 순양함	SAM S-300F "Fort" (SA-N-6 Grumble) SAM "Osa-M" (SA-N-4 Gecko)	T2
뉴트라시미, 자스트레브급 프리킷 함	SAM "Kingal" (SA-N-9 Gauntlet) AAA "Kortik" (SA-N-11 Grison)	TP
칼 빈슨, CVN-70	RIM-7 시 스페로우	SS
Oliver H. Perry, FFG-7	SM-2 표준 미사일	SM
CG-47 타이콘데로가	SM-2 표준 미사일	SM

지상 설치 레이더

SAM 시스템	NATO 식 분류	RWS 심볼
S-300PS 40V6M	SA-10	10
S-300PS 40V6MD	SA-10 크램 쉘	CS
S-300PS 5N63S	SA-10	10
S-300PS 64N6E	SA-10 빅 버드	BB
Buk 9S18M1	SA-11 스노우 드리프트	SD
Buk 9A310M1	SA-11	11
Kub 1S91	SA-6	6
Osa 9A22	SA-8	8
스트렐라-10 9A33	SA-13	13
PU-13 란지르	독 이어	DE
토르 9A331	SA-15	15
2S6 통그스카	2S6	S6
ZSU-23-4 쉘카	ZSU-23-4	23
롤랜드 ADS	롤랜드	RO
롤랜드 레이더	저래프	GR
패트리엇 탐색 및 추적 레이더	패트리엇	P
게파르트	게파르트	GP
호크 탐색 레이더	I-HAWK PAR	HA
호크 추적 레이더	I-HAWK HPI	H
발칸	M-163	VU
S-125 P-19 레이더	SA-3 플랫폼 페이스 B	FF
S-125 SNR	SA-3 로우 블로우	LB

TEWS ECM 지시계

X 개방시 TEWS 스크린 중앙에 표시된 자체 보호 ECM 액티비티.



9-6: TEWS ECM 지시



10

무선통신과 메세지

무선통신과 메시지

초기 공중전에서는, 파일럿간 의사소통은 어려웠을 뿐 아니라 종종 불가능했습니다. 라디오 통신의 부재로 인해, 초창기 파일럿들은 수신호를 사용했기에 근본적으로 의사소통에 있어 제약이 있었습니다. 특히나 근접전에서 파일럿들끼리의 수신호 교환은 일반적으로 별 효과가 없었습니다.

비록 현대 전자공학 기술이 통신기술을 크게 향상시켰음에도 불구하고, 여전히 몇 가지 불편한 제약이 따르고 있습니다. 수백명은 아니더라도, 수십명의 전투원들은 주어진 라디오 주파수를 아무거나 사용 할 수 있습니다. 그러기에 이러한 사람들 모두 전투가 한창일 때 한꺼번에 교신을 시도 한다면, 그 결과 대개 대화가 뒤죽박죽이 되거나, 도중에 잘리고, 이해 할 수 없게 됩니다. 그러므로 파일럿들은 표준 통신규약인 콜사인, 지시사항, 설명에 의거하여 각 메시지들에 관한 엄격한 라디오 통신 규율을 준수하기 위해 노력해야 합니다. "콜사인"은 메시지가 누구를 위한 것이며 누구로 부터 나왔는지를 알려주며, "지시사항"은 간략한 지시내용이 담긴 내용이 수신자에게 전달되며, 끝으로 "설명"은 추가적인 정보를 명시해 줍니다. 예를 들어 보겠습니다:

쉐비 22, 쉐비 21, 급 우선회 할 것, 4시 방향 적기

이 메시지는 Chevy 1번기가 "Chevy" 편대의 2번기에게 보내는 메시지입니다. Chevy 21은 Chevy 22에게 급 우선회를 지시하고 있습니다. 교신의 설명부분은 이유를 다음과 같이 설명하고 있습니다... Chevy 22의 4시방향 쪽에서 적기 확인.

무선 교신은 간결하게 핵심만 전달해야 합니다.

게임 내에서는 3가지 유형의 라디오 통신유형이 있습니다. :

- 플레이어가 다른 항공기에 내리는 명령을 보여 주는 라디오 통신.
- 지상이나 다른 항공기로 부터 플레이어에게 보내지는 라디오 통신.
- 플레이어 자신의 항공기로 부터 들리는 경고나 음성메세지.

무선 통신 명령

다음 아래의 표는 플레이어가 보내게 될 메시지의 유형과 각 메시지를 보내기 위해 필요한 키 스트로크를 나열한 것입니다. 명령의 유형에 의거하여, 각 메시지는 보내고 싶은 내용을 전달하기 위해서 2~3번 정도의 키 스트로크가 필요합니다. 키 스트로크 한 번으로 복잡한 메시지를 보내기 위한 핫키도 있습니다.

- 메시지 타켓 - 이 란은 메시지가 누구에게 전달되는지 알려주는데, 전 기체, 특정 웡맨, AWACS/GCI 통제관, 혹은 관제사가 될 수 있습니다.
- 명령 - 명령란은 전달하고자 하는 유형의 메시지를 지칭합니다. (가령 "교전" 명령이나, 혹은 "포메이션" 명령 등과 같은 것입니다.)

하위 명령 - 몇몇 경우에 있어, 하위 명령은 명령의 유형을 구체적으로 명시해 줍니다. (가령 "내 목표와 교전할것" 혹은 r "포메이션, 횡대로"등이 그것입니다.)

아래의 표에 설명된 바와 같이, 각 명령의 유형에 따라, 전달하고자 하는 메시지를 생성하기 위해서는 2~3회 정도 키보드의 키를 눌러야 합니다. 예를 들어, 3번기에게 플레이어의 타켓에 교전명령을 내리기 위해서는, F3, F1, F1 키를 눌러야 됩니다.

플레이어 생성 무선 통신명령

메세지 타켓	명령	하위 명령	명령의 정의	명령에 대한 응답
--------	----	-------	--------	-----------

<p>편대원 또는 워맨</p>	<p>교전..</p>	<p>자신의 타겟</p>	<p>플레이어의 항공기 센서(레이다 혹은 EOS)가 향하고 있거나 패드락(Padlock)시킨 목표를 워맨들이 공격하도록 요구합니다. 목표가 파괴되었을 때는 워맨들은 원래 편대로 복귀함.</p>	<p>만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. 이때 (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 혹은 "(x) 언에이블,"이라고 응답할 것 입니다. 마찬가지로 이때 (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
		<p>자신의 적</p>	<p>플레이어를 공격하는 적 항공기를 워맨들이 공격하도록 하게 합니다.</p>	<p>만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," or "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. 이 때 (x)는 편대원을 의미합니다.만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>

		<p>밴딧(적기)</p>	<p>센서 범위내에서 플레이어가 윈맨들에게 편대를 이탈해서 적기와 교전하게 합니다. 목표가 파괴 되었을 때, 윈맨들은 편대로 복귀함.</p>	<p>만약 윈맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 적기와 교전," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 나타냅니다. 만약 윈맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 나 "(x) 언에이블,"이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
		<p>대공 방어</p>	<p>플레이어가 윈맨들에게 편대 이탈후 탐지한 대공유닛을 공격하게 합니다. 목표가 파괴되었을 때, 윈맨들은 편대로 복귀함.</p>	<p>만약 윈맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 대공 부대 공격," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 나타냅니다. 만약 윈맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>

		<p>지상 타겟</p> <p>플레이어가 윙맨들에게 편대 이탈 후 지상 타겟을 공격하게 합니다. 유효한 지상 타겟들은 미션 에디터에서 할당시킨 차량이나 건축물들이 해당됩니다. 타겟이 파괴되었을 때 윙맨들은 편대로 복귀함.</p>	<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 지상 타겟 공격," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 나타냅니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x) 는 편대원을 의미합니다.</p>
		<p>해상 타겟</p> <p>플레이어가 윙맨들에게 편대 이탈 후 레이다 범위 내에서 해상 타겟을 공격하게 합니다. 타겟이 파괴되었을 때 윙맨들은 편대로 복귀함.</p>	<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 선박 공격," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 나타냅니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x) 는 편대원을 의미합니다.</p>

		<p>미션과 재합류</p> <p>플레이어는 윙맨들에게 편대 이탈 후 미션 에디터에서 확인한 데로 미션 목표를 공격하라고 할 수 있습니다. 일단 미션이 완수 되면, 윙맨들은 플레이어와 함께 편대로 합류하게 될 것 입니다.</p>		<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 주요목표 공격," 이라고 응답할 것입니다. (x) 는 편대원을 나타냅니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
		<p>미션과 RTB(귀환)</p> <p>플레이어는 윙맨들에게 편대 이탈 후 미션 에디터에서 확인한 데로 미션 목표를 공격하라고 할 수 있습니다. 일단 미션이 완수 되면, 윙맨들은 기지로 귀환하게 될 것 입니다.</p>		<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 주요목표 공격," 이라고 응답할 것입니다. (x) 는 편대원을 나타냅니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>

편대원 또는 워맨	Go to...	기지로 귀환	워맨들은 편대를 이탈하여 할당된 비행장으로 착륙하게 될 것입니다. 만약 할당된 비행장이 없다면, 편대원들은 가장 가까운 아군 비행장에 착륙할 것입니다.	만약 워맨들이 이 명령을 실행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
		경로	워맨들이 편대를 이탈하여 미션 에디터에서 정한대로 루트를 따라 진행할 것입니다.	만약 워맨들이 이 명령을 실행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 워맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.

		위치 고수	윙맨들이 편대를 이탈하여 현재 지점에서 선회 비행을 할 것입니다.	만약 윙맨들이 이 명령을 실행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 실행할 수 없다면 "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
편대원 또는 윙맨	레이다...	컴	플레이어가 윙맨에게 목표탐색을 위해 레이다 작동을 요구합니다.	윙맨은, "(x) 레이다 온," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
		꿈	플레이어가 윙맨들에게 레이다 비활성화를 요구합니다.	윙맨은, "(x) 레이다 오프," 라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
편대원 또는 윙맨	ECM(전자방해)...	컴	플레이어가 윙맨들에게 ECM 작동을 요구합니다.	윙맨은, "(x) 뮤직 온," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
		꿈	플레이어가 윙맨들에게 ECM 비활성화를 요구합니다.	윙맨은, "(x) 뮤직 오프," 라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.

편대원 또는 윙맨	스모크	컴	플레이어가 윙맨들에게 스모크 컨테이너 작동을 요구합니다.	윙맨은 스모크 생성기를 활성화 시킬 것이며, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
		꿈	플레이어가 윙맨들에게 스모크 컨테이너 비활성화를 요구합니다.	윙맨은 스모크 생성기를 활성화 시킬 것이며, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
편대원 또는 윙맨	엄호		플레이어가 윙맨에게 플레이어로부터 가장 가까이에 있는 항공기를 공격하도록 명령합니다.	윙맨은, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.
편대원 또는 윙맨	무장 버림		플레이어가 윙맨들에게 무장을 버리라고 요구할 수 있습니다.	만약 윙맨들이 이 명령을 실행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것입니다. (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 실행할 수 없다면 "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고

				<p>응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
비행	포메이션 생성	포메이션 합류	윙맨은 현재 임무를 중단하고 플레이어의 편대로 합류 할 것입니다.	<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 카피 리조인," 이라고 응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다. 만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
		라인 어브리스트	윙맨들에게 라인 어브리스트 포메이션을 명령합니다.	<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 있다면, "(x) 카피," "(x) 라져," 또는 "(x) 어펌," 이라고 응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>
		트레일	플레이어가 선두기이며 2번기가 플레이어로부터 .5마일 뒤에 위치해 있습니다. 3번기는 2번기로부터 .5마일 뒤에 위치 해 있으며 4번기는 3번기로부터 .5마일 뒤에 있습니다.	<p>만약 윙맨들이 이 명령을 수행할 수 없다면, "(x) 네가티브," 또는 "(x) 언에이블," 이라고 응답할 것 입니다. (x)는 편대원을 의미합니다.</p>

		에설론	표준 포메이션	
		근접 포메이션	플레이어가 포메이션의 형태나 편대원에게 항공기간의 간격을 줄이라고 명령합니다.	
		개방 포메이션	플레이어가 포메이션의 형태나 편대원에게 항공기간의 간격을 늘리라고 명령합니다.	

<p>AWACS</p>	<p>AWACS 콜사인</p>	<p>BOGEY DOPE 요청</p>	<p>플레이어는 가장 가까이 있는 적기의 방위각, 거리, 고도, 양상을 요구합니다.</p>	<p>만약 AWACS/GCI 가 적기와 접촉했다면: "(a), (b), 적기발견 방향(x)(x) 거리 (y)(y)(y). (c) (d)," (a)는 플레이어의 콜 사인, (b)는 AWACS 의 콜 사인, (x)(x)는 적기쪽의로의 방위각, (y)(y)(y)는 적기와의 거리를 의미하는데, 서방측 AWACS 라면 마일로, 러시아측 AWACS 면 킬로미터로 나타나며, (c)는 탐지시 고도, 그리고 (d)는 탐지시 현 상황을 의미합니다.</p> <p>만약 AWACS/GCI 적기와 조우하지 않았을시에는 다음과 같이 알려줍니다.</p> <p>"(a), (b), 클린," (a)는 플레이어의 콜사인이며 (b)는 AWACS 의 콜사인입니다.</p> <p>만약 적기가 플레이어로부터 5마일 내에 있다면 다음과 같이 알려줍니다: "(a), (b), 교전시작" 라고 할 것</p>
--------------	------------------	----------------------	--	---

				입니다. (a)는 플레이어의 콜사인이며, (b)는 AWACS의 콜사인입니다.
		벡터 투 홈 플레이트	플레이어는 가장 가까운 아군기지의 방위각과 거리를 요구합니다.	"(a), (b), 기지 방향 (x)(x) 거리 (y)(y)(y)," (a)는 플레이어의 콜사인, (b)는 AWACS 콜사인, (x)(x)는 기지쪽으로의 방위각, 그리고 (y)(y)(y)는 거리를 의미하는데 AWACS가 미국측인지 러시아측인지에 따라 마일 또는 킬로미터로 알려줍니다 .

		백터 투 탱커	플레이어는 가장 가까이 있는 아군 공중급유기의 방위각과 거리를 요구합니다.	"(a), (b), 탱커 방향 (x)(x) 거리 (y)(y)(y)," (a)는 플레이어의 콜사인, (b)는 AWACS 콜사인, (x)(x)는 공중급유쪽으로 방위각, 그리고 (y)(y)(y)는 거리를 의미하는데 AWACS 가 미국측인지 러시아측인지에 따라 마일 또는 킬로미터로 알려줍니다. 만약 미션에 아군 공중급유기가 없다면 다음과 같이 알려줍니다: "(a), (b), 노 탱커 어베일러블"
--	--	---------	---	--

		<p>PICTURE 요청</p>	<p>플레이어는 지역내에 있는 모든 적기들의 방위각, 거리, 고도, 적기의 상태를 요구합니다.</p>	<p>만약 AWACS/GCI 가 적기를 발견했다면 다음과 같이 알려줍니다: "(a), (b), 적기발견 방향(x)(x), 거리 (y)(y)(y). (c) (d)," (a)는 플레이어의 콜사인, (b)는 AWACS 의 콜사인, (x)(x)는 적기쪽으로는 방위각, (y)(y)(y)는 적기와의 거리를 의미하는데, 서방측 AWACS 라면 마일로, 러시아측 AWACS 면 킬로미터로 나타나며, (c)는 적기가 발견된 고도, 그리고 (d)는 적기의 현재 상태를 의미합니다. 만약 AWACS/GCI 가 적기와 접촉하지 않았다면 다음과 같이 알려줍니다: "(a), (b), 클린"</p>
--	--	-------------------	--	---

ATC - 관제탑	공군기지 콜사인	활주로 진입허가 요청	플레이어는 관제탑에게 활주로 진입 허가를 요청합니다.	ATC 는 항상 다음과 같이 응답합니다. " (a), 타워, (x)(x) 활주로 진입을 허가한다, " (a)는 플레이어의 콜사인이며 (x)(x)는 활주로의 헤딩넘버를 의미합니다.
		이륙 허가 요청	플레이어는 관제탑에게 이륙 허가를 요청합니다.	만약 활주로에서 이륙하는 항공기가 없을 경우 혹은 활주로에 파이널 어프로치를 하지 않을 경우, ATC 는 다음과 같이 응답할 것입니다. " (a), 타워, 이륙해도 좋다, " (a)는 플레이어의 콜사인을 의미합니다.
		진입	플레이어는 가장 가까이 있는 아군기지에 착륙을 요청합니다.	" (a), (b), (x)(x) 방향으로 비행하라, QFE, (y)번 활주로로 장주비행 할 것 " (a)는 플레이어의 콜사인, (b)는 공군기지의 콜사인, (x)(x)는 방향과 거리, QFE 는 현지기압고도(Q-code Field Elevation), (y)는 활주로의 헤딩넘버를 의미합니다 .

지상근무단		재무장...	플레이어는 지상근무단에게 무장선택 항목에 따라 항공기의 재무장을 요구합니다.	지상근무단은 다음과 같이 대답합니다: "카피 ". 재무장이 끝나면 다음과 같이 알려줍니다: "재무장 완료 ".
		급유...	플레이어는 지상근무단에게 급유를 요구합니다.	
		수리 요청	플레이어는 지상근무단에게 기체수리를 요구합니다.	
기타	기타 메시지들은 트리거 이벤트를 통한 미션 제작자에 의해서 나타납니다.			

라디오 메세지

통신은 쌍방향 방식으로 이루어집니다; 다른 항공기의 통신 메세지들은 플레이어가 보내는 메세지 만큼이나 중요합니다. 그러한 통신들은 워맨들에 의해 임무가 완료되었거나, 완료할 임무에 대해서 알려줍니다. 워맨들은 플레이어에게 경고를 해주고, 타켓을 할당해 주며, 서로 다른 대상이나 공군기지에 대한 방위를 제공해 줄 수 있습니다. 다음 아래의 표는 모든 통신의 형식을 포함하고 있습니다.

- 발신자 - 통신을 보내는 유닛 - 워맨, AWACS, 관제탑 등.
- 이벤트 - 통신에 부합하는 행위.
- 무선 통신 - 플레이어가 듣는 메세지.

라디오 메세지

발신자	이벤트	무선 통신
워맨	이륙 롤링 개시	"(x), 롤링," (x)는 워맨의 편대 위치를 의미합니다.
	이륙 후 랜딩기어 수납	"(x), 휠즈 업," (x)는 워맨의 편대 위치를 의미합니다.
	항공기가 피탄 및 손상이 된 경우	"(x) 공격 당함," 또는 "(x) 데미지를 받았다,"(x)는 편대원을 의미합니다. 예: "여기는 2번기, 데미지를 받았다."
	항공기에서 탈출 할 준비가 되었을 경우	"(x) 이젝팅(사출)," 또는 "(x) 탈출하겠다," (x) 는 미국식 편대원을 의미합니다. 예: "3번기, 탈출하겠다." "(x) 베일링 아웃(사출)," 혹은 "(x) 탈출하겠다," (x)는 러시아식 편대원을 의미합니다. 예: "3번기, 탈출하겠다."
	심각한 기체 손상으로 인한 귀환이 필요한 경우	"(x) R T B," 또는 "(x) 기지로 귀환중," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "4번기, R T B."
	공대공 미사일 발사.	미군기 일 경우, "(x)에서 폭스," 혹은 러시아 기 일 경우, "(x)에서 미사일 어웨이," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 폭스"
	내부기총 발사	"(x), 건스, 건스," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "3번기, 건스, 건스."

적 항공기 레이더에 감지되었을 경우	"(x) 스파이크, (y)시 방향," (x)는 편대원이며 (y)는 1시에서 12시 까지의 방향을 의미합니다. 예: "2번기, 스파이크 3시 방향."
적 지상 레이더에 감지되었을 경우	"(x) 머드 스파이크, (y)시 방향," (x)는 편대원이며 (y)는 1시에서 12시 까지의 방향을 의미 합니다. 예: "2번기, 머드 스파이크 3시방향."
윙맨을 향해 지대공 미사일이 발사된 경우	"(x) 샘 발사 확인, (y)시 방향," (x)는 편대원이며 (y)는 1시에서 12시 까지의 방향을 의미합니다. 예: "2번기, 샘발사 확인, 3시 방향."
윙맨을 향해 공대공 미사일이 발사된 경우	"(x) 미사일 발사 확인됨, (y)시 방향," (x)는 편대원이며 (y)는 1시에서 12시 까지의 방향을 의미합니다. 예: "2번기, 미사일 발사 확인 3시 방향."
적기를 육안으로 확인한 경우	"(x) 적기 육안 확인, (y)시 방향," (x)는 편대원이며 (y)1시에서 12시 까지의 방향이나 기수 방향을 의미합니다. 예: "2번기, 적기 육안확인 3시 방향."
위협에 대한 방어 기동을 전개할 경우	"(x) 인게이지드 디펜시브," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 인게이지드 디펜시브."
적기를 격추시킨 경우	"(x) 스플래쉬 원," "(x) 밴딩 디스트로이드," 또는 "(x) 굿 킬, 굿 킬," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 스플래쉬 마이 밴딩."
지상 구조물이나, 차량 또는 선박을 파괴한 경우	"(x) 타겟 디스트로이드," 또는 "(x) 굿 히트," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 타겟 디스트로이드."
윙맨이 적기를 확인하고 공격을 원할 경우	"(x) 공격 허가 바람," (x) 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 공격 허가 바람."
비유도식 또는 클러스터 폭탄 투하시	"(x) 폭탄 투하," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 폭탄 투하."

	공대지 미사일을 발사한 경우	"(x) 미사일 어웨이,"(x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 미사일 어웨이."
	비유도식 공대지 로켓을 발사한 경우	"(x) 로켓발사," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 로켓발사."
	진입지점(IP) 통과후 공격목표로 날아가는 경우	"(x) 러닝 인" 또는 "(x) 인 핫," (x)는 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 러닝 인."
	적 항공기가 레이다에 탐지된 경우	"(a) 적기 발견 (x)(x)방향 거리는(y)(y)(y)" (a)는 편대원을, (x)는 방위각, 그리고 (y)는 거리로서 미국 항공기 라면 마일로, 러시아 항공기라면 킬로미터로 알려줍니다. 예: "3번기, 180도 방향으로 적기 발견, 거리 50."
	연료가 떨어질 위험에 있거나 기체가 기지로 복귀해야 할 정도의 연료 상황일 경우	"(x) 빙고 퓨얼," (x)는 미국식 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 빙고 퓨얼." "(x) 로우 퓨얼,"(x)는 러시아식 편대원을 의미합니다. 예: "2번기, 로우 퓨얼."
	윙맨의 항공기에 남은 무장이 없는 경우.	미국 항공기일 경우 "(x) 원체스터," 라고 하며, (x)는 편대원을 의미합니다. 러시아 항공기일 경우 "(x) 아웃 오브 웨펀즈," 라고 하며 (x)는 편대원을 의미합니다.
	적기가 플레이어의 기체 뒤에 있는 경우	"선두, 6시를 확인하라"
	플레이어의 기체가 폭발이나 충돌 직전일 경우.	"선두, 탈출하라"
관제탑	플레이어가 착륙하여 활주로에 대기 중일 경우 .	"(x), 타워, 파킹 에어리어로 택싱하라,"(x)는 항공기의 콜사인입니다. 예: "호크 원 원, 타워, 파킹 에어리어로 택싱하라."
	플레이어가 접근 지점에 도달했으며	"(x), 타워, 활주로 (y)(y)로 착륙해도 좋다," (x)는 항공기의 콜사인이며 (y)는 항공기가 착륙할 활주로의 두 자리 숫자로

	<p>관제탑을 지났습니다. 활주로는 착륙을 위해 비워져 있습니다.</p>	<p>된 헤드번호를 의미합니다. 예: "호크 원 원, 타워. 활주로 90번에 착륙해도 좋다."</p>
	<p>플레이어가 접근 지점에 도달했으며 관제탑에게 제어권이 넘어갔으나 이미 다른 항공기가 장주 비행중일 경우.</p>	<p>"(x), 타워, 공간 확보를 위해 선회 하라," (x)는 항공기의 콜사인입니다. 예: "팰콘 원 원, 타워, 공간 확보를 위해 선회 하라."</p>
	<p>플레이어가 착륙중 글라이드 패스 보다 위에 있는 경우</p>	<p>"(x), 타워, 현재 글라이드 패스 보다 위에 있다," (x)는 항공기의 콜사인입니다. 예를 들면 "이글 원 원, 타워, 현재 글라이드 패스 보다 위에 있다."</p>
	<p>플레이어가 착륙중 글라이드 패스 보다 아래에 있는 경우</p>	<p>"(x), 타워, 현재 글라이드 패스 보다 아래에 있다," (x)는 항공기의 콜사인입니다. 예를 들면 "이글 원 원, 타워, 현재 글라이드 패스 보다 아래에 있다."</p>
	<p>플레이어가 착륙중 글라이드 패스와 일치하는 경우</p>	<p>"(x), 타워, 현재 글라이드 패스와 일치한다," (x)는 항공기의 콜사인입니다. 예를 들면 "이글 원 원, 타워, 현재 글라이드 패스와 일치하고 있다."</p>

음성 메시지와 경고

컴퓨터 기술은 전투기에 혁명을 가져다 주었습니다; 현대의 제트기들은 계속해서 스스로를 진단하고 정보 와 경고를 알려주며 심지어 파일럿에게 지시를 내리기도 합니다. 여성이 전투 조종사가 될 수 있기 이전에는, 무선 통신에 넘쳐나는 남성들의 목소리에 반해 여성의 목소리는 즉각적으로 주목을 끌 것이라고 항공기 설계자들이 결론을 내렸습니다. .

- 메시지 트리거 - 베티(여성목소리) 사운드가 메시지를 알려주도록 유도하는 이벤트
- 메시지 - 베티가 알려주는 정확한 말.

음성메세지 시스템 메세지

메세지 트리거	메세지
오른쪽 엔진에 화재가 난 경우.	"엔진 파이어 라이트"
왼쪽 엔진에 화재가 난 경우.	"엔진 파이어 레프트"
비행 조종 시스템을 손상을 받았거나 파괴된 경우.	"플라이트 컨트롤즈"
250노트 이상에서 랜딩기어가 전개된 경우 .	"기어 다운"
랜딩 기어가 전개되지 않았거나 플레이어가 ILS 어프로치 중일 경우.	"기어 업"
항공기가 가장 가까운 아군 기지에 도착할 만큼의 연료만 있을 경우.	"빙고 퓨얼"
연료가 1500파운드/리터일 경우	"퓨얼 1500"
연료가 800파운드/리터일 경우	"퓨얼 800"
연료가 500파운드/리터일 경우	"퓨얼 500"
자동 조종 시스템이 작동하지 않을 경우	"ACS 페일류어"
네비게이션 시스템이 고장인 경우	"NCS 페일류어"
ECM 이 작동하지 않을 경우	"ECM 페일류어"
비행 조종 유압장치가 고장인 경우	"하이드로릭스 페일류어"
미사일 발사 경고 시스템(MLWS)이 고장인 경우	"MLWS 페일류어"
항공 전자 시스템이 고장인 경우	"시스템 페일류어"
EOS 가 작동하지 않을 경우	"EOS 페일류어"
레이다가 작동하지 않는 경우	"레이다 페일류어"

조종석의 ADI 가 작동하지 않는 경우.	"에티튜드 인디케이터 페일류어"
화재나 조종 시스템이 아닌 항공기 손상일 경우.	"워닝, 워닝"
항공기가 최대 받음각에 도달했거나 넘어섰을 경우.	"맥시멈 앵글 오브 어택"
항공기가 최대 G 에 도달했거나 넘어섰을 경우.	"맥시멈 G"
항공기가 최대 속도 혹은 실속에 도달했거나 넘어서는 경우.	"크리티컬 스피드"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 앞쪽에 있으며, 플레이어 보다 아래쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 12 어클락 로우"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 앞쪽에 있으며, 플레이어 보다 윗쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 12 어클락 하이"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 뒤쪽에 있으며, 플레이어 보다 아래쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 6 어클락 로우"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 뒤쪽에 있으며, 플레이어 보다 윗쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 6 어클락 하이"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 오른쪽에 있으며, 플레이어 보다 아래쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 3 어클락 로우"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 오른쪽에 있으며, 플레이어 보다 윗쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 3 어클락 하이"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 왼쪽에 있으며, 플레이어 보다 아래쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 9 어클락 로우"
플레이어의 항공기를 조준한 미사일이 15km 범위내에 있고, 플레이어의 왼쪽에 있으며, 플레이어 보다 윗쪽에 위치한 적기의 미사일인 경우.	"미사일, 9 어클락 하이"



11

이론적 훈련

이론적 훈련

공중전투에서 성공을 한다는것은 쉽지않는 임무입니다. 모든 나라의 전투기 조종사들은 항공기의 최대 성능을 내기 위한 기술을 습득하기 위해 수년간 훈련을 합니다. 비행훈련의 모든 측면을 모델링 하는것은 불가능합니다. 하지만, 항공 전투의 몇 가지 원리를 이해하는것은 중요합니다.

계기 대기속도 및 진대기속도

일반적으로 비행 고도가 감소하면 공기 밀도가 증가합니다. 밀도가 높은 곳은 양력을 얻는데 도움이 되기도하지만 항력 요소 또한 증가하게 됩니다. 고도가 높을수록 공기가 더 얇아지기 때문에 항공기 상승은 감소하지만, 항력 역시 감소하게 됩니다. 이는 고고도에서 더 빠른 대기속도를 가지게 합니다. 시속 700km 로 운행하는 항공기가 시속 1,000km 로 비행 할 때, 비행 특성이 달라지게 됩니다.

항공기가 공기속을 통과할 때 비행하는 실제 속도를 진대기 속도(True Air Speed; TAS)라고 부릅니다. TAS 는 자동적으로 공기 압력과 밀도를 보정합니다. TAS 에 비교하여, 대지 속도 (GS) 는 지상에서 항공기의 실제 속도입니다. 이 속도는 TAS 에 바람계수를 더하거나 빼 것과 같습니다.(예를 들면, 현재 TAS:700km, 바람계수:정방향에서 50km 로 불어 올 때, 이 때의 GS 는 $700+50=750$ km 가 됩니다.)

대부분의 현대 항공기는 고도에 따라 공기의 밀도와 습도의 변화를 고려한 속도 지시기가 있습니다. 이러한 변화들이 고려되지 않았을 때의 속도를 계기 대기 속도(Indicated Air Speed; IAS)라고 부릅니다. 조종사에게, IAS 는 항공기의 조종 기능을 가능할 수 있는 속도이며, 보통 HUD 와 대쉬보드에 표시됩니다.

대기속도 지시계는 계기 대기 속도를 보여줍니다.

속도 벡터

전체 속도 벡터 지시계는 서구 항공기 HUD의 일반적인 특징이며, 비행 경로 마커 (Flight Path Marker; FPM)라고 불립니다. 속도 벡터는 항공기의 실제 비행 방향을 가리키지만, 항공기의 기수가 실제로 가리키는 곳과 일치하지 않을 수 있습니다. 지상에 한 지점에 속도벡터를 놓는다면, 항공기는 그 지점으로 곧바로 비행하게 될 것 입니다. 이 지시계는 조종사에게 아주 중요한 도구이며, 전투 기동부터 착륙에 이르기까지 모든 비행에 사용 됩니다. 현대의 F-15C와 같이 고기동을 하는 항공기는 항공기가 한 방향으로 날고 세로 축이 다른 방향으로 향할 때 높은 받음각 (AoA)으로 날 수 있습니다.

받음각 (AoA) 지시계

위에 설명 해 놓은 바와 같이, 속도벡터는 항공기의 세로축과 일치하지 않을 수 있습니다. 속도벡터와 항공기의 세로축과의 각도를 받음각이라 일컫습니다 (그림 11-1 참조). 조종사가 조종간을 뒤로 당겼을때, 일반적으로 받음각은 증가합니다. 직선 및 수평비행하는 동안에 조종사가 엔진 추력을 감소시킨다면, 항공기는 고도를 잃기 시작할 것이며, 수평비행을 유지 하기위해서 조종간을 뒤로 당겨야 하는데(기수를 들기 위함), 이 때 AOA 가 증가하게 됩니다.

AoA 와 IAS 는 항공기의 양력 특성과 연결되어 있습니다. AOA 가 임계값까지 증가 되면, 항공 역학적인 양력 또한 증가합니다. 일정한 AOA 에서 계기 대기속도를 높이면, 이 역시 양력에 영향을 줄 수 있습니다. 하지만, 유도 항력 역시 AoA 와 대기속도가 증가할 때 같이 증가합니다. 이것을 명심하고 있어야 항공기를 제대로 통제할 수 있습니다. 예를 들면, 항공기가 AoA 제한치를 초과하여 비행하게 되면, 조종사는 이를 통제할 수 없게 됩니다. 이 제한치는 항상 AoA 지시계 게이지에 표시 됩니다.

고 받음각에서 급작스런 HIGH-G 기동은 항공기 통제불능에 빠질 수 있습니다.

항공기의 AoA 가 임계 값까지 증가하면 기류가 날개를 통해 분열되고 날개에서의 양력 발생이 멈춥니다. 왼쪽 및 오른쪽 날개에서 비대칭적인 공기 질량 분리는 측면 운동 (Yaw,요)을 유도하고 항공기를 실속 상태로 빠지게 할 수 있습니다.

실속은 조종사가 허용 된 AoA 를 초과 할 때 발생할 수 있습니다. 공중전 중에는 실속에 빠지는것이 특히 위험합니다. 항공기가 스펀상태이고 통제불능이면, 여러분은 적기에게 좋은 먹잇감이 될것입니다..

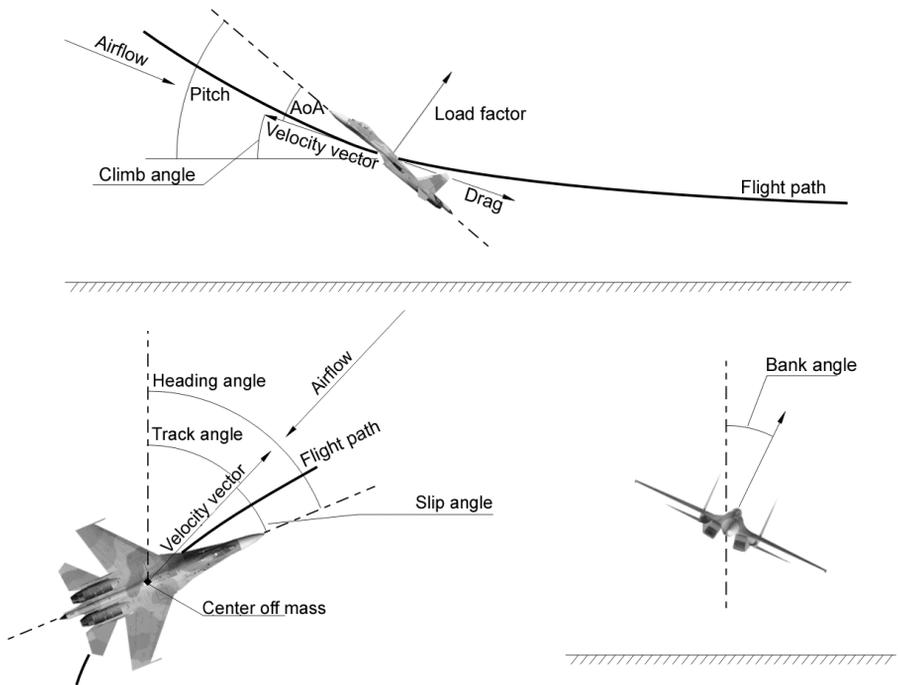
스핀 상태일 때, 항공기는 수직축을 중심으로 회전하고 끊임없이 고도를 잃습니다. 일부 유형의 항공기는 피치 및 롤에서 진동 할 수도 있습니다. 스펀에 들었을 때, 조종사는 항공기를 회복시키는데에 집중 하여야 합니다. 스펀으로부터 회복을 위한 다양하고 많은 방법들이 있습니다.

일반적인 방법으로 추력을 줄이고 항공기가 도는 방향의 반대 방향으로 방향타 페달(러더)을 움직이고 비행 스틱을 앞으로 밀어서 유지합니다. 제어 장치는 항공기가 회전을 멈추고 제어 가능한 기수 조절 피치 각이 될 때까지 이 위치에 유지시키는것이 좋습니다. 회복 후 항공기를 수평 비행 상태로 놓고 다시 스펀에 빠지지 않도록 주의하십시오. 스펀 중 고도 손실은 수백 미터에 이를 수 있습니다.

스핀으로부터 항공기를 회복시키기 위한 방법: 추력을 감소합니다, 스펀 방향의 반대 방향으로 러더 페달을 잡니다, 그리고 조종스틱을 앞으로 밀니다. 스펀이 멈출때까지 이 위치를 유지합니다.

선회율 및 선회 반경

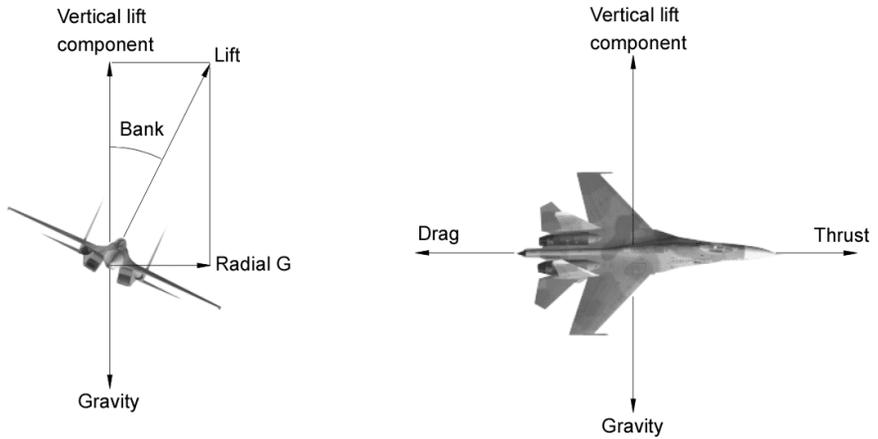
항공 역학적 양력 벡터는 항공기의 속도 벡터의 사선상에 있습니다. 중력이 양력에 의해 균형이 잡혀있는 한, 항공기는 수평 비행을 유지합니다. 항공기의 뱅크 각도가 변경되면 수직면의 양력은 감소합니다.



11-1: 항공역학적 힘

사용 가능한 양력의 양은 항공기의 기동 특성에 영향을 미칩니다. 조종 능력에 대한 중요한 지표는 수평면에서의 최대 선회율과 선회 반경입니다. 이 값은 항공기의 표시된 계기 대기 속도, 고도 및 양력 특성에 따라 다릅니다. 회전 속도는 초 단위로 측정됩니다. 선회율이 높을수록 항공기는 비행 방향을 빠르게 변경할 수 있습니다. 항공기의 성능을 최대로 사용하려면 코너 속도 (속도 손실

없음)와 순간 코너 속도 (속도 손실 포함)를 구분해야 합니다. 이 값에 따르면, 최상의 항공기는 넓은 범위의 고도와 속도에서 작은 선회 반경과 높은 선회율을 가지고 있어야 합니다.



전투기에 작용하는 힘

선회율

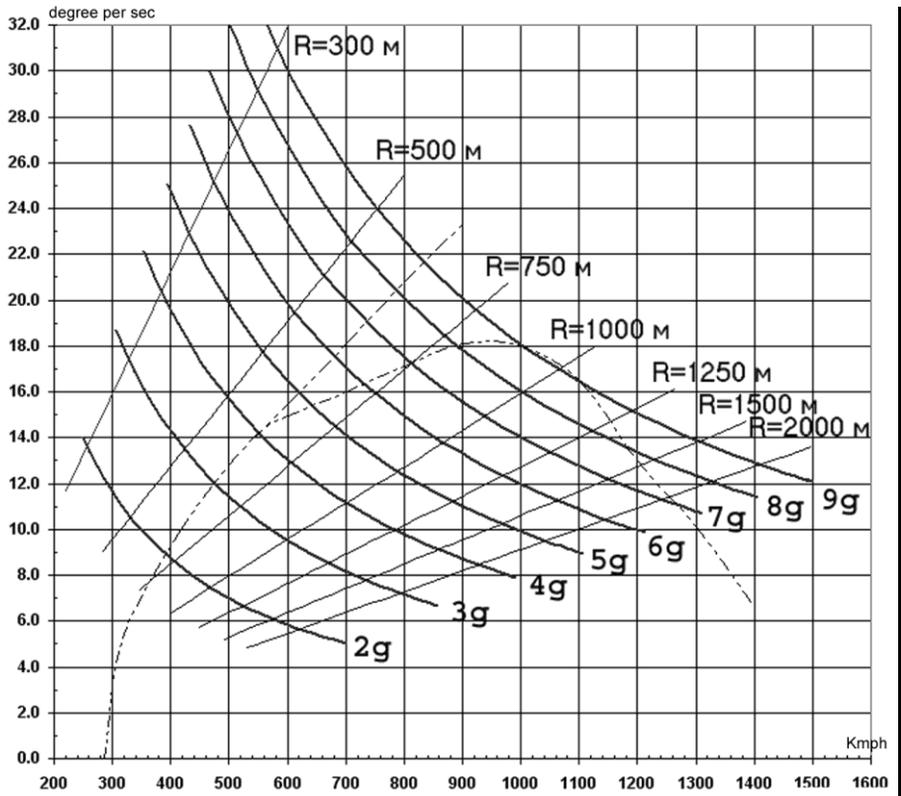
중력(Gravity;G)이 증가하면 선회율이 증가하고 선회반경은 감소합니다. 최대 선회율로 가능한 가장 작은 선회 반경을 만들수 있는 최적의 균형점이 있습니다.

최대 선회율로 가능한 가장 작은 선회 반경을 만들수 있는 최적의 속도가 있는데, 근접전투(도그파이트)에서 이 속도에 가깝게 반드시 유지 시켜야 합니다.

아래의 표는 애프터버너(후연기) 추력 시, 현대 전투기의 선회율 vs KIAS (노트, 계기 대기속도) 성능 차트를 그려 놓은 것 입니다. 대기속도는 X 축을 따라 표시되고 1초당 각도는 Y 축을 따라 표시 됩니다. "dog house" 처럼 보이는 선은 크기에 따른 항공기의 선회 성능을 나타냅니다. 다른 선들은 G 부하와 선회반경을 가리킵니다. 이러한 표를 종종 "개집"플롯이나 에너지 및 기동(EM)다이아그램이라 부릅니다. 950km/h 에서 선회율이 최대 선회율(1초당 18.2도)을 가짐에도 불구하고, 더 작은 선회반경을 얻는 속도는 약 850 ~ 900km/h 입니다. 다른 항공기들의 경우 이 속도는 항공기에 따라 다릅니다. 일반적인 전투기들의 코너 속도는 600 ~ 1000 km/h 범위에 있습니다.

여러분의 대기속도 및 고도는 항공기의 선회 능력을 결정하는데 있어서 중요합니다. 코너 속도와 여러분의 적기의 코너속도들을 숙지하세요.

예를들면: 900km/h 에서 지속유지 선회를 수행함에 있어서, 조종사는 짧은 시간에 초 당 21도의 선회율을 증가시키기위해 최대 G 를 당겨 선회 반경을 감소시킬 수 있습니다.이렇게 하면 항공기는 높은 G 기동으로 인해 속도가 느려집니다. 그 후 지속적인 G 로딩 턴으로 들어가면 선회 반경이 현저히 감소하면서 선회율이 초당 22도까지 증가합니다. AoA 를 항공기의 최대치에 가깝게 유지하면, 이 회전 반경을 유지하고 600km / h 의 일정한 속도로 지속적인 선회를 유지할 수 있습니다. 이러한 기동을 사용하면 좋은 위치를 얻거나 적기의 6시 방향으로 위치해 적기를 공격하는데 도움이됩니다.



11-3: 현대 전투기의 전형적인 선회율 vs KIAS "dog house" 구성

지속유지 및 즉각 선회

신속하고 즉각적인 선회는 기동중에 높은 선회율을 얻음과 동시에 속도를 잃게 됩니다. 속도 손실은 높은 중력가속도와 받음각에 의해 생성된 항력 때문입니다. AoA와 중력가속도의 부하는 "최대 성능", 즉각적인 선회 시 항공기가 수용할 수 있는 최대값에 도달 할 수 있습니다. 이로 인해 항공기의 속도가 느려지지만 타겟을 향해 가장 빨리 도달할 수 있습니다. 하지만, 이 기동을 한 후 에너지를 회복하지 못할 수도 있습니다.

일정하고 즉각적인 선회는 많은 속도를 잃게 됩니다.

지속적인 선회를 할 때 항력과 중력은 엔진 추력에 의해 균형을 이루게 됩니다. 계속 된 선회율은 순간 선회율보다 낮지만, 속도의 손실없이 이루어집니다. 이론 상으로 항공기는 연료가 없어 질 때까지 계속해서 회전 할 수 있습니다.

에너지 관리

공중전에서, 조종사는 반드시 항공기의 에너지 상태를 관리 해야합니다. 항공기의 총 에너지는 위치 에너지와 운동에너지의 더함으로써 나타낼 수 있습니다; 위치에너지는 항공기의 고도에 의해 결정되고 운동에너지는 속도에 의해 결정됩니다; 엔진에 의해 올라간 추력이 한정적이기때문에 높은 AoA 에서 비행하는것은 추력을 상쇄 시킬 수 있습니다. 전투 중, 이를 방지하기 위해 조종사는 항공기의 최대 회전 속도로 기동하면서 동시에 선회 반경을 최소화 할수 있도록 비행 범위를 유지 해야 합니다.

고도를 잃으며 하드 턴을 많이 하게 되면 항공기는 적은 에너지를 가진 항공기로 전략하게 됩니다.

에너지가 "매수"에 사용되는 "돈"과 같고, 지속적인 보충(항공기 엔진이 돌아가고있는동안에)이 있다고 가정 할 시, 최적의 제어를 필요로 하는 기동을 구매하기 위해 합리적인 "돈"의 지출이 필요합니다. 높은 G 기동을 하게되면, 항공기는 속도를 잃어버리게 되어 결과적으로 에너지 공급(은행)이 적어집니다. 이러한 경우에 있어서, 여러분은 저렴한 선회를 위한 가격이 너무 높다고 말할 수 있는 것입니다. 이 경우, 여러분은 은행에 남아있는 돈이 거의 없으며, 많은 현금(에너지)을 가진 적군에게 쉬운 먹잇감이 될 수밖에 없습니다..

따라서, 매우 중요한 때를 제외하고 필요없이 속도 저하를 초래하는 High-G 기동은 피해야 합니다. 높은 고도를 유지하도록 노력해야 하고, 아무 이유없이 고도 에너지를 잃어 버리지 않도록 해야 합니다(이것은 에너지 은행의 돈 입니다). 근접 전투 시, 선회 반경을 최소화하면서 지속 된 선회율을 최대화하는 속도로 항공기를 비행하십시오. 항공기의 속도가 현저하게 감소한다면, 스틱을 앞으로 밀고 항공기를 "unloading" 함으로써 AoA 를 줄여야합니다. 이렇게하면 속도를 빠르게 얻을 수 있습니다. 하지만, 만약 이 "unloading" 시간을 신중하게 관리하지 않으면, 적기에게 쉽게 격추 기회를 주게 될 것입니다.

만약, 항공기 에너지 관리에 실패를 하게 되면, 항공기는 곧바로 적은 속도와 낮은 고도를 갖게 됩니다.



12

비행 학교

비행 학교

임무를 수행하는 동안, 대부분의 비행 시간은 이륙, 지정 된 경로로 비행, 목표물 획득, 기지로 귀환, 착륙으로 이루어져 있습니다. 적과의 실제 전투는 일반적으로 전체 임무 시간의 작은 부분을 차지합니다.

목표물을 찾지 못하거나 귀환을 실패 한다면, 조종사로서 여러분의 경력은 곧 끝나게 될 것입니다.

수평 상황 지시계 사용하는 방법 (HSI)

많은 현대 항공기의 경우 항법 정보가 HUD에 제공됩니다. 하지만, HUD가 고장 날 경우 조종사는 무엇을 해야 할까요? HSI는 HUD에서 제공되는 것과 동일한 항법 정보를, 어떤 면에서는 더 많은 정보를 제공합니다. 러시아 및 미국 HSI 지시계 모두 동일한 기능을 수행하며 다음 기능을 포함합니다:

- 다음 웨이포인트까지 코스(바늘과 디지털 표시)
- 다음 웨이포인트까지 거리
- 현재 헤딩
- 코스 및 고도 편차 막대

선택한 웨이 포인트로가는 코스는 항공기의 현재 위치와 관련되어 표시됩니다. 웨이 포인트는 비행 전에 자동으로 설정되며 최적의 경로를 따라 목표 목표에 도달하는 데 사용될 수 있습니다.

착륙

착륙은 비행의 가장 어렵고 잠재적으로 위험한 요소 중 하나입니다. 착륙 기술에 따라 높거나 낮은 자격을 조종사는 갖게 됩니다.

좋은 착륙위해서, 접근을 위한 정렬을 조기 시작하십시오.

착륙 시 접근은 정해진 받음각으로 수행됩니다. 현재 AoA(받음각)는 조종실의 AoA 지시계에서 볼 수 있습니다. 항공기에 AoA 인덱서가 장착되어있는 경우, 이 인덱서를 주시하면서 착륙 접근을 수행 할 수 있습니다. 상단의 인덱스가 켜지면 항공기가 너무 높다는 것을 의미하고, 하단의 인덱스가 켜지면 항공기가 AoA 가 너무 낮거나 비행 속도가 너무 빠름을 의미합니다. 가운데 표시기가 켜지면 모든 착륙 접근 변수가 충족됨을 의미합니다.

착륙 시, 부드럽게 조금씩 조종간을 움직이십시오. 그리고, 조종간을 움직일 때, 항공기에 적용 되기까지는 약간의 지연이 있다는 기억하시고, 미리 생각해서 움직여야 합니다.

착륙 과정에서, 적절한 AoA 를 유지시키는 것이 좋습니다. 비행속도가 너무 높다면, 조종간을 약간 뒤로 당깁니다. 이는 적절한 값으로 비행속도를 감소시킬 것 입니다. 반대의 경우에는 조종스틱을 약간 앞으로 밀어야합니다; 이는 비행속도를 증가시킬 것 입니다. 고도가 너무 빨리 감소되고 있는 중이라면, 여러분은 스로틀을 앞으로 밀면서 엔진 추력을 증가시켜야합니다. 고도가 너무 높다면, 스로틀 뒤로 당기셔야 합니다.

일부 항공기에는 수직 속도계가 HUD 와 계기 패널에 포함 되어 있습니다. 이는 안전한 터치 다운 속도를 확인하는 데 사용 됩니다. 항공기의 속도 벡터는 터치 다운 포인트가 활주로의 시작지점이라는 것을 확인하는것에 사용될 수 있습니다.

아래의 표에서, 여러분은 착륙접근과 터치다운 속도를 확인할 수 있습니다.

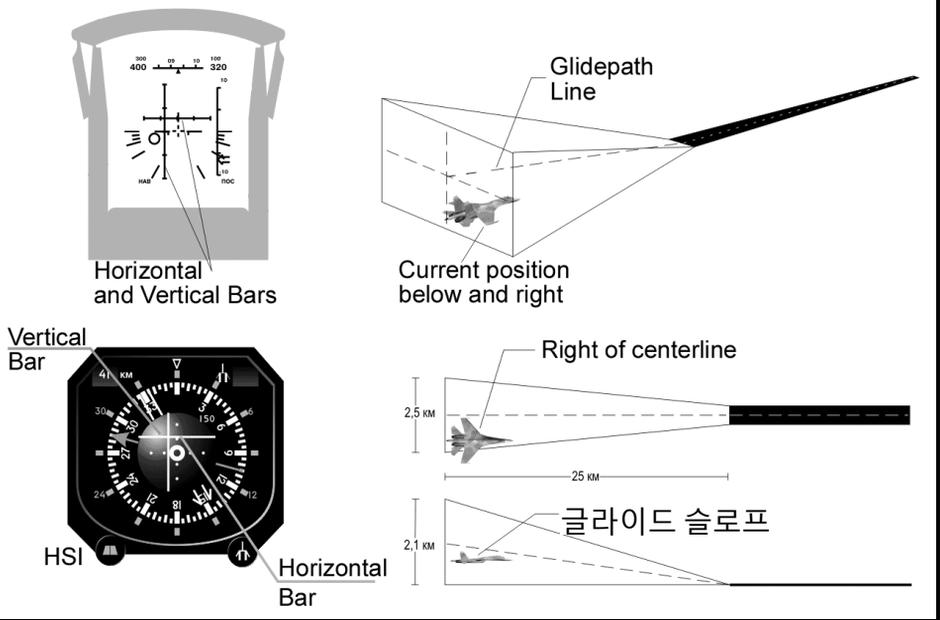
항공기	착륙 접근 속도	활주로 접촉 속도
Su-25	280 km/h	235 km/h
Su-27	300 km/h	250 km/h
MiG-29A	280 km/h	235 km/h
F-15	175 knots	120 knots
A-10	150 knots	110 knots

플랩을 접혀 있는 상태라면, 계기 대기속도를 약 10노트/20km/h 정도 증가시켜야합니다. 만약, 외부 무장이나 상당한 양의 연료가 있다면, 원하는 받음각을 얻기위해 속도를 증가시켜야합니다.

여러분은 항상 활주로의 세로축 따라 접근을 해야합니다.

계기 착륙 시스템 (ILS)

러시아 및 미국 항공기에는 계기 착륙 시스템 장비가 장착되어 있습니다. 스티어링 바(조향바)는 착륙 활주로와 코스 이탈을 나타냅니다. 수평 막대(Horizontal bar)는 적절한 글라이드 슬로프에서 항공기 비행 경로의 편차를 보여줍니다. 수직 막대 (Vertical bar, 로컬라이저, Localizer)는 항공기의 비행 코스와 필수 코스의 편차를 나타냅니다. 계획 된 코스는 활주로의 세로축에 항공기를 정렬합니다. 십자가를 형태로 나타나는 이 두 막대의 중심은 항공기가 활주로의 축을 따라 적절한 활공각을 따라 날아가고 있다는 것을 나타냅니다.



12-1: 계기 착륙 시스템

측풍 상태에서 착륙

측풍이 부는 상태에서의 착륙은 바람이없는 상태에서의 착륙보다 더 어렵습니다. 측풍은 항공기가 활주로의 세로축에서 벗어나는 원인이됩니다. 따라서 착륙 접근 중 러더와 에일러론을 이용하여 항공기 표류를 보정해야합니다. 이러한 조건에서의 착륙은 조종사의 엄청난 집중과 좋은 스틱과 러더의 조종이 요구됩니다.

배풍으로 착륙하는 것을 피하세요; 터치다운 속도를 많이 증가시키고 활주로를 넘어 롤아웃으로 이끌수도 있습니다.

Su-25와 Su-25T 고급 비행 역학 모델 설명

Su-25 및 Su-25T 를 위한 고급 비행 역학 모델이 모델링 되었습니다. 이 섹션에서는 고급 비행 모델의 많은 주목할만한 기능에 대해 설명합니다.

항공 역학은 외부의 힘과 모멘트의 영향을받는 고체 몸체의 병진 및 회전 운동을 설명하는 물리 방정식을 기반으로 계산되며 원래의 물리는 무시 됩니다.

- 궤적과 앵글의 움직임은 항공기의 관성 특성을 정확히 모델링 했기 때문에 더 자연스럽게 보입니다.
- 앵글 회전 속도와 자세의 급작스런 변화 없이 부드러운 방식으로 비행모드 사이를 전환합니다. (예를 들면: 테일 슬라이드 후, 또는 한 개의 착륙 바퀴로 착륙 했을 시)
- 항공기의 회전이 고려 된 자이로 스코프 효과.
- 외부 힘의 비대칭 효과는 무게 중심의 통과하지 않는 외부 힘 (예를 들면, 엔진 추력, 드래그슈트의 힘)의 효과가 고려 되었습니다. 이러한 힘들은 모든 비행 모드에서 올바르게 모델링 되어 적절한 회전 현상을 만듭니다.

무게 중심은 속도 축 시스템 내에서 위치를 변경할 수 있습니다.

- 가로 및 세로 무게 중심의 모델링이 구현되었습니다. 이것은 연료량 및 무장의 양에 따라 변화할 수 있습니다.
- 측면 제어의 특성에 영향을 주는 무기 및 연료 파일런의 비대칭 하중 (비행 속도, 일정한 과부하 등에 따라 다름)도 모델링 되었습니다.

공기 역학적 특성을 계산할 때 항공기는 기체의 구성 요소 (동체, 외부 날개 패널, 수평안전판 등)의 조합으로 표현되며, 이 들 각 구성 요소의 공기 역학적 성능에 대한 별도의 계산이 수행됩니다. 이것은 부분적인 받음각과 미끄러짐 (초임계 값 포함), 자기 기체 동적 압력 및 마하의 모든 범위에서 수행되며, 조종면 및 다양한 기체 구성 요소의 변경 및 파손 수준도 고려합니다.

- 항공역학은 받음각과 활공각의 모든 범위에서 정확하게 모델링 되었습니다.
- 측면 제어의 효율성과 측면 및 정적 측면 안정성의 정도는 이제 받음각, 세로 방향 및 측면 무게 중심에 의해 결정됩니다.
- 고 받음각에서 롤링 회전을 수행 할 때 날개의 자전 효과가되었습니다.
- 운동학, 항공역학 및 세로, 상반각 및 세로 채널들의 관성적 상호작용 (롤링 선회 수행 할때의 요 움직임, 리더페달을 앞으로 찾을때 롤링모션).
- 활공 가능 여부는 조종사의 노력과 비행기의 위치에 의해 결정됩니다.

- 기체 구성요소가 파괴 되었을때, 비행기 운동은 파손에 정도에 맞게 자연스럽게 모델링 되었습니다. 손상 입은 구성요소의 항공역학은 항공기의 항공역학 계산으로부터 완전히 또는 부분적으로 제거될 수 있습니다.
- 비행 모델은 실속의 현실적인 구현을 보장합니다 (날개가 동시의 진동치는 것).
- 비행 모드에 따른 공기 역학적인 흔들림의 다양한 특징이 구현 되었습니다. 이는 허용가능한 받음각, 마하수를 초과하면서 적재한 무장들로 인해 발생 됩니다.
- 제트 엔진은 압축기, 연소실, 터빈 및 시동기 - 발전기 등으로 복잡하게 이루어져 있습니다.
- 아이들 RPM(Idle RPM)은 스피드모드 즉, 고도 및 마하, 기상조건, 압력과 온도에 따라 다릅니다.
- 저 RPM 에서 블레이드의 과속이 모델링 되었습니다.
- 엔진 가속과 엔진의 조종성은 회전속도에 따릅니다.
- 터빈뒤의 가스온도는 엔진 운용 모드, 비행모드 그리고 날씨 조건에 따라 다릅니다.
- 연료의 소비는 엔진 운용모드와 비행모드에 따라 다릅니다..
- 엔진 시동 및 정지 중 엔진의 작동 매개 변수(가스 속도 및 온도)의 동력이 정확하게 모델링 되었습니다. 예를 들어 램 공기흐름으로 인한 엔진 자동 회전 모드, 잘못된 스로틀 위치에서의 엔진 시동 시 엔진 멈춤(지속적인 온도 상승과 동반) 엔진 재시동 및 엔진 및 공중에서의 재시작 등입니다.

좌측 및 우측 유압 시스템 모델링, 예를 들어, 자원의 유형, 유압의 사용 모델링을 포함합니다.

- 각 유압 시스템은 고유한 유압 압력을 각각의 부품들 (랜딩 기어, 에일러론 액추에이터, 플랩, 슬랩, 스테빌라이저, 노즈 휠 스티어링, 브레이크 시스템 등)에 공급합니다.
- 좌측 및 우측 유압 시스템의 과도한 압력은 유압식 펌프 효율성 및 유압 사용 기기(부스터, 액추에이터 등)에 의한 유압 펌프의 균형에 따라 달라집니다. 유압 펌프 효율은 각각 우측 및 좌측 엔진 속도에 따라 달라지며, 오일 소모량은 작업 강도에 따라 달라집니다.
- 유압 시스템에서 압력이 떨어질 경우, 치명적, 부분적인 유압 액추레이터의 고장이 모델링이 되어있습니다.

컨트롤 시스템은 트리밍 메커니즘과 트리밍 효과, 롤 채널 과 요 댐퍼에서 유압 부스터 등과 같은 1차적 구성요소의 모델들이 포함되어 있습니다:

- 피치 트리밍, 요잉 모델 및 에일러론 트리밍 메커니즘 모델은 다른 논리를 기초로 만들어졌습니다. 특히, 피치 트리밍 위치는 거의 0 에 가까운 비행 속도에서는 컨트롤러

위치 비율에 영향을 받지 않습니다. 트리밍 탭 가용성은 항공 전기 시스템의 전력에 따라 다릅니다.

- 동체의 왼쪽에 압력 강하가 일어나면, 계기 대기속도의 상승으로 인해 수평 안전성이 더 불안정하게 됩니다. 수직 안정성은 동체 압력에 의존하지 않습니다.
- 고 양력 날개의 전개 및 조절식 스테빌라이저 표면의 확장 및 후퇴 속도는 동체 압력에 달려 있습니다.
- 높은 속도에서 보다 기동성 있는 구성을 위한 고 양력 장치의 전개는 유압 액츄레이터가 부분적으로 막히기 시작 해, 최후에는 완전히 막힐 수 있으며, 이것은 동체 파이프 손상, 작동유 누출 및 동체 압력 강하를 유발 시킵니다.
- 높은 속도에서 랜딩 기어 전개는 유압 액츄레이터가 부분적으로 막히기 시작 해, 최후에는 완전히 막힐 수 있으며, 이는 동체 파이프 손상, 작동유 액체 누설 및 동체 압력 강하를 야기시킵니다.

주기장으로부터 엔진 시동 절차

1. **[RShift-L]** 키를 이용하여 보조 동력 장치 (APU)를 켜고 계기판 및 HUD 의 모든 계기 표시가 정상적으로 작동하는지 확인합니다.
2. 스로틀을 아이들 위치로 설정합니다.
3. **[RShift-Home]** 키로 두 개의 엔진을 시동 걸거나, **[RCtrl-Home]** 키로 오른쪽 엔진을, **[RAlt-Home]** 키로 좌측 엔진 시동을 시작합니다.
4. 회전 지시계에서 엔진 압축기 팬이 돌아가는지와 엔진 RPM 이 33%에서 안정화 되었는지 확인합니다.
5. 배기 가스 지시계에서 터빈 가스 온도가 440도 주위에 있는지 확인합니다.

스로틀의 위치를 아이들로 설정하지 않고 엔진의 시동을 걸게 되면, 엔진에 연료가 넘치게 되어 엔진 시동 절차 중간에서 중지 됩니다. 또한, 통제가 불가능한 엔진 온도의 상승은 엔진의 화재로 이어질 수 있습니다.

이러한 다양한 상황에서, 엔진을 멈추기 위해서 **[RShift-End]**키를 누릅니다. 엔진이 완전히 정지한 후 1-5분 정도 기다려 엔진을 식혀 줍니다. 그 후, 엔진 시동 절차를 다시 시도합니다.

엔진 시동 절차를 빠르게 할 수도 있습니다. 먼저, 엔진 스핀업의 두번째 단계가 최소 16% RPM 에 도달 할 때까지 기다린 후, 스로틀을 최대 위치까지 올립니다.

공중에서의 자동 엔진 시동

만일, 공중에서 엔진의 작동이 멈춤게 되면, 엔진 재 시동 절차를 수행 하여야 합니다. 이를 위해서는 항공기의 속도가 반드시 150km/h 이상인지 확인 후, 스로틀을 아이들 위치에 놓은 후 최대 위치로 이동합니다. 그 후 다시 아이들 위치로 내립니다. 만약, 모든 조건이 만족되었다면 엔진의 재시동 절차가 수행 될 것입니다.

엔진팬이 돌고 있는 상태에서의 엔진 시동(Windmill start)은 엔진의 속도가 12%이상 일 때만 가능합니다.

Su-25와 Su-25T 비행을 위한 특별 고려 사항

택싱

노즈기어의 회전 시 과도한 회전으로 인한 항공기의 날개 손상 및 기수 손상을 방지하기 위해 5-10km/h의 속도를 넘지 않도록 합니다.

이륙

휠 브레이크는 엔진 RPM이 80%가 넘지 않을 때만 사용하십시오. 이륙을 위해 엔진의 파워를 올릴 때, RPM이 70-75% 정도로 올라가면 휠 브레이크를 놓은 후 항공기가 서서히 움직일 때, 스로틀을 밀리터리 파워(애프터 버너를 켜기 전 최대 위치)로 올립니다. 러더를 움직여 활주로와 같은 방향으로 항공기를 유지 시킵니다. 일반적인 이륙 속도는 160-180km/h이며, 최대 이륙 중량시의 이륙 속도는 200-220km/h 이고, 조종간을 활주로 약 2/3 지점에서 당겨 기수를 들어 올립니다. 좋은 이륙 각도는 수평선을 따라 두개의 피토관의 끝을 놓을 때 근사치가 될 수 있습니다. 항공기의 기수를 적절한 이륙 각도에서 들어올리면 거의 즉시 이륙할 수 있습니다. 항공기에 외부 적재물이 탑재 되어 있다면, 항공기의 기수가 급격하게 올라갈 수 있는데, 이는 조심스럽게 조종간을 앞으로 밀면서 대응할 수 있습니다.

이륙 직후 약 10m 상공에서 기어를 올리고 속도가 320 - 340km/h가 되고 고도 150m 쯤에서 플랩을 올립니다. 기어가 올려질 때, 작동유 압력은 "ГИДРО 2" ("HYDRO-2") 경고등이 활성화 되면서, 두번째 유압계통이 일시적으로 떨어지게 됩니다.

측풍 이륙

Su-25/25T의 특이한 특징들 중의 하나는 짧은 날개길이와 랜딩기어의 기반입니다. 이것은 측풍 이륙과 착륙을 꽤 도전적으로 만듭니다. 하지만, 항공기는 활주로가 마른상태이고, 측풍이 11 ~ 14m/s로 불어도 이륙 상태를 유지할 수 있습니다. 측풍 상태에서 이륙 중 일때, 항공기는 바람과 함께 뱅크를 가지게 될 경향이 있습니다. 이는 조종간을 바람의 반대방향으로 움직여줌으로써 수정할 수 있습니다. 항공기는 또한 바람에 의해 회전을 할 수도 있으며, 이는 반대방향으로 부드럽게 러더 페달을 밟아 수정 할 수 있습니다.

착륙

착륙 접근에서, 기어는 속도가 400km/h 이하 일 때 내려야 합니다. 플랩을 펼치고 있을때, 항공기는 "풍선"처럼 움직일 수 있습니다. 항공기의 이,착륙 비행 설정은 일반 비행에서도 이상적인 설정입니다. 착륙을 위해 접근 중 일때 항공기가 세로나 가로축 둘 중 하나에서 불균형을 이루게되면, 착륙 기어나 플랩이 완전히 전개되지 않거나 비대칭으로 전개가 될 것입니다. 이러한 경우, 일반 비행 설정에서 플랩만 착륙을 수행하기 위해 접고, 모든 접근 및 착륙 속도에 40 - 60km/h 를 더하여 속도를 올립니다.

최종 접근 단계에서는 적절한 착륙을 위해 조심스러운 속도 조절이 필요합니다. 글라이드 슬로프 하강이 시작하는 지점에서 항공기의 이/착륙 설정을 속도 290 ~ 310km/h 로 줄입니다. 이너 마커 비콘(Inner Marker Beacon)에 도달하는 시점에서 260 ~ 280km/h 까지 속도를 감소시키세요. 고도 대략 5 ~ 8m, 250 ~ 270km/h 그리고 거리 100m 에서 활주로로 접근할 때 플레어를 시작하세요. 활주로 말단(Runway Threshold) 전, 대략 1m 지상 위에서, 추력을 아이들로 감소시키고 항공기의 속도가 떨어질 때, 피토관을 수평선에 따라 정렬하기 위해 스틱을 뒤로 유지하며 증가시킵니다. 터치다운은 220 ~ 240km/h 에서 이뤄져야 합니다. 터치다운 후 스틱을 앞으로 조심스럽게 밀면서 기수를 낮추십시오. 감속용 낙하산을 전개시키고 휠 브레이크를 밟으며, 부드럽게 페달을 밟으며 항공기가 활주로 중앙선에 유지되게 조종합니다. 휠 브레이크가 작동 되고 있을 때 항공기의 방향이 틀어지게 되면, 브레이크를 풀어줍니다. 반드시 헤딩을 수정한 후 다시 브레이크를 작동시킵니다. 만약, 항공기의 속도가 50km/h 넘게 활주로를 달리고 있고, 활주로를 벗어날 위험이 커지면, 기어를 접으시고, 캐노피를 연 후 비상 엔진 셧다운 절차를 수행하십시오.

측풍 착륙

측풍 착륙을 수행하고 있을때, 리드 각도를 뱅크와 요 없이 활주로 끝단(Runway Threshold)에 직접 맞추십시오. 터치다운 직전, 플레어를 수행 할때, 리드각을 풀어 항공기를 활주로에 정렬합니다. 그리고 조종간을 바람에 부는쪽으로 움직입니다. 이는 터치다운이 사이드 슬립(Sideslip)을 없애면서 수행되는 것과 활주로에서 롤링하고있을 때 측풍에 의한 뱅크의 영향을 확실하게 수정 해 줄 것입니다. 메인 기어가 지상에 접촉되면, 노즈휠을 중앙에 놓기 위해 페달을 풀으십시오. 빠르지만 조심스럽게 노즈휠이 터치다운 되기 위해 기수를 낮추세요. 활주로 중앙선을 따라 활주하며 기체가 안정되면, 휠브레이크를 밟으세요. 4 - 5m/s 보다 더 큰 측풍 상황에서는 감속용 낙하산을 이용하며 항공기기를 활주로에 유지하는 것이 사실 불가능하기 때문에 사용되지 않습니다. 휠 브레이크가 작동 되고 있을 때 항공기의 방향이 틀어지게 되면, 브레이크를 풀어줍니다. 반드시 헤딩을 수정한 후 다시 브레이크를 다시 작동시킵니다.

흔한 착륙 실수

오버슛

속도가 잘못 관리되고 접근이 너무 빠르게 수행되거나 터치 다운 시점이 잘못 계산되면 오버 슛이 발생합니다. 이것은 종종 플레어가 늦게 활주로 끝단(Runway Threshold)를 넘어 이루어 질 때도 발생합니다. 너무 지나친 오버 슛은 위험 할 수 있으며 이 경우 착륙을 취소하고 복행("go-around")을 수행 하여야 합니다.

너무 이른 착륙

접근 속도가 너무 낮거나, 플레어 기동이 너무 일찍 시작하거나, 항공기가 최종 접근 시 글라이드 슬로프 경로 아래로 떨어질 수 있는 경우 이른 착륙이 발생 할 수 있습니다. 이를 수정하려면 최적의 접근 속도에 맞추고, 항공기가 활공 경로 상에 유지 할 때까지 엔진을 서서히 증가 시키십시오.

높은 플레어

플레어 수행 고도를 잘못 판단 하거나 플레어 수행 중에 스틱이 너무 많이 뒤로 당기면 높은 플레어가 발생합니다. 이 경우의 문제를 해결하려면 스틱을 안정된 상태로 유지하여 항공기가 적절한 플레어 고도까지 내려 오도록 한 다음 스틱을 다시 당겨 적절한 플레어를 수행하십시오. 플레어가 너무 높으면 항공기가 속도를 잃어 활주로에 추락 하거나, 거친 터치 다운과 기체를 손상 시킬 수 있습니다.

스톨 과 스펜

수평 비행에서 속도가 떨어지면, 스펜 과정 없이 곧바로 실속하게 됩니다. 이는 기체가 앞,뒤로 움직이며 "낙하산" 처럼 하강을 하게 됩니다. 조종간이 실속 중에 당겨지면 롤링이 크게 증가해서 윙 오버가 발생하여 항공기가 한쪽으로 치우칠 수 있습니다. 이 문제를 해결하고 실속을 막으려면 스틱을 앞으로 밀니다.

정상적인 비행 설정과 기동이 설정 되어 있을 때, 스펜은 의도적으로도 이루어질 수 있습니다. 정상적인 비행 및 기동 설정에서 조종간이 중립에 위치하면 스펜은 완화 될 것입니다. 스펜에서 빨리 회복하기 위해서는, 조종간을 앞으로 밀고 러더를 반대방향으로 적용하는 것입니다.

정상적인 이/착륙 설정에서 비행 중일 때, 특히 항공기의 무게 중심이 중심을 벗어나면 받음각이 임계 한계를 초과하며 의도치 않게 스펀에 빠질 수 있습니다. 캐논 무장을 다 소진하게 되는 경우에는 (탄환의 무게가 사라짐으로 인하여) CG가 뒤쪽으로 이동하게 되며, 이후 이 상태가 계속 유지됩니다. 만약, 이 상황에서 항공기가 스펀에 빠지게 되면 복구가 불가능하므로 조종사는 이런 상황에 빠지지 않도록 항상 주의 해야 합니다.



13

기초 전투 작전

기초 전투 운용

현대 공중전 전술은 한 세기가 안 되는 시간 동안 혁신적인 변화를 겪었습니다. 작고, 프로펠러로 비행하던 몇십 년 전 전투기는 오늘날에 이르러 현대적인 제트 파이터로 진화하였습니다.

실제 조종사들이 충돌하거나 자주 사살되었던 주요한 이유는 전투 상황과 그들이 사용했던 무기 사이의 부조화 때문이었습니다. 지금의 항공기는 2차 세계대전 시대의 그것보다 훨씬 강력합니다. 하지만, 적들의 화력 또한 굉장히 정확하고 치명적이며, 그리고 이전보다 훨씬 먼 거리에서 목표물과 교전할 수 있습니다. 즉, 전장은 이전보다 더 위험해졌습니다.

공중 전투 전략

Su-27, MiG-29 그리고 F-15C 와 같은 현대 전투기들은 전장에서의 제공권 장악을 위해 설계되었습니다. 비록 제한적인 숫자와 종류의 공대지 무기도 탑재하긴 하지만, 그들의 가장 중요한 목표는 공중전입니다. 이 전투기들은 공중전이 벌어지는 동안 장거리에서 적기를 격추하고, 만약 필요하다면 가시권 내에서 교전을 수행합니다. [Russian R-73]과 헬멧장착조준기의 출현과 함께, 적이 무장을 준비하기 전에 장거리에서 적과의 교전을 시작하는 것이 중요해졌습니다. 이상적으로, 적 전투기는 손상되거나 격추될 것이고 그들의 임무를 더 이상 수행할 수 없을 것입니다. 적들이 임무를 완수하지 못하게 하는 것이 적기를 파괴하는 것보다 더 중요합니다.

목표물 탐색

현대 전투기들은 장거리에서 목표물을 탐지할 수 있는 강력한 레이더를 탑재하고 있습니다. 항공기의 내장 레이더와 더불어, 공중 및 지상에서의 적 세력과 조우하고 있는 아군 세력을 관측할 수 있는 항공 경보 및 관제 시스템 (AWACS) 항공기 또는 지상 조기 방어 통제 (GCI) 레이더 관측소 역시 유용합니다. AWACS 와 GCI 를 사용하면, 항공기의 내장 레이더를 대기 모드(적에게 발견되지 모르는 에너지를 발산하지 않는 모드)로 둔 채 적군의 공역에 은밀히 침투하는 작전을 계획할 수 있습니다. 만약 레이더가 대기 모드라면, 적으로부터 발각될 확률이 감소하게 됩니다(적군의 레이더는 당신이 탐지할 수 있는 레이더 범위보다 두 배 넓은 탐지 범위를 가질 수 있습니다). 덧붙여, 스텔스 작전 수행 중, 러시아 전투기는 레이더 경보 시스템에 탐지되지 않는IRST 시스템을 사용할 수 있습니다. 만약 적 전투기가 내장된 교란 시스템을 사용 중이라면, 당신은 해당 첩보망에 대한 판단을 위해 AWACS 와 GCI 를 사용할 수 있습니다.

만약 AWACS 또는 GCI 가 사용 불가하다면, 작전을 수행하는 동안 전투기의 내장 센서를 사용할 필요가 있을 것입니다. 교전 중 다수의 전투기가 있을 경우, 편대장은 편대의 레이더 탐색 범위를 넓히기 위해 반드시 "line abreast" 전열을 갖출 것을 명령해야 합니다.

조종사들은 목표물의 레이더 단면도 (RCS)에 따른 탐지 범위를 반드시 인지하고 있어야 합니다. 간단히 말하자면 넓은 RCS 란 레이더로부터 탐지될 수 있는 범위가 넓다는 것입니다. RCS 는IRST 와 같은 비-레이더 센서들에는 효력이 없습니다. 예를 들면: 높은 고도로 비행 중인 Su-27는 130-180킬로미터의 거리에서 70-100제곱미터 크기의 RCS 를 갖는 전략 폭격기를 탐지할 수 있습니다. 현대 전투기들의 RCS 는 3제곱미터 정도이며 이는 80-100킬로미터 거리가 되어서야 탐지될 수 있습니다. 낮은 고도일 때, 지면에서 튕겨 돌아오는 신호를 안테나가 수신할 때 발생하는 측대파 노이즈의 영향으로 인해 탐지 범위가 줄어들게 됩니다. 이 노이즈는 레이더 신호의 이득 수준을 줄어들게 하고 수신 감도를 감소시킵니다. 예를 들면: 200미터 고도로 비행 중인 Su-27은

높은 표적경도에 대하여 35-40킬로미터, 낮은 표적경도에 대하여 20-25킬로미터의 탐지 범위를 갖습니다. 이 같은 제약사항은 자신보다 낮은 고도의 표적을 탐지 시에 적용됩니다. 이러한 “내려다보는” 상황에서, 레이다 감도는 과도한 지면 산란 때문에 감소하게 됩니다. 종합해보면 이런 결론을 내릴 수 있습니다: - 장거리 공중전은 저고도 상황에서 상당한 제약이 따를 것이며 무기와 레이다 성능이 비약적으로 감소할 것입니다. 최고의 교전 상황은 3,000미터 이상의 고도에서 목표물이 높은 표적경도로 당신보다 약간 위에 있는 것입니다.

가시거리외 (BVR) 전투

당신은 적 전투기를 탐지했고 중장거리 미사일로 이를 타격할 준비가 되어있습니다. 하지만, 적 또한 당신을 탐지했고 당신이 보유한 미사일과 비슷한 장비를 장착하고 있습니다. 이러한 상황에서, 승리는 확실하지 않으며 얼마나 안정적으로 목표를 조준하는지, 미사일의 최대 사거리가 몇인지와 같은 몇몇 요소들에 의해 결정됩니다. 다른 요소들이 전부 동일하다면, 상대방 또한 같은 승리 확률을 갖는 것입니다. 이득을 취하려면, 우위를 점하기 위해 BVR 전략을 사용하는 것이 필수적입니다.

가장 보편적인 전략은 전술적 회피 기동이라고 불립니다. 이기동은 아주 먼 거리에서 미사일을 발사한 후 목표물을 레이다 탐지 범위의 바깥 부분 안쪽으로 유지한 채 목표물에서 벗어나는 것을 말합니다. 발사된 미사일을 보조하기 위해 레이다 조준을 유지한 채, 목표물과의 근접률을 감소시킵니다. 목표물과의 근접률을 줄이게 되면, 적군의 사격제어시스템 사격허가를 늦출 수 있을지도 모르거나 적어도 적군 조종사가 Rpi(최대허용발사거리)에 도달하기 전까지 출격하는 것을 늦출 수 있을 것입니다. 당신과 적군이 동시에 미사일을 발사했다면, 전술적 회피기동은 적군 미사일을 더 긴 궤적과 많은 에너지를 사용하게 만들어 비효율적인 운용을 하게 만들 것입니다. 만약 적군의 미사일이 당신에게 계속 이동하고 있다면, 높은 중력가속도 기동이 에너지가 낮아진 적 미사일을 쉽게 회피하게 할 것입니다.

기동

만약 당신과 적이 BVR 교전에서 살아남아 가시거리 내 (WVR) 전투에 돌입했다면, 전통적인 근접공중전이 벌어질 것입니다.

근접공중전투는 체스게임이 아닙니다. 조종사는 이렇게 생각하지 않습니다: “그는 루프를 하는 중이니 난 반드시 선회를 해야 해”. 전투는 유동적이고, 역동적이며 주변 환경은 지속적으로 변합니다. 조종사는 적보다 먼저 무기를 발사하기 위해서 어디에 있어야 하는지 예상하고, 대비해야 합니다.

전투 전환

전투 전환은 가장 기본적인 기동입니다. 조종사는 180도 선회와 상승기동을 동시에 수행합니다. 이것은 다음 기동을 위한 에너지를 축적합니다. 기체 속도의 큰 손실 없이 신속하게 이기동을 수행하려면 엔진 최대 출력이거나, 심지어는 풀 에프터버너 추력일 때, 기동이 이루어져야 합니다.

만약 당신이 유리한 속도를 가진 채로 공격적인 위치에 있고 적군이 방어적인 기동 (감속과 같은) 을 펼치고 있을 때, 당신은 공격적인 위치와 에너지를 유지할 수 있는 "Hi Yo-Yo" 기동을 수행할 수 있습니다.

"Hi Yo-Yo" 기동

"Hi Yo-Yo" 기동은 전투 전환기동과 비슷한 기동입니다. 처음엔 목표물의 경로에 수직인 방향으로 가파르게 상승합니다. 이 기동을 수행하는 동안, 적군에 대한 시선을 놓치지 않는 것이 중요합니다; 적군의 위치를 항상 파악해야 합니다. 이 기동은 목표물보다 약간 뒤 그리고 높은 위치에서 완료되어야 합니다. 목표물을 지나 상승한 후, 지면을 목표물로 하여 같은 기동을 반복합니다. 이 기동셋은 위치적으로나 에너지측면에서 이득을 취한 후 공격에 임할 수 있게 합니다. 일반적으로, 자잘한 "Hi Yo-Yo" 기동들은 단일의, 큰 궤적의 "Hi Yo-Yo" 기동보다 낮습니다. 적군이 이 기동을 눈치 채지 못하게 조심하고 당신의 뒤를 잡지 못하도록 주의하십시오; 이 상황은 "시저스" 근접전으로 이어질 것입니다.

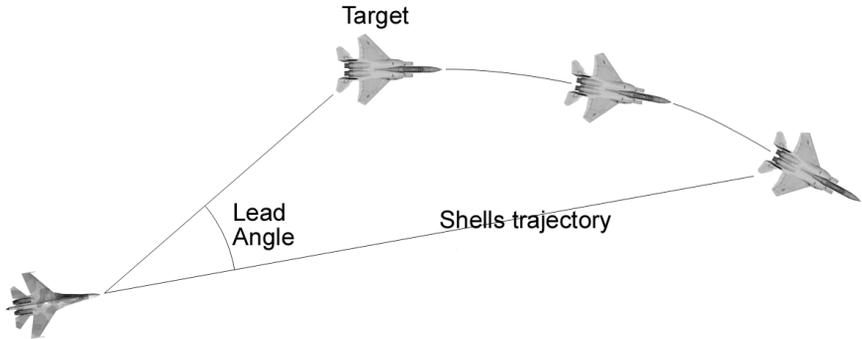
시저스 방어 기동

만약 적이 당신의 뒤를 잡고 사격에 돌입한다면, 당신은 즉시 행동을 취해야 합니다. 가장 효율적인 기동 중 하나는 "scissors"라고 불리는 기동으로서, 이는 신속한 선회를 통해 공격자를 방어자로 만드는 기동입니다. 이 기동의 핵심은 간단합니다; 적의 안쪽으로 선회하기 위해 적의 속도 이득을 사용하고 적이 일련의 겹쳐진 단일 원에 빠지도록 강제하는 것입니다. 높은 회전율과 저속기동 능력을 가진 기체가 상대방의 뒤를 잡을 수 있습니다.

공중 전투에서 기관총 사용

움직이는 기체에서 다른 기동을 수행중인 기체를 상대로 기관총을 사용하는 것은 쉬운 일이 아닙니다. 첫째로, 장착하고 있는 기관총의 장탄수와 유효 사거리가 제한적입니다. 교전 중, 적기는 지속적으로 기동중이고 언제 발사해야 좋은지 판단하는 것은 아주 어렵습니다. 2차 세계대전당시

조종사들은 "육안으로" 이 시점을 파악했고 언제 총알이 적기의 궤적에 도달하는지 측정했습니다. 결과적으로, 조종사가 두 기체사이의 리드각을 빠르게 파악하는 것은 굉장히 어려웠습니다.



13-1: 공중 전투에서 기관총 사용

반면에, 공격중인 기체 역시 지속적으로 움직이고 있고 곡선으로 이루어진 궤적을 따라 비행하고 있습니다. 기체 안에서 보면, 기체가 직선으로 날아가고 있음에도 불구하고, 탄알의 궤적은 "휘어져" 보입니다. 모든 것이 계획대로라면, 조종사는 적절한 도선으로 조준을 하고, 발사를 하고 탄알의 "휘어진" 궤적을 볼 것이며 조준을 교정 할 것입니다.

위에 언급된 것에 기반을 두어, 우리는 기총사격시 적기를 맞추는데 가장 중요한 요소는 목표물과의 거리라는 결론을 내릴 수 있습니다. 목표물이 멀수록, 총알이 멀리 날아갈 것이며, 중력과 항력의 영향을 더 받을 것입니다. 그러므로 조종사는 반드시 커다란 탄알을 위한 큰 리드 각을 고려해야 합니다. 이런 역경 때문에, 1, 2차 세계대전 당시 많은 조종사들이 적기체를 직접 대면하여 사정권에 들어오기 전까지 사격을 하지 않았습니다. 이것은 탄알에게 가해지는 중력과 항력의 영향을 적게 하는 것을 보장하기 위함이었습니. 목표물과의 거리가 가까울수록, 명중률은 상승합니다. 목표물이 멀어질수록 정확한 리드-각을 설정하기가 점점 더 어려워집니다.

최신 항공기들은 전투기의 무기 통제 시스템이 지속적으로 리드 조준점을 계산해주기 때문에 조종사들이 적합한 리드 점을 결정하기에 충분해졌습니다; 하지만, 이것에도 한계가 있습니다. 리드 점을 계산하기 위해서는 목표물과의 거리를 알 필요가 있습니다; 이 정보는 WCS의 레이더 또는 레이저 범위 탐지기로부터 공급받습니다. 항공기와 목표물 이동 계수에 기반을 두어 리드 점이 계산되고 기총의 가능쇠가 기체의 HUD에 표시됩니다. 그러면 조종사는 가능쇠를 적기에 맞추도록 비행 후 기총을 발사하게 됩니다. 러시아제와 미국제 기체 각각의 기총 가능쇠는 다르게 생겼지만, 그들이 역할은 근본적으로 똑같습니다.

레이다 오작동 또는 ECM 같은 방해요소 때문에 목표물에 대한 거리정보를 받을 수 없는 상황에는, 또 다른 기총 조준 시스템이 사용가능합니다. "깔때기" 라고 하는 이 시스템은 총알의 탄도 궤적을 표시해줍니다. 깔때기의 중앙지역이 포탄 비행 궤적; 두 개의 바깥 선은 목표물의 날개폭을 나타냅니다.

이 시스템을 사용해서 조준하려면, 당신은 깔때기 안에 적기를 두어야하고 깔때기의 바깥라인에 목표물의 날개 끝을 닿게 두어야 합니다. 목표물을 제대로 조준했다면, 포탄이 목표물에 맞을 것입니다. 이 조준법은 높은 각 속도를 갖는 높은 표적 경도상 목표물에게는 정확하지 않습니다. 비슷하게, 급격하게 방향을 바꾸거나 각 속도를 변화시키는 기동중인 목표물을 조준하기 어렵습니다.

기총 공격을 할 때 지속적인 포화를 위한 위치를 잡기위해 목표물로 비교적 부드러운 접근을 해야 합니다. 반면에, 적기가 눈앞에, 급작스럽게, 당신의 눈앞에 사거리 안에서 나타나서 사격 기회가 잠깐 생길 수 있습니다. 이때를 놓치지 않고 기총 가능쇠에 "적기를 두어" 적을 맞추는 것이 필요합니다.

높은 G 로 기동중일 때, HUD의 기총 가능쇠는 HUD의 아래쪽으로 쏠리게 되며 이런 상황에서 정확한 조준은 쉽지 않습니다. 이럴 때는 조준선이 목표물의 선회방향 안쪽을 노리도록 비행해야 합니다. 그리고 잠깐 동안, G 부담을 줄이도록 해야 합니다. 목표물이 기총 가능쇠를 지나가기 전에 예상 비행경로에 총알을 퍼부어 목표물이 탄착군에 맞도록 하십시오.

정확한 기총 사격은 많은 연습이 필요한 고급기술입니다. 안정된 사격을 위해 목표물과 같은 방식의 기동을 유지하도록 시도하십시오. 기동 벡터에는 두 가지 종류가 있는데, 하나는 종적벡터이고 나머지는 횡적벡터입니다. 좋은 사수는 이 두 가지를 잘 이용하여 목표물을 지속적으로 타격합니다. 기동하지 않거나 한 평면에서만 기동하는 적기는 쉬운 타겟이 됩니다. 이런 식으로 비행하는 것을 피해야 합니다. 그렇지 않으면 당신은 적의 기총 가능쇠위에 있게 될 것입니다.

목표물의 기동 방향을 예측하는 가장 좋은 방법은, 목표물의 뱅크와 피치각을 맞추는 것입니다. 당신은 적기의 뒤에서 비행하며 당신의 기동을 적기의 기동과 맞춰감으로써 높은 기총 적중률을 달성할 수 있을 것입니다. 만약 이 기동과 함께 목표물 궤적까지 예측한다면, 목표물이 당신에게서 벗어날 수 없을 것입니다.

공대공 미사일 전략

훌륭한 전투기 조종사는 가시거리 내 전투에서 또는 가시거리 외 전투에서 어떤 미사일을 사용하는 것이 가장 좋은지 알고 있습니다. 이러한 미사일 시스템들은 기체의 종류에 따라서 해당 탭에 자세하게 설명되어 있습니다. .

레이다 유도 미사일이 발사되기 전에, 목표물과의 거리에 가장 적합한 사거리를 갖는 미사일을 고르고 레이더 락을 하는 것이 필요합니다. 러시아 전투기에 한해서, 미사일 발사는 WCS의 "발사 허가"가 있을 때까지 불가능합니다. 발사 허가가 인가되면, WCS가 미사일이 발사되기 적합한지에 대한 여부를 계산합니다. 긴급 상황일 때는 이 인가과정이 무시될 수 있습니다. 반면에 F-15C는 언제든지 미사일을 발사할 수 있습니다. 하지만, 조종사에게 격추확률에 대한 단서를 주기 위한 세 가지 지표를 제공 합니다: 최소 허용 발사 범위 (Rmin), 기동 목표물에 대한 최대 허용 발사 범위 (Rtr), 그리고 비 기동 목표물에 대한 최대 허용 발사 범위 (Rpi)

먼 거리에서의 미사일발사는 적중확률을 떨어뜨립니다; 미사일이 날아가야 하는 거리를 단축시킬수록 적중확률은 증가합니다.

적기가 가시거리 내에 있을 때, 조종사는 경계를 늦추지 않고 주변상황에서 벌어지는 일들에 대해 항상 긴장하고 있어야 합니다. 특히 방어적인 위치에 있을 때 적기를 눈에서 놓치는 일이 없어야 합니다. 적외선(열) 추적 미사일은 위협 경고 시스템에서 탐지할 수 없다는 것을 기억하십시오. 당신은 아무 경고도 없이 꼬리날개가 미사일에 피격당하는 일을 맞이할 수 있습니다. 이렇게 적외선 추적 미사일을 장착한 적기와 교전에 돌입했을 때 미리 플레이어를 사용하는 것이 가장 좋은 대응법입니다. 적외선 추적 무기발사를 감지할 수 있는 유일한 방법은 직접 육안으로 식별하거나 워맨이 경고해주는 방법밖에 없습니다. WVR 지역에서는 꼭핏 바깥쪽에 시야를 유지하고 미사일의 궤적이 당신에게 향하는지 지켜보아야합니다. 또한 적외선 추적기는 당신이 타고 있는 전투기의 제트 엔진을 추적한다는 것을 기억하십시오. 적외선 추적기로부터의 취약점을 줄이려면, 애프터버너를 사용하는 것을 가능한 한 자제하십시오. 전투 중 애프터버너는 적기가 당신을 향해 발사하지 못하는 상황에서만 사용하도록 하는 것이 좋습니다. 만약 적외선 추적 미사일이 당신을 향해 발사되었다면, 애프터버너를 끄고 엔진 출력을 줄이며, 플레이어를 투하하고, 미사일이 가까워졌을 때 높은 G 기동을 통해 미사일 궤적을 벗어납니다. 성공적인 회피를 위해서 미사일을 피할 때까지 매 초마다 2-3개의 플레이어를 투하하십시오.

대공 방어

대공 방어라는 것은 지대공 미사일 (SAM) 시스템을 포함하여 대공포 (AAA), 그리고 현 세대의 전장에 있는 이와 연관된 거의 모든 무기일 것입니다. 이것이 조기 경계 레이더 (EWR) 네트워크와 묶인다면, 이러한 무기 시스템들은 지상군과 주요한 시설물들에 대한 방어를 제공 해 줍니다. 잘 준비 된 파일럿이라면, 이러한 무기들에 대한 화력과 약점에 대해서 이해할 수 있어야 하며, 상세한 정보를 갖추고 있어야 할 것입니다.

대공포 (AAA)

AAA 는 저공으로 비행하는 물체에 대한 효율적인 무기입니다. 많은 무장병력은 자체 화기 컨트롤 레이더를 가지고 있으며 다연장 자체 동력을 가진 대공포 (SPAAG)를 보유하고 있습니다. 화기 컨트롤 레이더가 포함되어져 있다면, 계절에 상관없이 성능을 발휘할 수 있을 뿐 아니라 수동 조절을 하더라도 정밀한 공격이 가능하게 됩니다. 이와 같은 지상군의 AAA 시스템과는 다르게, 해군에서 사용되는 AAA 의 경우 단순히 적기만을 격추시키는 임무에 한정된 것은 아닙니다.

AAA 캐논의 탄환은, 탄두와 함께, 충돌 퓨즈, 그리고 종종 발사 후 일정 시간 이후에 작동되는 지연 신관을 사용하기도 합니다. 몇몇의 시스템은 탄환이 목표 근처를 지나갈 때 자동적으로 폭발할 수 있는 소형화 된 근접신관을 가지고 있기도 합니다. 대부분 AAA 에 의해 격추되는 목표물은, 탄두의 파편에 의해 손상을 입거나 파괴되는 경우가 많습니다.

"샬카" 로 알려진 지상 시스템인 ZSU-23-4의 경우 다연장의 고속 사격이 가능하며, 또한 이동이 가능합니다. 자체 레이더를 보유하고 있는 SPAAG 시스템은 종종 여러개의 탐지밴드를 이용하여 목표물을 위치하고 추적할 수 있습니다. (IR 레이더와 광학 시스템 등). 그러므로 레이더 락을 피한다고 해서 이러한 SPAAG 시스템으로 부터 안전하다고 확신하기는 어렵습니다.

저고도의 비행체를 파괴하기 위해서 많은 배들은 다기능의 기관포를 사용하고 있는데, 이는 적의 배를 포함하여, 기체, 그리고 대함 크루즈 미사일에 사용될 수 있습니다. 해군의 함포는 세 가지의 종류로 나누어 지는데 : 큼 (100 - 130 mm), 중간 (57 - 67 mm), 그리고 작음 (20 - 40 mm) 캘리버 입니다. 이러한 종류의 기관포의 경우 대다수 고속의 발사율과 짧은 시간의 재장전의 시간을 소모하는 자동화된 화기 시스템입니다. 작은 캘리버의 기관총 (20 - 40 mm)의 경우 크루즈 미사일이나 저고도의 비행체에 적합합니다. 작은 구경의 AAA 는 보통 함선의 마지막 방어수단으로 사용됩니다. 이러한 무기는 대략 1분당 6,000 발의 사격이 가능하며, 소위 말하는 "탄막 커텐" 을 5, 000 미터 거리까지 만들어 낼 수 있습니다.

지대공 미사일 (SAM) 시스템

SAM 시스템은 통합 항공방위 시스템 (IADS)의 기본으로 구성되며, 각 SAM 유닛은 포착하거나 목표로 삼은 데이터를 네트워크에 제공하게 됩니다. 단거리나 휴대용 방공 미사일 (MANPADS) 시스템은 보통 단독으로 운용되거나 기계화 된 유닛에 부착되어 사용되는 경우가 많습니다.

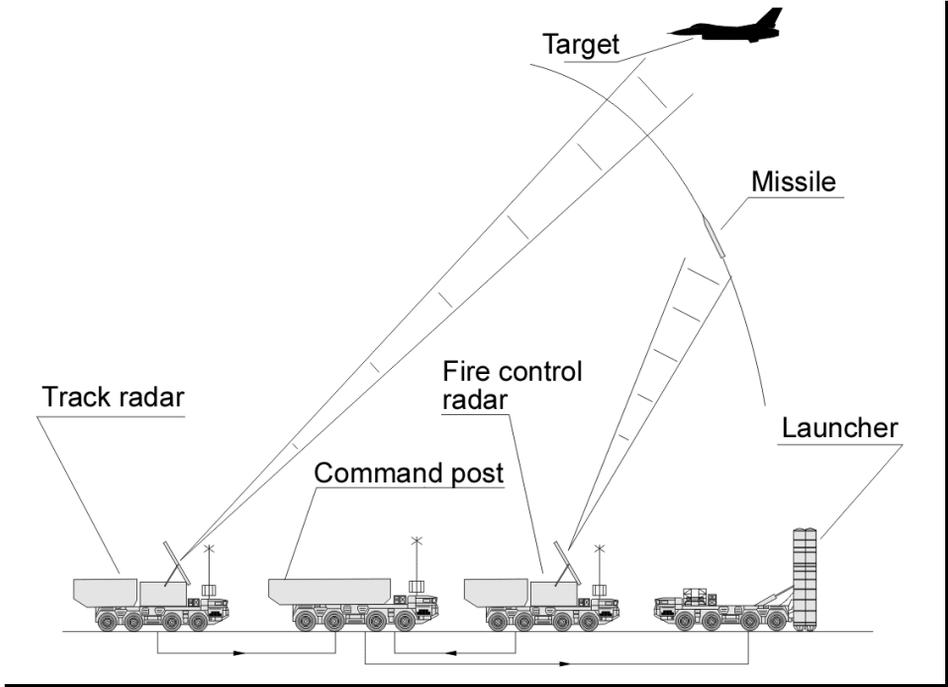
대공 미사일은 다음의 요소로 구성되어 있습니다 : 시커 헤드, 퓨즈, 탄두, 그리고 로켓 모터입니다. 미사일의 에어프레임 바깥에는, 날개와 조종면이 부착되어 있습니다.

비행 중에는, 미사일은 유도 시스템에 의해 컨트롤 됩니다. 시커는 자체 레이더에서 수신 된 데이터를 이용하거나, 지상에 있는 화기 컨트롤 레이더 로 부터 받은 데이터를 사용합니다. 미사일 유도는 커맨드, 세미-액티브, 액티브, 패시브 혹은 혼합된 방식을 사용합니다.

커맨드 유도

커맨드 유도는 이전 세대의 원격 유도 방식과 비교될 수 있습니다. 미사일이 비행 중에, 목표와 미사일은 모두 지상에 있는 화기 컨트롤 레이더로 부터 추적되거나, 미사일에 내장 된 장비를 이용하게 됩니다.

미사일이 커맨드 유도 모드로 발사 되었다면, 비행 경로 정보에 대한 모든 계산은 지상 스테이션에서 이뤄지며, 선회 명령을 인터셉트 코스에 맞춰 커맨드 형식으로 전송하게 됩니다. 만약 미사일이 인터셉트 포인트에 도달하게 된다면, 레이더는 재밍에 보호되는 라디오 채널로, 암호화 된 정보를 전달하게 됩니다. 신호를 복호화 하게 됨에 따라 미사일의 내부 장비는 내부 모터에 이러한 커맨드를 전달합니다.

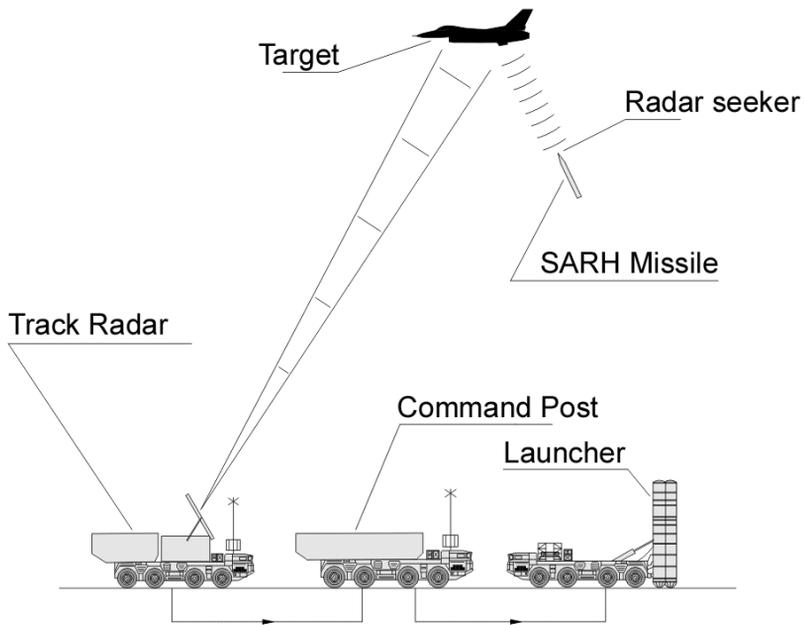


13-2: 커맨드 유도

미사일과 목표의 위치는 화기 컨트롤 레이더에 의해 추적됩니다. 미사일과 목표의 위치가 동일함이 확인되면, 컨트롤 스테이션은 미사일의 탄두에 폭발 커맨드를 전송하게 됩니다. 이러한 유도 시스템은 조금 오래 된 시스템인 C-75 (SA-2)나 신규 시스템인 SA-19 "통구스카" 그리고 SA-15 "토르" 에 사용됩니다.

세미 액티브 유도

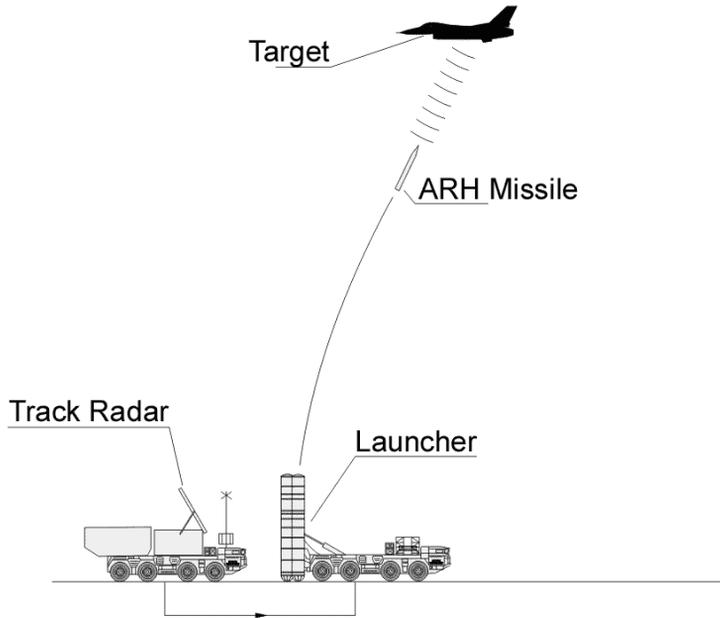
세미 액티브 (반능동) 유도 방법은, 기본적으로 목표물이 반사시키는 레이더 에너지를 미사일에 있는 안테나가 수신하는 데 기반을 두고 있습니다. 이러한 레이더 에너지는 SAM 시스템의 화기 컨트롤 레이더에 기반합니다. 모든 컨트롤 커맨드는 미사일 자체적으로 계산하게 됩니다. 이러한 유도 방법은, 같은 시스템을 사용하는 대다수의 공대공 미사일과 비슷합니다. 목표에 성공적으로 유도하기 위해서는, 추적 레이더는 미사일이 비행하는 동안 계속 목표를 비추어야 합니다. 만일 레이더가 목표를 잃게 되면, 미사일은 자체 파괴되도록 되어있습니다. 이러한 방식의 단점은, ECM의 영향을 심하게 받는다는 것입니다.



13-3: 세미-액티브 유도

액티브 유도

이 방식이 세미-액티브와 다른 점은, 시커가 수신 기능 뿐만 아니라 발신을 내장하여 목표를 추적할 수 있다는 점입니다. 즉, 이 시스템은 목표를 내장 레이더로 고정하여 자동적으로 목표를 추적할 수 있습니다.



13-4: 액티브 유도

이 방식의 커다란 장점은, SAM 시스템이 레이더로 목표를 추적 할 필요가 없이 미사일이 자체적으로 목표를 쫓는다는 것입니다. 다만 세미-액티브 유도 방식과 마찬가지로, 재밍이 심할때에 효율이 매우 떨어지게 됩니다.

패시브 유도

이 방법은 주로 적외선 유도 시스템에서 사용됩니다. 미사일은 열화상 장비를 이용하여 발사 전 목표물을 락 하게 되며, 발사 후에는 자체적인 적외선 락을 이용해 목표를 추적합니다. 이러한 패시브 발신 공격 시스템은 적에게 알람을 주지 않으며 레이더 트랙도 필요치 않습니다. 단점은, 안개나 구름, 혹은 비가 올 경우 효율이 떨어진다는 것입니다. 또한 이러한 락은 플레어에 의해 무력화 되는 경우가 많고, 타겟을 락 할 수 있는 거리가 레이더-유도 시스템들 보다는 훨씬 짧다는 점입니다. 적외선 시스템은 종종 지상 유닛이나 맨패드에 의한 단거리 시스템에서 사용되는 경우가 많습니다.

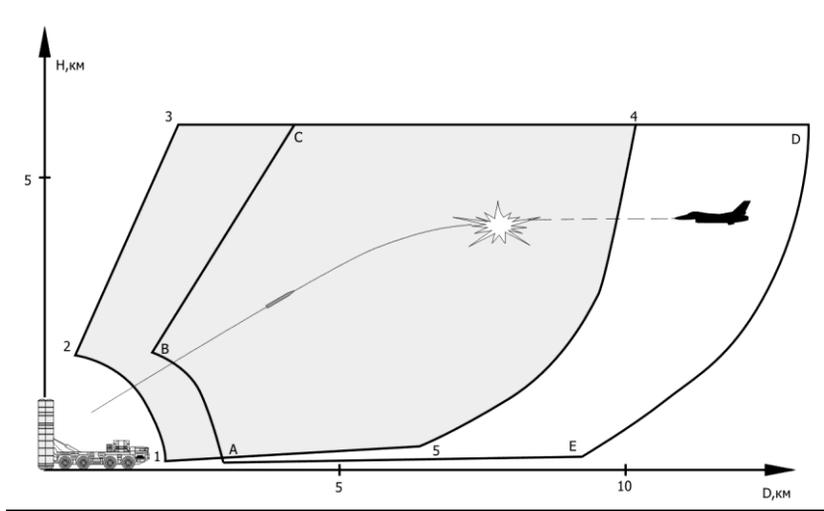
혼합 유도

이름에서 알 수 있듯이, 몇몇 미사일은 효율을 높이기 위해 혼합 된 유도 방식을 사용합니다. The S-300 의 경우 이러한 혼합 유도 방식의 좋은 예제가 될 것입니다. 초기 유도에는 보통 커맨드 유도 방식을 사용하며, 이후 특정 영역에 도달하였을 경우 세미-레이더 방식으로 자동 변환 됩니다. 이러한 방식은 장거리 목표에 대해 높은 정확성을 보장합니다.

목표에 대한 미사일 유도 시, 목표에 대한 데이터가 미사일로 부터 화기 컨트롤 레이더에 전달되면서, 이 미사일 트랙 (TVM) 정보에 따라 미사일 경로 또한 조금씩 수정이 됩니다. 자체 유도 시스템과 혼합하여, 지상 컨트롤로 부터 레이더-수정 커맨드를 혼합하여 미사일 유도에 적용됩니다. 이러한 유도 스키마는, 극심한 재밍 환경에 매우 효율적이며, 미사일이 탐지되는 기회를 더욱 줄여주게 됩니다.

샘 교전 영역

공대공 미사일과 마찬가지로, SAM 미사일 또한 제한 된 교전 영역을 가지게 됩니다.



13-5: SAM 특정 교전 영역

최적의 목표 교전 지역은 보통 무기의 도달 가능지역(WEZ) 중앙 에 위치 해 있습니다. 공대공 미사일과 마찬가지로, 이 WEZ 는 목표의 거리와 고도, 그리고 측면각에 의존하게 됩니다. 이 WEZ 다이어그램에서, "1-2-3-4-5" 라고 지정 된 지역은 가능한 교전지역을 나타냅니다. "a-b-c-d-e" 의

지역은 목표가 SAM 정변으로 날아오는 경우에 대한 WEZ 를 나타냅니다; 그림에서 알 수 있듯이, 이러한 경우 SAM 의 거리가 매우 확대되는 것을 알 수 있습니다. 각 SAM 시스템은 "데드존" 을 가지고 있는데, 이는 다이어그램 내 1-2-3이나 a-b-c 커브에 나타나 있습니다. 이 지역의 크기는 SAM 의 타입에 따라 달라지게 됩니다; 현대의 SAM 들은 더 작은 "데드존" 을 가지게 됩니다. WEZ 의 고도는 3-4 (a-b) 로 나타나며 거리는 4-5 (d-e) 입니다. 이는 미사일의 운동성과 유도 시스템 타입에 전적으로 의존 하고 있습니다. 이 경계선은 고도와 거리 대비 최대 격추 지점을 나타내게 됩니다. SAM 의 WEZ 은 또한 목표물의 속도와 고도, 그리고 코스에 의존하게 됩니다. 최대 추적 거리와 목표고정 거리는 목표물의 레이더 크로스 섹션 (RCS)과 목표의 거리와 고도에 의해 결정됩니다.

SAM 의 추적 거리는 보통 기밀사항입니다

- 장거리 (>100 km)
- 중거리 (20-100 km)
- 중거리와 단거리 (10-20 km)
- 단거리 (<10 km)

WEZ 의 하단부 경계선의 경우 SAM 레이더의 저고도 물체에 대한 탐지와 추적 능력, 그리고 미사일의 저고도 비행물체에 대한 격추능력에 의해 결정됩니다. 미사일이 저고도에서는 근접신관이 너무 빨리 폭발할 수도 있기 때문입니다.

지형 마스킹, 레이더 파형 피드백 등의 안테나 수신, 그리고 레이더가 지형의 노이즈를 제거하는 등의 여러가지 요소들이 저고도로 비행하는 기체에 대한 레이더의 능력을 제한하게 됩니다. 만일 레이더가 지상 레벨에 위치 해 있을 경우에, 20m 경우에는 20 km 까지, 그리고 150 m 일 경우에는 50km 까지 추적이 가능합니다. 몇몇의 SAM 시스템은 저고도로 침투하는 비행물체를 탐지하기 위해 레이더가 마스트에 위치 해 있는 경우도 있습니다.

다만 레이더가 높은 위치에 있다 하더라도, 레이더가 지형 자체의 자연적인 노이즈와 빌딩, 움직이는 차량들 등등을 제거하고 목표물을 추적하기가 어렵습니다. 이러한 노이즈들은 목표물에 대해 방위나 거리에 대해 잘못된 정보를 얻게 할 수 있습니다. 이러한 잘못된 정보는 목표의 트래킹 정보에 영향을 미쳐, 결국 목표에 대한 추적을 놓치게 만들기도 합니다.

SAM 미사일을 목표의 인터셉트 지점까지 유도하기 위해서, 대부분의 대공 미사일 시스템은 수직/수평 유도 메커니즘을 장비하고 있습니다. 이러한 시스템들은 목표 방위, 그리고 고도 탐지 레이더 들입니다. 이와는 대조적으로, 현대의 시스템들은 페이스드 어레이 안테나를 사용하는데, 이것은 기계적인 스캔 (안테나를 돌리거나 끄덕거리는 방식)이 아닌 전자적인 스캔 방식을

사용합니다. 이러한 시스템은 넓은 섹터에 대해 목표물을 검색할 수 있으며, 종종 수직 발사 시스템 (VLS)를 이용하기 때문에 360도 방향으로 교전할 수 있는 능력을 지니고 있습니다.

지상 컨트롤 인터셉트

현대의 IADS 시스템은 조기경보 레이더와 화기관제 레이더를 지상 컨트롤 인터셉트(GCI) 네트워크에 연결하고 있습니다. 이를 통해 동일한 네트워크에 있는 하나의 레이더가 서치, 트랙을 하게 되면 다른 레이더는 해당 데이터를 이용할 수 있습니다. 이럴 경우에는 발사장치는 해당 지역의 레이더 뿐만 아니라, 다른 곳에 있는 레이더로 부터 정보를 받게 됩니다. 이것은 당신이 분명 WEZ 지역의 밖에 있는 레이더에 탐색이 된다 하더라도, 당신의 아래에 있는 발사대가 해당 정보를 이용하게 되어 WEZ 안에 위치하게 되는 상황이 발생할 수 있습니다. 결국 이로 인해 위협에 대해 반응하기에는 너무 짧은 시간만 주어지게 됩니다. 만일 미션을 정상적으로 수행하고 기지로 귀환하기 위해서는, 이륙 전에 충분히 위협지역에 대한 사전 계획을 세우는 것이 무엇보다도 중요합니다.

적 방공 시스템 관통하기

IADS 를 뚫는다는 것은 매우 어려운 작업입니다. 아래에 추천하는 방법은, 초기 공격위치를 선정하고 적을 탐색, 파괴시키고 무사귀환 하는데 도움을 줄 수 있을 것입니다.

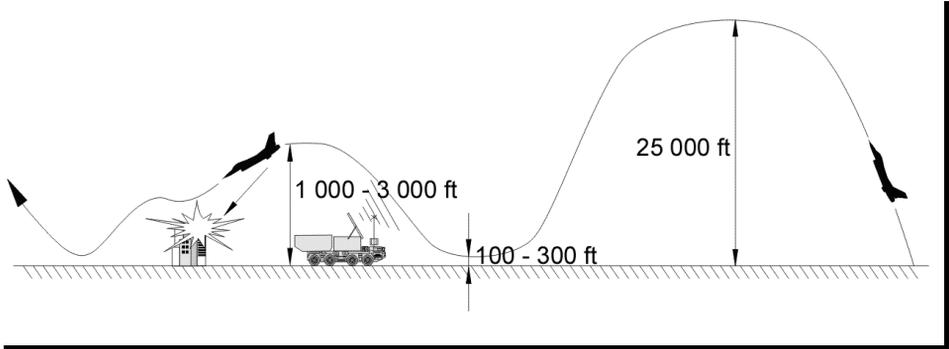
절대 미사일이 발사되지 않도록 할 것...

분명하게도, 격추되지 않는 가장 좋은 방법은, 적의 미사일이 당신에게 발사되지 않도록 하는 것입니다. 전투기 조종사들은 종종 결투를 쫓는 현 시대의 하늘의 기사 처럼 묘사되곤 합니다. 그러나 실제에선, 조용히 접근하는 것을 선호하며 희생자가 미처 알아채기 전에 제거하는, 오히려 암살자에 더 가깝습니다. 당신은, 적의 방공망이 당신에게 집중되는 것을 최대한 피해야 하며, IADS 영역의 바깥으로 루트를 계획해야 합니다. 만일 타격 미션을 계획하게 된다면, 적의 방공망을 무력화 시키기 위한 전용 비행단을 계획하고, 폭격 편대가 목표에 방해받지 않고 진입할 수 있도록 하는게 좋습니다. 하지만, 이러한 방법도 이동형의 SAM 시스템을 무력화시키지는 못합니다.

적의 방공망 제압하기 (SEAD)

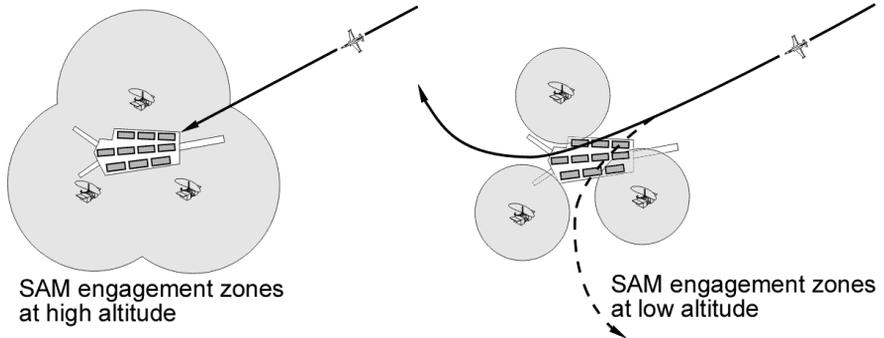
"스텔스" 기를 제외한 현대의 전술 비행기의 경우, 쉽게 방공 레이더에 의해 발각됩니다. 그렇기에, 파일럿은 이러한 위협을 제거하기 위해 특별 전술을 수행해야 하는 이유입니다. 물론 이를 제거하는 가장 효과적인 방법은 적절한 대-레이더 미사일을 이용하여 이 위협을 파괴하는 것입니다. 이를

위해서는, 먼저 목표를 찾아야 하며, 무기를 발사하고 재빨리 위험 지역에서 벗어나는 것입니다. 그러나, 만일 적의 레이더가 당신이 발사한 대-레이더 미사일 (ARM)을 탐지했다면, 레이더를 꺼서 공격을 무력화 하거나, 또는 대항 미사일을 발사하여 당신의 미사일을 격추시킬 수도 있습니다.



13-6: SEAD 비행 프로파일

적의 방공 시스템이 당신을 찾거나 공격하지 못하게 하는 가장 좋은 방법은, 저공으로 비행하는 것입니다; 특히 조계경보기 (EWR) 같은 경우에 더 좋습니다. 이러한 비행은 지상 기준으로 30m 아래로 비행하는 것을 뜻합니다. 만일 지형에 언덕이나 산이 있다면, 이러한 지형을 당신과 적의 위협 사이에 두도록 해야 합니다. 이것을 지형 마스킹 (지형차폐) 라고 부르며 가장 위협적인 SAM 이라 할지라도 유용하게 활용할 수 있습니다. 모든 전술 탐지 시스템들은 목표와 센서 사이의 가시선에 의지합니다. 이러한 센서인 레이저, 레이더, 광학, 적외선 등은 산이나 다른 물체들을 통과할 수 없습니다. 초저공으로 비행하는 것은 이러한 방공 위협을 무마시킬 수 있지만, 또한 땅에 충돌할 가능성을 더더욱 높하게 되기도 합니다. 고속에서의 사소한 실수는 곧바로 비극으로 이어지게 되기 때문입니다. 다만 이러한 때 라도, 소구경 AAA 에 대해 항상 조심스레 살펴야 하는데, 저고도에서는 이러한 방공 시스템이 큰 문제를 야기시키기 때문입니다. 저공 비행이 지형 차폐와 레이더 지평선에 대해 이점을 보이게 되긴 합니다만, AAA 사이트를 통과하거나 고공에서 운용중인 AWACS 를 피하기는 어렵습니다.



13-7: 고속과 저고도에서의 SAM 교전 가능 지역

대공포 (AAA) 방어

AAA 의 경우 일반적으로 지상 1,500 m 이상에서는 효과가 없습니다. 다만, 이것이 AAA 는 1,501 m 에서는 효과가 없다는 것을 의미하지는 않습니다. 적군의 경우 보통 AAA 를 높은 지형에 배치함으로 인하여 그들의 WEZ 고도를 증가시키고 있습니다. 만약 적군이 당신을 향해 갑자기 AAA 공격을 감행 할 경우, 이러한 규칙을 유념해야 합니다.

- 지속적인 기동을 하십시오! 이러한 기동을 두 기체가 함께 하여야 하는데, 이러한 방식이 탄도 계산 컴퓨터가 목표를 타격하기 위한 계산을 하는 데 더 어려움을 겪게 되기 때문입니다. 사격을 위한 탄도 계산을 하여 정확한 지점에 발사하는 것은 매우 어려운 일입니다.
- 에너지를 너무 잃거나, 속도를 줄이지 마십시오. 저속의 기체는 죽은 기체이며, AAA 의 WEZ 지역을 가능한 한 재빨리 빠져나와야 합니다. 한 발의 행운의 샷이 모든 걸 알아갈 수 있기 때문입니다.

만일 1,500 m 근처에서 비행중이었다면, 재빨리 상승하여 AAA 의 WEZ 를 벗어나도록 하십시오. 다만, 이로 인해 SAM 시스템의 WEZ 중심부에 뛰어들 수 있다는 사실도 잊지 마시기 바랍니다.

미사일 회피

미사일은 위협적이며 회피하기가 매우 어렵습니다. 미사일은 비행기 보다 빠르며, 비행기 보다 3배에서 4배의 G 로드 부하를 견딜 수 있으며, 육안으로도 식별하기가 어렵습니다. 미사일에 대한 성공적인 방어는 탐지 시간, 미사일과의 거리, 미사일 타입, 미사일의 속도와 고도 등의 복합적인 요소가 고려되어야 합니다. 여러 상황에 의거하여, 대응책을 결정하고 대 미사일 방어기동을 취해야 합니다.

다행스럽게도 (물론 목표가 된 비행기의 입장에서), 미사일들은 기체가 받는 동일한 물리법칙이 적용됩니다. 만일 미사일의 모터 가속이 끝났을 경우에는, 미사일이 가속하면서 얻은 에너지만으로 비행을 하게 됩니다. 만일 타겟 기체가 기동을 할 경우에, 미사일 또한 기동을 하게 되며 이 때 많은 양의 미사일 비행 에너지를 소모하게 되어, 결국 미사일의 속도를 떨어뜨리게 됩니다. 속도가 줄어들게 됨에 따라, 미사일에 달린 날개의 영향이 줄어들게 되며, 결국 목표를 잡기 위한 필요 G 를 충족할 수 없게 됩니다.

발사 경고

레이더 추적 미사일의 경우 RWS 에서 발사 경고가 오게 됩니다. 몇몇의 상황에서, 워맨이 미사일 발사를 확인하여 비행 라디오를 통해 경고를 할 수도 있습니다. 이러한 정보가 더 빛을 발하는 경우는 적외선 미사일이 발사되었을 경우인데, 왜냐하면 이러한 경우 RWS 에서 경고를 하지 않기 때문입니다. 이 경우, 워맨의 경고가 유일한 경고가 될 것입니다. 어떠한 경우에서건, 당신은 미사일의 후연을 확인하여야 하고, 방어기동을 적절하게 할 시간을 예측해야 합니다. 만일 당신이 적의 영역에 있다면, 계속 주변을 살펴보면서 미사일의 모터 연기를 확인해야 합니다. 알아둬야 할 것은, AIM-120 같은 경우처럼 후연이 존재하지 않는 경우도 있습니다.

연료가 다 소진 될 경우, 미사일의 후연이 보이지 않는다는 것을 기억 해야 합니다. 이러한 이유로, 초기의 탐지가 매우 중요합니다. 장거리와 중거리 공대공 미사일들은 "로프트" 비행 궤적을 통해 먼 거리에서 발사됩니다. 이러한 아치 형 비행궤적은 그들의 비행 거리를 늘려주게 됩니다. 수평선에서 오는 아치 형의 트레일을 주의깊게 살펴보시기 바랍니다.

아는 것이 힘이다

당신의 가장 주요한 무기는, 적의 무기 시스템과 그들의 특성을 이용해 당신의 현 상황을 개선할 수 있는 능력입니다. 예를 들어 보자면: 특정 공대공 중거리 미사일이 5,000 m 의 고도와 30 km 의 거리 도달 능력이 있다고 하겠습니까. 당신의 레이더와 RWS 에서, 적의 기체가 30 km 밖에 있으며 발사 경고가 들렸다고 하겠습니까. 적의 미사일이 최대 사거리에서 발사가 되었다는 것을 알고 있기

때문에, 이 미사일은 회피가 가능하다고 판단할 수 있습니다. 당신은 180도 회전을 하여 애프터버너를 켜서 다가오는 미사일로 부터 멀어지고 있습니다. 당신의 성공은, 최대 G를 이용해 얼마나 빨리 회전하는가 (기체 최대 G는 9g 이며 최대 중량에서는 5g 까지 버틸 수 있습니다), 그리고 선회 후 얼마나 빨리 가속할 수 있는가에 따라 달려있습니다. 만일 발사 경고를 초기에 매우 신속하게 받았다면, 미사일을 회피할 수 있는 기회가 충분합니다. 다만, 당신이 미사일 발사를 너무 늦게 알아챘거나, 적이 당신이 Rpi 거리에 도달할 때 까지 기다렸다가 발사 한 상태라면, 이 전술은 먹히지 않을 것입니다.

전자전의 뜻

전자 대응책(ECM) 시스템은 기본적으로 레이더 시스템을 교란하도록 디자인 되어져 있습니다. ECM 시스템은 두 가지의 일반 타입으로 구분이 됩니다. 일반적으로 기체 내부에 심어져 있는 형태의 노이즈 재머, 그리고 보통 외부에 적재되지만 전술 비행기의 내부에도 있는 자체 보호용 기만(deception) 재머입니다. 자체보호 재머는 위협 레이더의 시그널을 샘플링하여 복제한 후 적의 레이더에 잘못 된 정보가 나타나도록 다시 보내는 형태로 작동합니다. 기만 재머는 보통 적기가 레이더에 포착되었을 때에만 작동합니다. 여러 종류의 기만 재머가 있는데 레인지 게이트 스틸링, 지형 반사, 벨로시티 게이트 스틸링 등이 있습니다.

노이즈 재머는 이와 반대로 큰 지역을 커버하는 넓은 대역폭의 노이즈 재밍을 전체적으로 뿌리거나 혹은 스팟 노이즈 재밍처럼 좁은 지역과 거리를 집중하기도 합니다. 이러한 재밍은 종종 큰 그룹의 기체들을 가리기 위해 우선적으로 실시됩니다. 이로 인해 적의 레이더는 기체를 포착하기가 어렵게 되어버립니다; 적의 레이더는 재머가 뿌려대는 시그널을 해당 방위 전체에 보게 될 뿐입니다. 레이더는 재머의 거리나 고도에 대해 알 수가 없게 됩니다. 즉, 잘못 된 시그널을 레이더의 안테나에 보내게 되어 결국 기체가 실제 거리 대비 어디에 있는지 확신할 수가 없게 만들어 버립니다.

그렇지만, 레이더와 노이즈 재머가 가까워짐에 따라, 결국 좋은 신호와 나쁜 신호를 구분할 수 있는 확률이 높아지게 되어 노이즈 재밍을 극복할 수 있게 됩니다. 이러한 상태를 "번 쓰루" 라고 칭합니다.

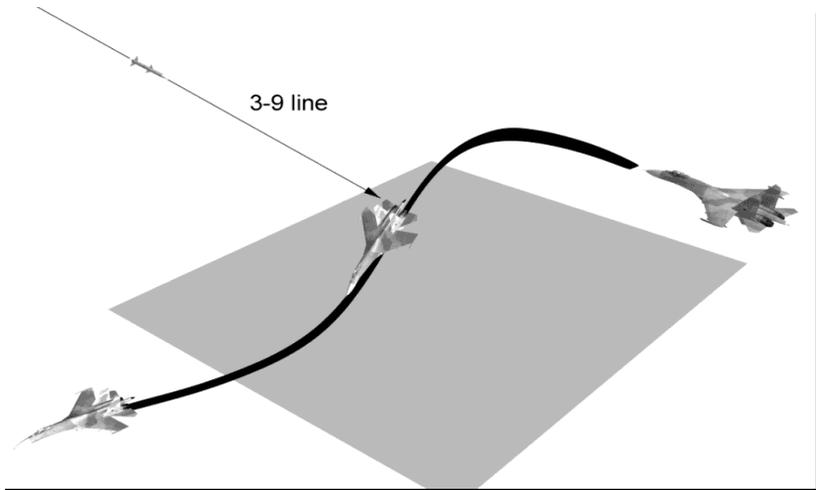
ECM 시스템은 한 가지의 큰 결점이 있는데, 한 번 사용하게 되면 자신의 존재를 반경에 있는 적의 기체에 알리게 된다는 점입니다. 한 사람이 미팅에서 목청껏 비명을 지르고 있다고 생각 해 보시기 바랍니다. 이 노이즈의 크기에 따라 다른 사람을 조용하게 만들게 되긴 하겠지만, 결국 비명을 지르는 사람에게 모두 집중을 하게 됩니다. 이와 같은 효과가 노이즈 재머에게도 발생합니다. 이러한 노이즈는 현재의 위협을 벗어날 수 있게 해 주지만, 또한 다른 적들의 주의를 끌게 됩니다. 현대의 R-77, AIM-7 그리고 AIM-120 같은 공대공 미사일은 재밍 시그널을 추적하여 시그널의 원 지점을 요격하는 것이 가능합니다. 그렇지만, 이러한 유도는 정확하지 않으며, 미사일이 덜 효율적으로 비행하게 됩니다.

게임 내의 비행 가능한 기체 중에서, Mig-29S 와 F-15C 두 기체만이 ECM 시스템을 장비하고 있습니다. Mig-29A 는 ECM 을 장비 할 수 있는 능력이 없습니다; 나머지 기체들은 외부 장착 포드로 ECM 을 장착할 수 있습니다. ECM 을 작동시키기 위해서는, [E] 키를 눌러주시기 바랍니다.

미사일 회피 기동

미사일 회피 기동은 두 가지 타입으로 분리됩니다: 레이더 락을 피하는 것과 미사일을 기동으로 회피하는 것입니다.

만일 레이더 유도 미사일이 당신을 향해 발사되었다면, 가장 먼저 시도해야 하는 것은 레이더 락을 피하는 것입니다. 레이더가 락 되지 않는다면, 미사일은 탄도 미사일 처럼 비행할 뿐입니다. 가장 먼저 취해야 하는 것은 ECM 시스템이 기체에 장비되어져 있다면, 그것을 켜는 것입니다. ECM 은 적의 레이더를 재밍하여 레이더가 더 이상 락을 할 수 없게 만듭니다. 기억하셔야 할 것은, 현대의 마시일들은 재밍 소스를 추적하여 비행할 수 있다는 것입니다. 현실에서는, 레이더에 의해 유도되는 것 보다는 격추율이 매우 낮아질텐데, 적기에 대한 거리정보가 없기 때문에, 효율적인 비행궤적을 만들 수 없기 때문입니다. 불행하게도, ECM 은 레이더와의 거리가 25km 이내라면 만병통치약이 될 수 없습니다. 이 거리의 이내라면, 적의 레이더가 당신의 기체로 부터 오는 거짓 신호를 걸러내고 정확하게 락을 할 수도 있습니다. 이러한 경우라거나, 혹은 당신이 ECM 장비가 없을 경우에는, 다른 방법을 통해 이러한 락을 피해야 합니다.



13-8: 미사일 회피 기동

현대의 펄스-도플러 레이더들은 그들만의 잇점에도 불구하고, 심각한 결함이 있습니다. 이 레이더들은 비행 경로와 직각으로 비행중인 목표는 추적하기가 어렵습니다. 만약 목표물이 낮은 고도에서 비행중이며, 이를 추적하기 위해 아래로 내려다 보는 중이라면, 레이더가 목표를 추적하기가 매우 어려워집니다. 이러한 존을 '룩 다운 클러터 노치' 라고 부릅니다. 이에 따라, 레이더 락을 피하기 위해서는 적의 레이더와 직각이 되는 3시 혹은 9시 방향으로 움직이며 레이더가 추적하기 어려운 고도로 위치시키는 것이 좋습니다.

최적의 미사일 회피 기동이란 깊은 나선형 하강을 함과 동시에 당신이 적의 비행방향에 대해 9시 혹은 3시 방향으로 비행하면서 ECM 을 작동시키고 채프를 뿌리는 것입니다.

만일 레이더락이 RWS 에서 사라지게 된다면, 레이더가 더 이상 미사일을 지원할 수 없다는 의미이기도 합니다. 이 순간부터 공격 모드로 전환하거나, 혹은 미사일 시스템 지형차폐 또는 다른 방법을 이용해 레이더가 당신을 다시 찾을 수 없도록 만들수도 있습니다.

다만, 미사일이 자체 레이더 시커를 가지고 있을 경우, 미사일이 요격을 하기 위해 계속적인 추적을 할 수도 있습니다.

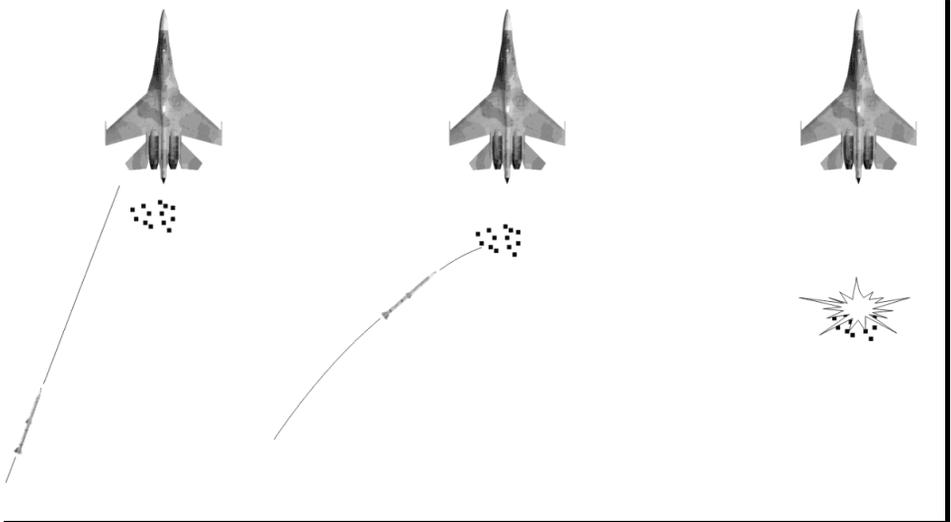
알아둬야 할 것은, 이러한 방식은 공중의 레이더에만 적용이 가능하다는 것입니다; 샘 레이더는 다른 방식으로 작동하며, 레이더 검색 방향과 "직각으로" 비행을 하더라도 추적을 할 능력이 있지만, 이 또한 몇 개의 제한이 있습니다.

또 하나의 기동 세트는 미사일을 회피하도록 디자인 된 기동입니다. 현대의 미사일들은 목표가 움직이는 방향을 계산하여 요격 지점을 계산 해 냅니다. 이것은 목표가 방향을 바꿈에 따라 끊임없이 미사일도 그에 따라 방향을 바꾼다는 의미입니다. 미사일은 목표를 맞추기 위해서는 반드시 목표의 비행궤적을 앞선 방향으로 나아가야 합니다. 이러한 항법 방법을 효율적 항법 (Pro Nav)라고 부릅니다. 만약 미사일이 당신을 향해 꾸준히 미사일이 날아오고 있다면, 혹은 당신의 캐노피 안에서 바라보는 미사일의 위치가 변동이 없다면, 미사일이 틀림없이 당신을 요격하기 위한 방향을 계산하여 해당 궤적으로 비행하고 있다는 확실한 사인입니다. 이러한 상황이라면, ECM 을 작동시키거나 채프와 플레어를 사출하는 등의 방어 행동을 취해야 할 필요가 있습니다. 만일 미사일이 당신의 뒤쪽으로 처지는 것이 확인된다면, 적의 미사일이 락을 잃었거나 대응책에 속았다는 의미입니다.

미사일들은, 비행기와 마찬가지로 기동에 에너지가 필요하며, 각각의 기동은 에너지를 소비하게 됩니다. 당신과 미사일 모두 당신이 높은 G-로딩의 기동을 함에 따라 속도와 에너지를 잃게 됩니다. 당신이 공격적으로 비행을 할 수록, 더 많은 G 가 생성되며 마찬가지로 미사일 또한 이것을 수정하기 위한 G 기동을 취해야 합니다.

이쯤에서 몇 가지 더 가슴에 새겨야 할 것이 있습니다. 저고도로 비행한다는 것; 이것은 공기의 밀도가 높다는 것을 의미합니다. 이에 따라 미사일은 저고도에서는 속도와 거리가 더 빨리 줄어들게

됩니다. 미사일이 자신을 향해 올 경우, 미사일의 비행 방향과 직각이 되도록 유지한 후에 채프와 플레어를 사출하여야 합니다. 이 기동을 하는동안, 기체의 최대 회전값을 행할 수 있는 속도를 유지하시기 바랍니다. 만일 미사일이 계속해서 쫓아올 경우에는, "최후의 불시착" 기동을 해야 할 필요가 있습니다. 만일 미사일이 당신의 기체로 부터 1~2 키로미터 정도 떨어져 있을 경우 (미사일의 속도에 따라), 기수를 아래로 향한 채 미사일의 방향으로 최고 G 브레이크 턴을 행해야 합니다. 이 기동이 먹혀들기 위해서는 몇 가지 요인이 필요하다는 것을 기억 해 주셔야 합니다. 첫째, 미사일은 현재 에너지가 별로 없으며 높은 값의 G 기동을 할 수 없어야 합니다. 둘째, 미사일 시커는 다른 기계적 장치와 마찬가지로 목표를 추적할 수 속도의 한계와 짐벌의 한계를 지니고 있습니다. 만일 당신이 코스를 회피하기 위해 충분한 값으로 급선회를 하였다면, 시커는 당신의 기체를 더 이상 추적할 수 없습니다.



13-9: 미사일을 채프와 플레어로 유도하기

당신은 당신을 향해 쏜 미사일을 "쓸모없게" 하기 위해 모든 것을 해야 하는데, 여기에는 회피 기동을 포함하여 능동, 수동 재밍을 모두 행하여야 합니다. 물론 이 모든 것에 대해 생존을 위해 가장 중요한 점은 미사일 발사를 초기에 확인하는 것입니다. 그러나, 당신이 얼마나 초기에 미사일을 탐지했건, 그에 대해 어떠한 대응책을 시행했건 간에, 미사일이 빛나갈 것이라는 확신은 하지 못하며, 특히 여러 방향에서 당신을 향해 미사일이 발사되었을 때에는 더 그러합니다



14

무장 사용절차

무장 사용절차

게임에 등장하는 비행 가능한 항공기에는 각 각 고유한 무기 제어 시스템 (WCS)이 있으며, 파일럿과 WCS 간의 인터페이스 기계적 구조는 미국과 러시아 항공기간에 크게 다릅니다. 이 섹션에서는 여러 종류의 무기를 성공적으로 운용하는 데 필요한 단계를 설명합니다.

무기를 사용하기 위해서, 조종사는 다음 단계들을 수행 해야 합니다:

- 타겟 탐지
- 타겟 지정 또는 락온
- 무기 발사

MiG-29A, MiG-29S, Su-27, Su-33

MiG-29, Su-27, Su-33 항공기들의 무기 사용 절차는 서로 유사 합니다.

다음은 공대공 무기를 사용하는 데 필요한 절차에 대한 설명입니다. 이것은 장거리 무기로 시작하여 근거리 시스템으로 마무리됩니다.

장거리 전투 (Long-Range Combat)

능동 센서 레이더를 이용한 장거리 미사일 교전

임무, 목표 유형 및 방해 전파 환경에 따라 장거리 미사일 사용을 위해 두 가지 기본 레이더 모드 인 **SCAN** 및 **TWS** 를 사용할 수 있습니다. **TWS** 모드는 보다 상세한 목표 정보를 제공하고, 전술 상황을 헤드 다운 디스플레이 (HDD)에 표시할 수 있게 하며, 자동 모드에서 타겟을 락온 할 수 있습니다. 그러나, 방해 전파가 많이 사용되는 전장에서 표적을 탐지하거나 높고 낮은 표적을 동시에 탐지하는 데 사용할 수는 없습니다. 이러한 경우 **SCAN** 모드를 사용하는 것이 가장 좋습니다. 높은 목표와 낮은 목표 모두 검색하려면 **AUTO** 하위 모드를 사용하십시오. 그러나, **AUTO** 를 사용하면 **HI (PPS)** 및 **MED (ZPS)** 하위 모드에 비해 감지 범위가 약 25 % 감소합니다. 타겟의 애스펙트를 이미 알고 있다면 **[RShift-I]** 키를 사용하여 적절한 하위 모드를 입력하는 것이 좋습니다.

타겟 획득, 락온 그리고 미사일 발사는 다음 단계로 구성 되어 있습니다:

단계 1

장거리에 있는 타겟을 찾기위해서, 장거리 **[2]** 모드를 선택하고, **[I]** 키로 레이더를 활성화 시킵니다 그리고 **[+]**, **[-]** 키를 이용해서 HUD 와 HDD 의 적절한 범위 스케일을 km 단위로 설정합니다. 상황에 따라 **[RAIt-I]** 키를 눌러 TWS 모드로 전환 할 수 있습니다. **[D]** 키를 눌러 범위와 목표에 가장 적합한 미사일을 선택하고, HUD 에서 선택된 것을 확인합니다.

단계 2

레이더 방위각(아지무스) 스캔 영역을 표적 방향으로 향하게 하십시오. 러시아 전투기에서는 방위각 스캔 영역이 서로 따로 움직이며 중앙 ± 30 도, 왼쪽 $-60 - 0$ 도 및 오른쪽 $0 - +60$ 도의 세 가지 위치가 있습니다. 타겟이 중앙 ± 30 도 구역 밖에 있으면 **[RShift-]** 또는 **[RShift-/]**키를 사용하여 스캔 영역을 왼쪽 또는 오른쪽으로 움직여야 합니다.

단계 3

레이더 고도 스캔 영역을 대상 방향으로 향하게 합니다. 이를 하기 위해서 두 가지의 방법이 있습니다.

첫 번째 방법은 거리와 고도를 데이터 좌표로 이용하여 영역 높이를 설정하는 것입니다. 이를 위해 먼저 AWT (AWACS 또는 GCI 에서 제공하는 정보) 범위를 킬로미터 단위로 알고 있어야 합니다. **[RCtrl-+]**, **[Ctrl--]** 키를 사용하여 HUD 에 입력 할 수 있습니다. 여러분의 항공기와 타겟의 엘리베이션을 설정하기 위해서는, **[RShift-;]**, **[RShift-.]** 키를 사용하십시오. 이렇게하면 스캔 영역이 대상 위에 놓입니다.

두 번째 방법은 HDD 의 세로 축 왼쪽을 따라 스캔 엘리베이션 꺾쇠 모양을 사용하는 것입니다. 이 설정 제어는 게임 컨트롤러 축에 지정할 수 있으며, 고도 스캔 영역 설정은 HUD 의 판독 값에 해당합니다.

단계 4

스캔 영역이 타겟 방향으로 향한 후에는 타겟이 검색 되기까지 최대 6 초 동안 대기 해야 할 수 있습니다. 이는 레이더가 여러 스캔주기를 완료 한 후에만 수행되기 때문입니다. 레이더가 타겟을 탐지 한 후, TWS 모드가 활성화되면 HUD 및 HDD 에 아이콘이 표시됩니다. 아군 피아식별 (IFF)은 이중으로 표시 됩니다. 적군 항공기는 단 하나의 표시만을 표시합니다. HDD 에는 아군기는 원형 마크로 나타나며, 적기는 삼각형으로 표시가 됩니다. 컨택 된 항공기들에서 대시 마크의 수는 타겟의 RCS 크기를 나타냅니다. 일반적으로, 컨택한 마크가 더 클수록, 컨택한 물체가 더 큰것 입니다.

단계 5

타겟을 탐지 한 후, 다음 단계는 락온을 하는 것 입니다.

SCAN 모드에서 락온을 하기 위해서, 타겟 지정 커서 (TDC)를 타겟 위에 놓고 **[Enter]** 키를 누릅니다. 범위, 타겟 RCS 그리고 재밍의 요건이 갖추어 진다면, 타겟은 원형 타겟 마커 표시로 잠기고 프레임 됩니다. 이제 레이더가 STT 모드로 전환됩니다.

TWS 모드에서 **[L]**, **[I]**, **[J]**, **[K]** 키로 TDC 를 사용하여 타겟 근처에 놓으면 TDC 가 자동으로 타겟 마크에 "스냅»합니다. 이는 레이더가 이제 특정 컨택 기체를 추적하고 컨택 기체에 관해 추가 데이터를 받는다는 것을 가리킵니다. 확실하게 STT 락온을 하려면, **[Enter]** 키를 누르십시오. STT 락온이 선택 된 미사일 최대 범위의 85 % 이상으로 실행 되면 STT 락온이 수행되지 않습니다. 그러나 85 % 이하가 되면 STT 락온이 자동으로 시작됩니다.

단계 6

STT 모드에서 타겟까지의 거리가 선택한 미사일의 최대 범위 85 % 이 하인 경우, LA - "launch authorized" 메시지가 HUD 에 표시됩니다. 이 메시지가 나타나면 조이스틱의 발사 무기 버튼을 누르거나 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사 할 수 있습니다.

타겟이 간단한 미사일 회피 기동을 수행 함으로써 미사일을 피할 수 있기 때문에 기동하는 타겟에 대해서 최대 거리로부터의 미사일 발사는 매우 효과적이지 않다는 것을 인지 해야 합니다. 상황에 따라, RPI 범위에 도달 할 때까지 기다리십시오. 이는 격추 가능성을 매우 증가시킬 것 입니다. 그러나, 발사 오버라이드와 함께 최대 거리나 넘어서 발사하는 것은 적에게 조기 방어를 실행할 수 있는 기회를 줄 수 있습니다.

SARH 미사일 (R-27R, R-27ER)은 미사일의 비행 시간 동안 타겟에 STT 모드로 락온을 유지 해야 합니다. 만약 타겟의 락온이 풀어졌을 때, 다시 빠르게 락온을 할 수 있다면, 미사일은 계속해서 타겟을 향하게 됩니다. 그러나, 능동 시커가 있는 R-77은 비행 중 STT 를 요구하지 않습니다. 타겟이 12~15km 이내라면, 능동 시커가 작동하여 타겟을 쫓아가며 더이상 발사 항공기의 지원을 받지 않아도 됩니다.

SARH 미사일 사용하기 위해서, 미사일의 비행 시간동안 STT 모드로 타겟을 반드시 락온 해야합니다. 사용하는 미사일의 타겟이 15KM 이내라면 자동적으로 요격을 지속할 것 입니다.

능동센서IRST를 사용한 장거리 미사일 교전

장거리 미사일 전투를 위해 적외선 탐색 및 추적 (IRST) 시스템을 사용하면 은밀한 공격이 가능하게 됩니다. IRST 는 활성 된 재밍에 영향을 받지 않지만 레이더보다 타겟 탐지 범위가 훨씬 작습니다. R-27ET, R-27T, R-73 및 R-60은 모두 IRST 시스템과 함께 사용할 수 있습니다.

IRST 는 적외선 스펙트럼에서 작동하고 열처리를 통해 타겟을 탐지합니다. 항공기의 "가장 뜨거운" 부분은 고온 가스를 방출하고 주변 금속 동체를 가열하는 제트 엔진입니다. 이것이 적외선 탐지기 정면보다 항공기의 후방에서 더 효과적인 이유입니다.

IRST 시스템은 범위 정보를 제공하지 않습니다. HUD 의 타겟 정보는 수평에서 아지무스의 형태와 수직에서 타겟 엘리베이션의 형태로 보여줍니다. 피아 식별 장치(IFF)는 IRST 와 함께 작동하지 않으므로, 공격하기 전에 타겟이 적의 항공기인지 확실히 확인하여야 합니다.

타겟 획득, 락온, 그리고 미사일 발사는 다음 단계로 구성되어있습니다:

단계 1

장거리에 있는 타겟을 탐색하기 위해서는, 장거리 [2] 모드를 선택합니다, [O] 키로 IRST 를 활성화 합니다. 그리고 [+], [-]키를 이용하여 km 단위로 HUD 와 HDD 에 적당한 범위 스케일을 설정 합니다.

[D] 키로 그 범위와 타겟에 가장 좋은 미사일을 선택합니다. 그리고 HUD 에서 선택 미사일을 확인합니다.

단계 2

타겟의 방향으로 레이저 이지무스 스캔 구역을 맞추십시오. 러시아 전투기들은 이지무스 스캔 구역이 서로 다르게 움직이며 중앙 ± 30 도, 좌측 $-60 - 0$ 도 그리고 우측 $0 - +60$ 도의 세 가지 위치가 있습니다. 타겟이 중앙 ± 30 도 범위를 벗어나면, [RShift-] 그리고 [RShift-/] 키를 사용하여 스캔 영역을 왼쪽 또는 오른쪽으로 이동해야 합니다.

단계 3

타겟 방향으로IRST 엘리베이션 스캔 영역을 이동합니다.

[RShift-], [RShift-/]키들로 가능한 타겟 엘리베이션에 따라 스캔 구역을 위로 움직이거나 아래로 움직입니다. 엘리베이션 표시기는 HDD 의 왼쪽에 표시됩니다. 타겟 탐색을 위한 최적의 방법은 조금씩 움직이며 수직 축을 따라 스캔하는 것 입니다.

단계 4

스캔 영역을 타겟 방향으로 향할 후에IRST가 움직일 때마다 4 ~ 6 초 동안 검색하도록 해야 합니다. 이것은IRST가 그 탐색 부분을 적절히 탐색하게 해 줍니다. HUD 에서 타겟 표식을 구성하는 대쉬의 수는 적외선 신호의 크기와 일치합니다. 일반적으로, 큰 항공기는 더 큰 적외선 신호를 가지게 되며, 예외로 애프터버너를 쓰는 항공기가 있습니다.

단계 5

일단 타겟이 탐지되면, 다음은 타겟을 락온하는 것 입니다

락온을 하기 위해서, TDC 를 컨택 한 기체를 올려놓고 [Enter] 키를 누릅니다. 타겟 거리와 적외선 신호가 유효 범위에 들어 온다면,IRST는 STT 락온을 실행할 것 입니다. 그리고나서 타겟은 HUD 에서 원형으로 둘러 싸여 보이게 됩니다.

단계 6

STT 모드가 선택되었고, 타겟까지의 거리가 선택 된 미사일의 최대 범위의 85% 이하 일 경우, "launch authorized" 메시지가 HUD 에 나타날 것 입니다. 이 발사 허가와 함께, 여러분은 조이스틱에 발사버튼 또는 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사할 수 있습니다.

타겟이 간단한 미사일 회피기동을 수행함으로써 미사일을 회피 할 수 있기 때문에 기동하는 타겟에 대해서 최대거리로부터 미사일 발사는 매우 효과적이지 않다는 것을 알아야 합니다. 상황에 따라, RPI 거리가 도달 될 때까지 기다리면 격추 가능성이 크게 높아집니다.

IR 시커를 가진 미사일은 "fire-and-forget" 이라 불리며, 이는 발사 후 모기체로부터 어떠한 추가 지원을 필요로 하지 않습니다. 한 번 발사되면, 조종사는 즉시 다른 임무 수행을 시작할 수 있습니다.

R-27T/ET 중거리 미사일은 발사 전에 반드시 적외선 시커가 타겟을 띠고 있어야 합니다. 이러한 시스템은 IR 호밍 방식으로 되어 있으며, 데이터링크 시스템을 사용하지 않습니다

근접 공중 전투 (Close Air Combat, CAC)

근접 전투 (CAC)는 적과 서로 볼 수 있는 거리에서 벌어지는 전투입니다. 이는 각 각의 진영이 좋은 위치를 찾아 첫 번째 사격을 할 수 있도록 하기 위해 아주 빠르고 힘든 선회 경기를 벌리게 됩니다.

CAC 범위는 대개 CAC 모드의 타겟팅 및 무기 시스템의 최대 탐지 및 교전 범위에 의해 제한 되는데, 약 10km 에 해당합니다.

CAC 에서는 R-73 및 R-60과 같이 기동성이 높은 미사일이 자주 사용됩니다. 이들은 높은 G 전술을 수행하는 기동성 있는 타겟을 공격하기 위해 최적화 된 광각 IR 시커를 가지고 있으며, 기총과 함께 자주 사용됩니다.

CAC 에서 사용되는 몇 가지 타겟팅 모드는 다음과 같습니다.

근접 공중 전투 - 수직 스캔 모드 (Vertical Scan Mode)

수직스캔 모드는 High-G 전투 기동을 수행 할 때 아마도 가장 편리하고 유용한 모드 일 겁니다. 이 하위 모드에서는 레이더와 IRST 가 수직으로 3도, 10도 ~ 50 도의 영역을 스캔합니다. 스캔 영역 방향각 제한을 나타내는 두 개의 수직선이 HUD 에 표시됩니다. 기동 목표를 따라 갈 때, 같은 리프트 라인에서 HUD 보다 위에 있을 때 VS 모드는 "오버 풀링(over-pulling)" 하지 않고 타겟을 HUD 에 올려 놓을 수 있습니다.

락온과 발사 단계는 다음과 같습니다:

단계 1

공중 타겟을 육안으로 탐지 했을 때, [3] 키를 눌러 VS 모드를 활성화 하면, IRST 센서가 자동적으로 활성화 될 것 입니다. 이는 활성화 된 센서들 없이 공격을 할 수 있게 합니다. 그런 후, SARH 유형 미사일을 선택하면, [I] 키를 눌러 수동으로 레이더를 작동 시켜야 합니다. [D] 키로 순환하면서 원하는 미사일을 선택하거나 [C] 키를 눌러 내부 기총을 선택합니다. 활성화된 무기는 HUD 에 표시될 것 입니다.

단계 2

항공기를 조종하여 HUD의 두 수직선 사이에 표적을 놓습니다. 실제 스캔 영역은 상위 HUD 프레임 위에 두 개의 HUD 길이를 확장합니다. 따라서 HUD보다 훨씬 높은 타겟에 고정시킬 수 있습니다.

스캔 영역에 타겟이 있고 센서가 활성화 되어 있으면 타겟이 자동으로 락온됩니다. 락온이 되면IRST 또는 레이더가 자동으로 STT 락온으로 전환됩니다. 내부 기총이 선택되면 LCOS 건 모드가 활성화됩니다.

단계 3

STT 모드가 선택되었고, 타겟까지의 거리가 선택된 미사일의 최대 범위의 85% 이하 일 경우, "LA - launch authorized" 메시지가 HUD에 나타날 것입니다. 이 발사 허가와 함께, 여러분은 조이스틱에 발사버튼 또는 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사할 수 있습니다.

LCOS 기총 모드이면, 타겟에 건 피퍼를 놓고 조이스틱이나 키보드의 [Space] 키를 눌러 발사합니다.

격추 확률을 높이려면 미사일 발사 전에 표적과 미사일의 충돌 코스를 예상하고 항공기를 조종하여 조준 오류를 최소화 합니다. 이는 발사 시 미사일에 가해지는 중력(G)을 줄여 주게 됩니다.

IRST 같은 수동 타겟 탐지 시스템은 적 조종사들에게 감지될 가능성이 줄어들어 주게 되어, 락온을 함으로서 적 조종사를 놀라게 할 수 있게 해 줍니다.

근접 공중 전투 – 스트로브 (보어) 모드(Close Air Combat – STROB (BORE) Mode)

보어 모드는 VS 모드와 비슷하지만 센서가 세로축(종축, 2.5도 원뿔)을 따라 항공기를 스캔하고 VS 처럼 리프트 벡터를 따라 스캔하지 않으며 수동으로 대상을 락온 해야 한다는 점만 다릅니다. 스캔 영역은 2.5도 격자로 HUD에 표시되며 [L], [I], [J], [K]키와 함께 이동할 수 있습니다.

락온과 발사 단계는 다음과 같습니다:

단계 1

공중 타겟을 육안으로 탐지 했을 때, [4] 키를 눌러 보어 모드를 활성화 하면, IRST 센서가 자동으로 활성화 됩니다. 이는 활성화 된 센서들 없이 공격을 할 수 있게 합니다. 그런 다음 SARH 형 미사일을 선택하면 [I] 키를 눌러 수동으로 레이더를 작동 시켜야 합니다. [D] 키를 누르거나 [C] 키를 눌러 내부 기총을 선택합니다. 활성화 된 무기가 HUD에 표시됩니다.

단계 2

여러분의 항공기를 기동하거나 [L], [I], [J], [K] 키를 이용하여, 타겟을 보어 레티클에 걸쳐 놓습니다. 타겟이 레티클 안에 있을 때, [Enter] 키를 눌러 수동으로 락온을 합니다. 한번 락온 되면, STT 모드는 자동적으로 선택될 것입니다. 내부 기총이 선택 되면, LCOS 건 피퍼가 HUD에 보여질 것입니다.

단계 3

STT 모드가 선택 되었고, 타겟까지의 거리가 선택 된 미사일의 최대 범위의 85% 이하 일 경우, "LA - launch authorized" 메시지가 HUD 에 나타날 것 입니다. 이 발사 허가와 함께, 여러분은 조이스틱에 발사버튼 또는 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사할 수 있습니다.

LCOS 기총 모드이면, 타겟에 건 피퍼를 놓고 조이스틱이나 키보드의 [Space] 키를 눌러 발사합니다. 격추 확률을 높이려면 미사일 발사 전에 표적과 미사일의 충돌 코스를 예상하고 항공기를 조종하여 조준 오류를 최소화 합니다. 이는 발사 시 미사일에게 가해지는 중력(G)을 줄여 주게 됩니다.

근접 공중 전투 – Shlem (헬멧) 모드 Close Air Combat – Shlem (Helmet) Mode

이 모드는 상당히 독특한 근접 전투 모드입니다. Schel-3UM 헬멧 장착 조준 시스템 (HMCS)을 사용하면 파일럿은 머리를 움직여 항공기 타겟팅 시스템을 제어하고 무기를 모노클 레티쿨(외눈 레티쿨)에 배치 된 타겟을 직접 지정할 수 있습니다. 조종사의 머리를 움직여 타겟 위에 레티큘러를 놓음으로써 조종사는 지정된 타겟에 센서와 무기를 고정시킬 수 있습니다. 레티큘은 HUD 에 반영되는 기호와 같지 않지만 화면의 중앙에 항상 표시됩니다. 이 모드는 높은 오프 보어 사이트 각도에서 타겟을 락온과 교전을 하기위한 근접 공중 전투에서 사용됩니다.

락온과 발사 단계는 다음과 같습니다:

단계 1

공중 타겟을 육안으로 탐지 했을 때, [5] 키를 눌러 **SHLEM** 모드를 켜면,IRST 센서가 자동으로 활성화 됩니다. 이는 활성화 된 센서들 없이 공격을 할 수 있게 합니다. 그런 다음 SARH 형 미사일을 선택하면 [I] 키를 눌러 수동으로 레이더를 작동 시켜야 합니다. [D] 키를 누르거나 [C] 키를 눌러 내부 기총을 선택합니다. 선택 된 무기가 HUD 에 표시됩니다.

단계 2

숫자 패드 키를 사용하여 각핏 뷰를 움직여 HMCS 레티큘을 목표 위에 놓고 [Enter] 키를 눌러서 조준합니다. 또는 [NumPadDel] 키를 사용하여 목표를 먼저 패드락 한 후 SHLEM 모드를 활성화 하고 [Enter] 키를 눌러서 조준합니다. 타겟을 락온하면 STT 모드가 자동으로 시작됩니다. 내부 기총이 선택 되면, LCOS 건 피퍼는 HUD 에 표시될 것 입니다.

단계 3

레티큘 형태에 따라, 3개의 조건들을 결정 할 수 있습니다:

레티큘은 타겟을 조준 할 수 있습니다 – 타겟 락온을 쉽게 할 수 있지만 무기 발사 준비는 되어 있지 않습니다.

레티큘은 타겟을 조준 할 수 있으며, 2 Hz 주파수로 점멸 합니다. launch is authorized. 이것은 미사일 발사를 위한 조건을 충족시켰다는 것을 의미합니다. "LA" 메시지는 HUD 에 표시 되며, 이 때

조이스틱에 무기 발사 버튼을 누르거나, 키보드에 [Space] 키를 눌러서 미사일을 발사할 수 있습니다.

레티쿨에 "X" 가 표시된다면, 발사가 허용되지 않으며, 락온이 가능하지 않다는 것을 나타냅니다. 이는 HMCS 레티쿨이 허용 된 지정 각도를 넘을 때 보여질 것 입니다.

LCOS 기총 모드이면, 타겟에 건 피퍼를 놓고 조이스틱이나 키보드의 [Space] 키를 눌러 발사합니다.

격추 확률을 높이려면 미사일 발사 전에 표적과 미사일의 충돌 코스를 예상하고 항공기를 조종하여 조준 오류를 최소화 합니다. 이는 발사 시 미사일에게 가해지는 중력(G)을 줄여 주게 됩니다.

Fi0 (세로) 모드(Fi0 (Longitudinal) Mode)

세로모드는 WCS 가 고장 났을 경우를 대비 하는 예비 모드입니다. 이 모드는 적외선 유도 미사일 (R-27T, R-27ET, R-73, R-60)을 위해 사용되는데, 항공기의 WCS 의 도움없이 타겟을 락온을 할 수 있습니다. 이 모드에서, 타겟 락온은 미사일 내부 시커에 의해서만 할 수 있는데, 세로축의 약 2도 스캔구역을 가집니다. 타겟을 락온 하기 위해, 타겟이 반드시 시커의 스캔 구역에 들어와야 합니다, 스캔 구역은 HUD 에 항공 기호 중앙에 있습니다.

락온과 발사 단계는 다음과 같습니다:

단계 1

공중 타겟을 육안으로 탐지했을 때, [6] 키로 눌러 세로 모드를 활성화 합니다. WCS 시스템이 손상되었고 HUD 에 지시계 부분이 없어졌다다면, SETKA (레티쿨)모드로 전환 하십시오. [D] 키로 계속 눌러 원하는 미사일을 선택하거나 [C] 키를 눌러 내부 기총을 선택합니다. 선택 된 무기가 HUD 에 표시됩니다.

단계 2

선택 한 타겟을 HUD 항공 기호의 중앙에 위치 시키기 위해 기동하십시오. 타겟이 미사일 시커의 시야 안에 있을때 "launch authorized" 메시지가 나타나게 됩니다.

단계 3

여러분은 목표까지의 거리가 미사일의 최대 발사 범위보다 작은지를 시각적으로 결정 해야 합니다. 조이스틱에 무기 발사 버튼 또는 키보드에 [Space] 키를 눌러서 미사일을 발사할 수 있습니다.

"LA"알림은 타겟까지의 거리는 계산되지 않는다는것을 알고 계셔야 합니다. 거리가 멀 때 미사일이 발사 된다면, 미사일이 타겟에 도달하기에 충분한 에너지를 갖지 못할 확률이 높습니다. 따라서 육안으로 거리를 측정하고 에스펙트 각도 (중형비)를 고려해야합니다.

공대지 무기

MiG-29, Su-27 그리고 Su-33은 자유낙하 폭탄, 비유도 로케를 포함 한 한정된 유형의 공대지 무장들을 장착 할 수 있습니다.

일반 목적, 저항력 폭탄(General Purpose, Low-Drag Bombs)

이 범주의 폭탄은 FAB-100, FAB-250 및 FAB-500 자유 낙하 폭탄을 포함 합니다. 이들은 항력 지수가 낮고 평탄한 궤도를 가지고 있으며, 이는 타겟을 육안으로 확인 후 폭탄 투하를 가능하게 합니다..

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 하십시오.

단계 3

CCIP 조준 피퍼가 HUD 의 하단에서 움직이기 시작하면, 피퍼를 표적 위에 올려 놓고, 조이스틱의 무기 해제 버튼 또는 HUD 에 "LA"가 나타날 때 키보드의 [Space]키를 누릅니다.

LA 기호가 HUD 에서 보인 후에 폭탄을 투하 할 수 있습니다. 투하 전에 타겟을 향한 일정한 다이브는 좋은 투하 자세로 타격 가능성을 높여 줍니다. 폭격 하는 동안에 뱅크, 피치, 요 그리고 속도의 변화가 일어나지 않게 하십시오. 이러한 미세한 조종은 폭격의 정확도를 높여 줍니다.

일반 목적, 고허력 폭탄(General Purpose, High-Drag Bombs)

이 폭탄의 범주에는 PB-250, ODAB-500, 다양한 RBK 유형, KMGU-2 컨테이너 및 BetAB 콘크리트 피어링 폭탄과 같이 공기 역학적으로 항력이 높은 폭탄이 포함됩니다. 이 폭탄들은 고허력 값을 가지고 있고, 육안으로 보이는 타겟의 타겟팅을 상당히 복잡한 곡선을 그리는 궤적을 가지고 있습니다.

이 유형의 폭탄을 사용 할 때 지속 계산 투하 지점 (CCRP) 모드를 사용 하는 것을 추천 합니다. 고허력 폭탄을 투하하기 위해선 다음 단계들을 따르십시오:

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택 합니다.

단계 3

원하는 타겟을 CCRP 피퍼에 놓으십시오. 그리고 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 또는 키보드에 있는 [Space] 키를 누른채로 유지하십시오. WCS 가 투하 지점 계산을 실행 할 것입니다. 그리고 HUD 에 표적 지점을 나타내는 다이아몬드 기호가 나타 날 것 입니다. HUD 의 상단 부분에 스티어링 링이 표시 될 것 입니다. 항공기 기호 "tail"이 원의 중앙으로 오도록 비행 하십시오. HUD 의 오른쪽에 있는범위 스케일은 초 단위로 나타내는 투하까지 시간 스케일(Time to release scale)로 전환 됩니다 . 발사 준비 시간을 나타내는 화살표는 폭탄 투하 10초전에 표시 됩니다. 정확한 폭격을 위해서 बैं크와 요의 변화를 줄이는 것이 가장 좋습니다. 타이머가 0에 도달하면, 폭탄은 자동적으로 투하되고 발사 버튼을 놓을 수 있습니다.

단계 4

조이스틱에 있는 트리거나 [Space] 키를 놓으십시오.

비유도 로켓 및 내부 기총(Unguided Rockets and Internal Gun)

비유도 로켓은 유도 시스템을 장착하지 않는 모든 로켓과 미사일을 포함 하며, 여기에는 UB-32 로켓 런처의 S-5, B-8 로켓런처의 S-8, UB-13 로켓런처의 S-13, S-24 그리고 S-25를 포함합니다. 내부 기총은 150발 GSh-301 30mm 기총 입니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택합니다 로켓을 선택하기 위해서 [D]키를 계속 누르고, 기총을 활성화시키기 위해 [C] 키로 선택합니다. HUD 에서 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 향해 각이 크지 않은 다이브 기동을 합니다.

단계 3

조준 피퍼가 타겟에 걸쳐있고 발사 조건이 만족됐을때, "LA" 메시지가 HUD 에서 나타날 것 입니다. 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [Space] 키를 눌러서 로켓이나 기총을 발사합니다.

비유도 로켓은 "LA" 메시지가 HUD 에 나타나면 발사 할 수 있습니다. 발사 하기 전에, 최소한의 बैं크, 피치, 그리고 요 편차를 가지고 각도를 얇게 बैं크를 주십시오. 편차가 크게 되면, 로켓의 정확성이 떨어질 수 있습니다.

Su-25

Su-25는 지상 목표를 타격하기 위해 설계되었지만 레이더가 장착되어 있지 않습니다. 레이저 유도 미사일의 목표 거리와 레이저의 조명 거리를 결정하기 위해 레이저 거리 측정기 / 표적 지정기인 "Klen-PS"를 장착 되어 있으며, 매우 제한적인 공대공 전투 능력을 가지고 있습니다.

공대공 무장

R-60 단거리 미사일

단계 1

[6]키를 눌러 공대공 모드로 전환 하면, 세로 조준 모드가 활성화 됩니다. 이것은 Su-25를 위한 유일한 공대공 미사일 모드입니다.

단계 2

항공기를 조종하여 HUD 에 있는 항공기 기호의 중심을 타겟 위에 올려 놓습니다. 미사일 추적 장치가 락온 범위에 있으면 타겟을 빠르게 조준할 것입니다. 노란색 발사 허가 램프가 깜빡일 것입니다; 그리고 락온이 되었다는 소리가 날 것입니다. 락온 거리는 타겟의 IR 반응에 크게 의존합니다. 항공기의 최대 반응은 고고도, 최대 애프터버너 비행하고 있을 때, 그리고 여러분이 타겟의 뒤쪽에서 비행 하고 있을 때 나타납니다. 헬리콥터는 최소의 IR 반응을 가지고 있고 감지하기 어려울 수 있습니다. 미사일 시커가 락온을 하고 HUD 에 "LA" 메시지가 표시됐을 때, 이는 오직 타겟이 락온 되었다는 것만을 표시 하며, 타겟이 미사일 사정 거리 내에 있다는 것을 의미하지는 않습니다. 미사일을 조기에 발사하는 것은 타겟을 요격하기위한 에너지가 부족하기 때문에 요격에 실패 할 수 있습니다. 타겟의 형태를 육안으로 확인하거나, 거리가 2km 가 될 때까지 발사하지 않는 것이 좋습니다..

단계 3

조이스틱에 있는 트리거를 누르거나 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사합니다. 미사일은 "fire and forget" 이고 모기체로부터 추가적인 지원이 필요하지 않습니다.

내부 기총 및 기총 포드(Internal Gun and Gun Pods Against Air Targets)

내부 기총과 건포드는 일반적으로 지상 타겟에 사용되지만, 낮은 정확도로 항공 타겟에 사용될 수 있습니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[6]키를 눌러 공대공 모드를 선택합니다. 내부 기총 또는 건포드를 선택하기 위해서, [C] 키를 누르면, 조준 사이트인 콜리메이터 (ASP-17)에 조준 마크가 나타날 것 입니다. 고정 된 레티클은 [8] 키를 눌러 사용 할 수 있습니다.

단계 3

항공기를 기동 하여 적절히 타겟을 리드하십시오. 조이스틱에 있는 트리거를 당기거나 기총을 발사하기위해 [Space] 키를 누르십시오.

효과적인 기총 사격은 일반적으로 800m 미만입니다. 사격 하기 전에 육안으로 거리를 판단하십시오.

공대지 무기

Su-25를 위한 공대지 무기 사용 모드는 다소 기초적입니다. 우리는 비유도 무기들의 유형과 사용 절차를 아래에서 다룰 것 입니다.

비유도, 저 항력 폭탄(Unguided, Low-Drag Bombs)

이 범주의 폭탄은 FAB-100, FAB-250 및 FAB-500 자유 낙하 폭탄을 포함 합니다. 이들은 항력 지수가 낮고 평탄한 궤도를 가지고 있으며, 이는 타겟을 육안으로 확인 후 폭탄 투하를 가능하게 합니다..

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7]키를 눌러 공대지 모드로 전환합니다. 무기 컨트롤 패널과 [D] 키로 투하 될 무기를 선택합니다. 리플 수량은 [LCtrl-Space] 키를 사용하여 선택 하십시오. 그리고 [M] 키로 투하 간격을 선택합니다.

단계 3

레이저 거리 측정기/타겟 지정기를 [RShift-O] 키를 눌러서 켜면 녹색 램프가 켜 집니다. 윈 레벨 다이브를 사용하면서, 스피드를 500~600 km/hour 사이를 유지 합니다.

단계 4

조준 마크가 HUD의 아랫쪽 부분에서 부터 움직이기 시작하면, 항공기를 조종하여 타겟에 조준 마크를 놓습니다. 조준 마크가 타겟 바로 밑에 충돌지점이 표시되고, 폭탄이 투하될 수 있을때, 오렌지색 램프가 켜집니다. 폭탄을 투하 하기위해서, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 **[Space]** 키를 누르십시오. 폭탄 리플 설정이 되었다면, 펄스가 끝날 때 까지 무기 발사 버튼을 계속 누르고 있습니다.

단계 5

[RShift-O] 키를 눌러레이저 거리측정기를 끕니다. 거리 측정기/ 타겟 지정기는 약 1분의 지속 시간을 가진 아주 제한적인 장치입니다. 그 후, 장치는 냉각을 해야 하며, 그렇지 않으면 손상을 입을 가능성이 커 집니다. 냉각하는 시간 동안, 녹색 램프는 2Hz 간격으로 깜빡 일 것 입니다; 장치가 충분히 냉각이 되었을때 램프는 꺼집니다. 냉각 시간은 작동시간하고 거의 같으며, 사용 환경 온도 조건에 따라 다릅니다.

비유도, 고 항력 폭탄(Unguided, High-Drag Bombs)

이 범주의 폭탄은 PB-250, ODAB-500, 다양한 RBK 유형, KMGU-2 컨테이너 및 Bet AB 콘크리트 관통 폭탄과 같이 항공 역학적으로 항력이 강한 폭탄이 포함됩니다. 이 들은 항력 값이 높고, 육안으로 보이는 타겟의 타겟팅을 상당히 복잡한 곡선을 그리는 궤적을 가지고있습니다.

이 유형의 폭탄을 사용할때 투하지점 지속 계산 (CCRP) 모드를 사용하는 것을 추천합니다. 고 항력 폭탄을 투하하기 위해서 다음 단계들을 따르십시오:

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7]를 눌러 공대지 모드로 전환합니다. 무기 컨트롤 패널 사용과 **[D]** 키로 투하 할 무기를 선택합니다. 리플 양은 **[LCtrl-Space]** 키로 패널에서 선택 할 수 있습니다. 그리고 **[M]** 키로 투하 간격을 선택해야 합니다.

단계 3

레이저 거리 측정기/타겟 지정기를 **[RShift-O]** 키를 눌러서 켜면 녹색 램프가 켜 집니다. 원하는 타겟에 조준 마크를 놓기 위해 항공기를 조종 하십시오. 그리고 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르고 유지하거나 키보드에 있는 **[Space]** 키를 누르십시오. 그러면, WCS 는 투하 지점을 계산하기 시작합니다. 그런 다음 여러분은 어떠한 뱅크 각도없이 수평 비행으로 비행 해야만 합니다. 삼각 인덱스 - 조준마크에 있는 뱅크 지시계를 따라 뱅크를 컨트롤 하십시오. 이 모드에서 원형 범위

스케일은 투하까지의 시간을 지시합니다. 시간 스케일이 0 으로 도달 했을때, 폭탄은 자동적으로 투하 될 것 입니다.

단계 4

한 번의 투하 과정이 완료 되면 트리거를 놓은 후 [RShift-O] 키를 눌러서 거리 측정기를 끄십시오.

비유도 로켓, 내부 기총 및 건 포드(Unguided Rockets, Internal Gun and Gun Pods)

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7]키를 눌러 공대지 모드로 전환합니다. 무기 컨트롤 패널 사용과 [D] 키로 비유도 로켓을 선택하거나 [C] 키로 내부 기총/건포드를 선택합니다. 무기 컨트롤 패널은 무기 변화와 상태를 반영합니다. 레이저 거리 측정기/타겟 지정기를 [RShift-O] 키를 눌러서 켜면 녹색 램프가 켜 집니다. 워 레벨 다이브를 하는동안 타겟에 조준 마크를 놓기 위해 항공기를 조종 하십시오.

단계 3

모든 무기가 발사 조건에 만족 되었을때, 오렌지색 램프가 켜질 것 입니다; 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 사격을 위해 키보드에 있는 [Space] 키를누르십시오.

단계 5

거리 측정기/타겟 지정기를 [RShift-O] 키로 끕니다.

비유도 로켓은 오직 모든 발사조건이 만족 됐을 때(오렌지색 램프가 켜졌을때) 발사 할 수 있습니다. 발사전에, 워 레벨 다이브로 진입하십시오. 그리고 타겟을 조준마크에 걸치게 놓으십시오. 뱅크,피치 그리고 요의 편차는 타겟 타격에 심각한 영향을 미칠 수 있습니다.

Kh-25ML, Kh-29L, 그리고 S-25I 공대지 미사일

단계 1

타겟을 육안으로 식별 하십시오.

단계 2

[7]키를 눌러 공대지 모드로 전환합니다. [D] 키를 계속 눌러 유도 미사일을 선택합니다. 무기 상태 및 선택은 무장 컨트롤 패널에 표시됩니다. 레이저 거리 측정기/타겟 지정기를 [RShift-O] 키를 눌러 켜면 녹색 램프가 켜 집니다. [G], [L], [I], [J] 키로 조준 마크를 움직여 타겟에 걸쳐 놓은 후 [Enter]

키를 누릅니다. 거리측정기/타겟 지정기가 지상의 선택된 부분 (반드시 대상 일 필요는 없음)에서 안정화 됩니다. 그런 다음 타겟 위에 타겟 마커를 돌리거나 근처의 대상으로 마커를 움직여 목표 지점을 더 세밀하게 조정할 수 있습니다.

단계 3

발사 조건이 충족되면 주황색 램프가 켜지고 조이스틱의 무기 발사 버튼 또는 [Space]키를 눌러 미사일을 발사 할 수 있습니다. 미사일이 비행 중에도 목표 마커를 더 움직일 수 있습니다. 마커를 움직일때마다, 미사일은 포인트를 움직인 그 지점을 공격하려 할 것입니다. 따라서 타겟이 계속 움직이는 경우 마커 역시 계속 움직여 목표를 지정 해 줘야 합니다. 조준 마커를 너무 빨리 움직이게 되면 미사일이 지정된 지점에 대한 락온을 유지 할 수 없을 것입니다.

단계 4

공격이 끝났을때, 장치를 냉각시키기 위해 [RShift-O] 키를 눌러서 레이저 거리 측정기를 끄십시오.

S-25L 미사일의 기동성은 매우 한정적이어서, 비유도 로켓 발사와 같이 웅 레벨 다이브로부터 발사되어야만 합니다.

Su-25T

Su-25T 는 러시아 공군의 완벽한 전술 공격기입니다. 모든 기상 조건과 모든 시간대에 소형, 차량 타겟들을 높은 정확도를 가지고 공격 할 수 있습니다.

Su-25T 에는 I-251 "Shkval"TV 타겟팅 시스템과 "Prichal"레이저 거리 측정기/ 타겟 지정기가 함께 제공됩니다. 야간 작업의 경우 "머큐리(Mercury)" 저조도 TV (LLTV) 타겟팅 시스템을 장착 할 수 있습니다.

Su-25T 는 자기 방어용으로 R-73 및 R-60 단거리 미사일을 탑재 할 수 있습니다.

공대공 무장

R-73, R-60 단거리 미사일

Su-25T 는 R-73 및 R-60 단거리 공대공 미사일을 세로 조준 모드를 이용해서 발사 할 수 있습니다. 이 모드가 활성화되면 미사일의 시커는 항공기의 세로축을 따라 앞으로 2 도의 스캔 영역을 향하게 됩니다. 타겟을 자동으로 락온 하기 위해서는 HUD 중앙에 표시되는 시커의 시야 내에 타겟이 들어와야 합니다.

타겟 락온과 발사 절차는 다음의 단계들로 구성되어 있습니다:

단계 1

공대공 모드를 [6] 키를 눌러 선택하면, 세로 조준모드가 활성화 될 것 입니다.

단계 2

항공기를 조종하여 HUD 내 항공기 기호의 중심을 표적 위에 올려 놓습니다. 미사일 추적 장치가 락온 범위에 있으면 타겟을 조준 합니다. 그런 후, 오렌지색 발사 허가 램프가 깜박이게 되며, 락온 오디오 신호가 울립니다. 락온 범위는 타겟의 IR 신호에 크게 의존합니다. 항공기의 최대 신호는 고도가 높고, 애프터버너(후연기)를 이용하는 비행 이며, 타겟의 후위 부분에 있습니다. 헬리콥터에는 최소한의 IR 신호가 있으며 락온 하기가 어려울 수 있습니다. 미사일 시커가 락온을 하고 "LA"메시지가 HUD 에 표시되면 이것은 표적이 락온 되었다는 표시 일 뿐이며, 표적이 미사일의 사정 거리 내에 있음을 의미하지는 않습니다. 너무 일찍 미사일을 발사하면 미사일이 표적을 격추 할 에너지가 부족하기 때문에 타겟을 놓칠 수 있습니다. 타겟이 육안으로 확인되거나, 2km 가 될 때까지 발사하지 않는 것이 좋습니다.

단계 3

조이스틱의 트리거를 누르거나 [Space] 키를 눌러 미사일을 발사하십시오. 미사일은 "fire and forget"이며, 발사 항공기의 추가 지원이 필요하지 않습니다.

공중 타겟에 대항하여 내부기총 및 건 포드

내부 기총 및 건 포드는 공중 타겟에 대하여 사용될 수 있지만 정확도가 높지 않습니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[6] 키를 눌러 공대공 모드를 선택합니다. [C] 키를 눌러 내부 기총 또는 건 포드를 선택합니다. 이제 기총모드에서, 편넬(깔때기 모양)이 HUD 에 나타날 것 입니다. 탄알의 비행 궤적 대 타겟 날개 길이가 그래픽으로 나타납니다. [RAlt-], [RAlt+] 키를 눌러 타겟의 날개길이를 미터 단위로 설정할 수 있습니다.타겟의 설정 날개길이(또한 "target base"라고도 함)는 HUD 의 상단 부분에 표시합니다.

단계 3

항공기를 조종하여 타겟의 윙팁이 깔때기 모서리에 닿도록 타겟을 깔때기 안에 위치하게 하십시오.

조이스틱에 있는 무기 발사 버튼 또는 사격하기위해 키보드에 있는 [Space] 키를 누르십시오.

효과적인 사격은 일반적으로 800 미터 이내입니다. 정확도를 높이려면 타겟과 같은 기동을 하십시오. 기총 편넬은 타겟 뒤에서 사용될 때가장 정확도가 높습니다.

공대지 무기

Su-25T 는 비유도 폭탄, 비유도 로켓, TV 유도 미사일, 레이저 및 범 라이딩 호밍 미사일, TV 유도 폭탄 및 총 포드를 비롯한 다양한 종류의 무기를 장착 할 수 있습니다.

비유도, 저 항력 폭탄(Unguided, Low-Drag Bombs)

이 범주의 폭탄은 FAB-100, FAB-250 및 FAB-500 자유 낙하 폭탄을 포함 합니다. 그들은 항력 지수가 낮고 평탄한 궤도를 가지고 있으며, 이는 타겟을 육안으로 확인 후 폭탄 투하가 가능하게 합니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7]키를 눌러 공대지 모드로 전환합니다. 무기 컨트롤 패널과 [D] 키로 투하될 무기를 선택합니다. 리플 수량은 [LCtrl-Space] 키를 사용하여 선택 하십시오. 그리고 [M] 키로 투하 간격을 선택합니다.

단계 3

조준 마크가 HUD의 아래 부분에서 위로 움직이기 시작하면 항공기를 조종하여 타겟에 조준 마크를 올려 놓습니다. 조준 마크가 타겟 바로 밑에 타격 지점을 보여주고, 오렌지색 램프가 켜집니다. 폭탄을 투하하기 위해서 조이스틱의 무장 투하 버튼을 누르거나[Space] 키를 누릅니다. 폭탄 리플 설정이 되었다면, 투하 과정이 끝날때 까지 무기 발사 버튼을 누른채 유지하십시오.

“LA” 기호가 HUD에서 보인 후에 폭탄을 투하 할 수 있습니다. 투하 전에 타겟을 향한 일정한 다이브는 좋은 투하 자세로 타격 가능성을 높여 줍니다. 폭격 하는 동안에 뱅크, 피치, 요 그리고 속도의 변화가 일어나지 않게 하십시오. 이러한 컨트롤 입력은 폭격의 정확도를 높여 줍니다.

비유도, 고 항력 폭탄(Unguided, High-Drag Bombs)

이 범주의 폭탄은 PB-250, ODAB-500, 다양한 RBK 유형, KMGU-2 컨테이너 및 Bet AB 콘크리트 관통 폭탄과 같이 항공 역학적으로 항력이 강한 폭탄이 포함됩니다. 이 들은 항력 값이 높고, 육안으로 보이는 타겟의 타겟팅을 상당히 복잡한 곡선을 그리는 궤적을 가지고있습니다.

이 유형의 폭탄을 사용할때 지속 계산 투하 지점 (CCRP) 모드를 사용하는 것을 추천합니다. 고 항력 폭탄을 투하하기 위해 다음 단계들을 따르십시오:

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7]를 눌러 공대지 모드로 전환합니다.

단계 3

원하는 타겟을 CCRP 피퍼에 놓으십시오. 그리고 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 또는 키보드에 있는 [Space] 키를 누른채로 유지하십시오. WCS가 투하 지점 계산을 실행 할 것 입니다. 그리고 HUD에 표적 지점을 나타내는 다이아몬드 기호가 나타나며, HUD의 상단 부분에, 스티어링 링이 표시 될 것 입니다. 항공기 기호 "tail"이 원의 중앙으로 오도록 비행 하십시오. HUD의 오른쪽에 있는범위 스케일은 초 단위로 나타내는 투하까지 시간 스케일(Time to release scale)로 전환 됩니다. 발사 준비 시간을 나타내는 화살표는 폭탄 투하 10초전에만 표시 됩니다. 정확한

폭격을 위해서 뱅크와 요의 변화를 줄이는 것이 가장 좋습니다. 타이머가 0에 도달하면, 폭탄은 자동적으로 투하되고 트리거를 놓을 수 있습니다.

단계 4

조이스틱에 있는 트리거 당기거나 [Space] 키를 누르십시오

TV 타겟팅 지원폭격(TV Targeting Aided Bombing)

비유도 폭탄은 "Shkval" TV 타겟팅 시스템 또는 "Mercury" 저조도 TV 타겟팅 시스템과 함께 사용될 수 있습니다.

이러한 센서들 이용한 폭탄의 사용은 다음과 같습니다:

단계 1

[7]을 눌러 공대지 모드로 전환합니다. [D] 키로 눌러서 원하는 폭탄을 선택 후, HUD에서 원하는 폭탄이 선택되었는지 확인합니다. 타겟을 탐지하고 식별하기 위해, "Shkval" TV 타겟팅 시스템을 [O] 키로 눌러서 켜거나, [RCtrl-O] 키를 눌러 "Mercury" 시스템을 켭니다. [J], [I], [L], [V] 키를 이용하여 스캔 구역을 움직이면서 타겟을 탐색 합니다. 타겟 획득 시, [Enter] 키를 눌러 센서를 안정화 시킵니다. 타겟 확인을 위하여, [+], [-] 키를 눌러 센서의 배율을 조절 할 수 있습니다.

단계 2

타겟에 대한 획득 프레임을 놓으십시오. 타겟까지 같은 방향으로 비행하십시오 그리고 레이저 거리측정기/타겟 지정기를 [RShift-O] 키를 눌러서 켭니다.

타겟 포착 프레임을 타겟에 놓습니다. 항공기를 표적 방향으로 비행하고 [RShift-O] 키를 눌러 레이저 거리 측정기 / 표적 지시기를 켭니다.

단계 3

원하는 타겟을 CCRP 피퍼에 놓으십시오. 그리고 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 또는 키보드에 있는 [Space] 키를 누른채로 유지하십시오. WCS가 투하 지점 계산을 실행 할 것 입니다. 그리고 HUD에 표적 지점을 나타내는 다이아몬드 기호가 나타나며, HUD의 상단 부분에 스티어링 링이 표시 될 것 입니다. 항공기 기호 "tail"이 원의 중앙으로 오도록 비행 하십시오. HUD의 오른쪽에 있는범위 스케일은 초 단위로 나타내는 투하까지 시간 스케일(Time to release scale)로 전환 됩니다. 발사 준비 시간을 나타내는 화살표는 폭탄 투하 10초 전에만 표시 됩니다. 정확한 폭격을 위해서 뱅크와 요의 변화를 줄이는 것이 가장 좋습니다. 타이머가 0에 도달하면, 폭탄은 자동적으로 투하되고 트리거를 놓을 수 있습니다.

단계 4

[RShift-O] 키를 눌러 레이저 거리 측정기를 고십시오. 거리 측정기/타겟 지정기는 약 1분 정도의 한정적인 지속 시간을 가집니다. 그 후 장치는 냉각해야 하며, 그렇지 않으면 손상을 입을 가능성이 커집니다. 냉각을 하는 시간동안에("J"으로 나타내는), 녹색 램프는 2Hz 간격으로 깜빡일 것입니다; 장치가 충분히 냉각되었을 때, 램프는 꺼질 것입니다. 냉각 시간은 거의 작동 시간하고 같으며, 주위 온도 조건에 따라 다릅니다.

KMGU-2 집속탄은 컨테이너의 회전식 클램 셸이 열리는 시간을 벌어 줄 수 있도록 목표 지점에서 오프셋 해야 한다는 점이 다릅니다.

비유도 로켓 및 내부 기총

비유도 로켓은 유도 시스템이 장착되지 않는 모든 로켓들과 미사일들을 포함 합니다. 이 들은 UB-32 로켓 런처의 S-5, B-8 로켓런처의 S-8, UB-13 로켓런처의 S-13, S-24 그리고 S-25를 포함 합니다. 내부 기총은 150발 GSh-301 30mm 기총 입니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택합니다 로켓을 선택하기 위해서 [D]키를 계속 누르거나, 또는 기총을 활성화시키기 위해 [C] 키로 선택합니다. HUD 에 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 향해 각이 크지 않은 다이브 기동을 합니다.

단계 3

조준 피퍼가 타겟에 걸쳐있고 발사 조건이 만족됐을 때, "LA" 메시지는 HUD 에서 나타날 것입니다. 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [Space] 키를 눌러서 로켓이나 기총을 발사합니다.

건 포드

Su-25는 제로 내림각 모드, 고정 내림각 모드, 그리고 프로그램밍 (포인트 추적)모드를 운용 할 수 있는 SPPU-22-1 건 포드를 장착 할 수 있습니다.

제로 내림각 모드는 내부 기총과 다르지 않기 때문에 고정 내림각과 프로그램밍 모드, 두 가지 모드만 검토합니다.

고정 내림각 모드는 목표선의 따라 수평비행 시 사용 됩니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별 하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택 하십시오. [C] 키 눌러서 내부 기총 모드를 선택합니다.

[RCtrl-Space]키를 눌러 건 포드를 선택하고 HUD 및 WCS 패널에서 무기 선택을 확인 하십시오. 두 개의 포드가 선택 될것입니다. 리플 간격 / 건 포드 모드를 고정 모드로 설정하고 리플 양을 PO2로 설정하십시오.

항공기에 건 포드가 4 개있는 경우 [RCtrl-Space]를 한 번 더 누릅니다. 리플 간격 / 건 포드 모드를 고정 모드로 설정하고 리플 양을 PO2로 설정하십시오.

단계 3

[RAIt-], [RAIt+]키를 사용하여 HUD의 수직 축을 따라 조준 표시를 이동하여 배럴 내림 각도를 변경합니다.

단계 4

비행 경로를 타겟에 맞추고 수평 비행을 유지하십시오. HUD의 조준 마크가 타겟을 덮을 때 조이스틱의 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드의 [Space]키를 눌러 사격하십시오.

발사하는 동안, 더 큰 영역에 발사하기 위해 러더(방향타)를 사용하십시오. 뱅크 각의 편차가있을 경우 탄환의 움직임에 편차가 커질 수 있습니다.

프로그래밍 모드는 경량 장갑을 장착 한 타겟에 대한 공격에 사용됩니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 하십시오. [C] 키 눌러서 내부 기총 모드를 선택합니다.

[RCtrl-Space]키를 눌러 건 포드를 선택하고 HUD 및 WCS 패널에서 무기 선택을 확인 하십시오. 두 개의 포드가 선택 될것입니다. 리플 간격 / 건 포드 모드를 고정 모드로 설정하고 리플 양을 PO2로 설정하십시오.

항공기에 건 포드가 4 개있는 경우 [RCtrl-Space]를 한 번 더 누릅니다. 리플 간격 / 건 포드 모드를 고정 모드로 설정하고 리플 양을 PO2로 설정하십시오.

단계 3

[RAIt-], [RAIt+]키를 사용하여 HUD의 수직 축을 따라 조준 표시를 이동하여 배럴 내림 각도를 변경합니다.

단계 4

[RShift-O]키를 눌러 레이저 거리 측정기를 켜십시오. 내부 기총/건포드 모드를 **PROGR** 모드 전환합니다.

단계 5

윙레벨 다이브에서, 타겟에 대해 조준 마크를 놓은 후, "LA" 메시지가 나타났을 때, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [Space] 키 눌러서 사격합니다. 더 나은 정확도를 위해 사격하는 동안에 롤, 피치 그리고 요의 변화를 피하십시오.

단계 6

[RShift-O]키를 눌러 레이저 거리 측정기/타겟 지정기를 끕니다.

TV 유도 폭탄 및 미사일(TV-Guided Bombs and Missiles)

Su-25T는 "Tubus"광학 시커를 가진 KAB-500Kr 폭탄과 Kh-29T 미사일을 탑재 할 수 있습니다. 이러한 무기는 무기 발사 후 발사 항공기가 계속해서 타겟을 락온을 하지 않아도되는 "fire-and-forget" 공격을 허용합니다. 이 유도되지 않은 무기는 지하 지휘소, 통제 센터, 강화 콘크리트 대피소 및 기타 잘 보호 된 타겟을 파괴 하도록 설계되었습니다. Kh-29T 미사일은 또한 함정을 파괴하는데 사용될 수 있습니다.

TV 유도 무기의 가장 중요한 단점은 야간이나 악천후시에는 무기를 사용할 수 없다는 것입니다.

무기의 사용 절차는 다음과 같습니다 :

단계 1

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 원하는 폭탄을 선택합니다. HUD에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 탐지하고 식별하기위해 반드시 [O]키를 눌러 "Shkval" TV 타겟팅 시스템을 켜거나, [RCtrl-O] 키를 이용 해 "Mercury" 시스템을 작동 시켜야 합니다. [J], [I], [L], [V] 키로 스캔구역을 움직이면서 여러분의 타겟을 탐색 하십시오. 타겟을 획득하자마자, [Enter] 키를 눌러서 센서를 안정화 시킵니다. 확실한 타겟 식별을 위해서, [+], [-] 키를 이용하여 센서의 배율을 조절 할 수 있습니다.

단계 2

타겟을 락온하기위해서, 정확하게 타겟의 구체적인 사이즈(또는 "target base")를 수동으로 설정 할 필요가 있습니다. 기본적으로, 타겟의 구체적인 사이즈는 10m 입니다. 다음의 기본 값을 사용하는 것이 좋습니다.:

- 보병 및 작은 구조물 - 5 m.

- 차량 및 장갑차량 – 10 m.
- 전술 항공기 및 헬리콥터 – 20 m.
- 수송 및 전략 항공기 – 30–60 m.
- 건물 – 20–60 m.
- 함정 – 60 m.

"Shkval" 타겟팅 시스템은 설정된 타겟 크기와 비슷한 크기를 가진 프레임 내의 가장 가까운 물체에 락온 될 것입니다. 올바르게 락온 물체에 락온이 되어 있으면, [L], [I], [J], [K] 키를 사용하여 프레임을 올바른 대상으로 이동하십시오.

타겟이 락온 되면 TV 모니터에 "AC" 메시지가 표시됩니다 (자동 추적).

단계 3

타겟까지의 거리는 HUD 에 표시된 거리 스케일로 표시 됩니다. 최대 발사 범위에 도달하고 "LA" 메시지가 나타나면, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [Space] 키 눌러서 무기를 발사 하십시오.

투하/발사 후 즉시 다른 임무를 시작 할 수 있습니다.

저시정 조건과 야간에 TV 유도 무기를 사용하는 것은 불가능합니다. 가시 광선 스펙트럼에서만 작동하며 주간 TV 장치와 관련 된 모든 제한 사항에 영향을받습니다. 타겟을 락온하려면 타겟이 자연광이나 인공 광원에 노출 되어 있어야합니다

레이저 조준 미사일(Laser Designation Missiles)

Su-25T 는 Kh-29L 및 Kh-25ML 레이저 조준 유도 미사일을 사용 할 수 있습니다. Kh-29L 및 Kh-25ML 은 지하 지휘소, 통제 센터, 강화 콘크리트 대피소 및 구조물, 대공포 포병, 포병 및 기타 보호 대상을 파괴 하도록 설계 되었습니다.

무장 사용 절차는 다음과 같습니다:

단계 1

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 원하는 폭탄을 선택합니다. HUD 에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 탐지하고 식별하기 위해 [O] 키를 눌러 "Shkval" TV 타겟팅 시스템을 켜거나, [RCtrl-O] 키를 이용 해 "Mercury" 시스템을 작동 시킵니다. [J], [I], [L], [K] 키로 스캔구역을 움직여 타겟을 탐색 하십시오. 타겟을 획득 하자 마자, [Enter] 키를

눌러서 센서를 안정화 시킵니다. 확실한 타겟 식별을 위해서, **[+]**, **[-]** 키를 이용하여 센서의 배율을 조절 할 수 있습니다.

단계 2

타겟을 띠기위해서, 정확하게 타겟의 구체적인 사이즈(또는 "target base")를 수동으로 설정 할 필요가 있습니다. 기본적으로, 타겟의 구체적인 사이즈는 10m 입니다. 다음의 기본 값을 사용하는 것이 좋습니다.:

- 보병 및 작은 구조물 - 5 m.
- 차량 및 장갑차량 - 10 m.
- 전술 항공기 및 헬리콥터 - 20 m.
- 수송 및 전략 항공기 - 30-60 m.
- 건물 - 20-60 m.
- 함정 - 60 m.

"Shkval" 타겟팅 시스템은 설정된 타겟 크기와 비슷한 크기를 가진 프레임 내의 가장 가까운 물체에 띠어 될 것입니다. 올바르게 띠지 않은 물체에 띠어 있으면, **[L]**, **[I]**, **[J]**, **[K]** 키를 사용하여 프레임에 올바른 대상으로 이동하십시오.

타겟이 띠어 되면 TV 모니터에 "AC" 메시지가 표시됩니다 (자동 추적).

단계 3

레이저 거리측정기를 **[RShift-O]** 키로 켭니다. 타겟까지의 거리 HUD 에 표시된 거리 스케일로 표시 됩니다. 최대 발사 범위에 도달하고 "LA" 메시지가 나타나면, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 **[Space]** 키 눌러서 무기를 발사 하십시오.

단계 4

타겟이 미사일에 의해 파괴 되었는지를 확인하십시오. 파괴 되지 않았고, 타겟까지와의 거리에 여유가 있다면, 다른 미사일을 발사하십시오. 미사일이 발사 되는 동안 타겟을 띠어 해야 한다는 것을 기억하십시오. 미사일이 타겟에 도달 하기전에 풀렸다면, 미사일이 타겟에 타격 하지 못할 가능성이 높아집니다. 타겟이 띠어 졌을 때, 항공기의 기동을 제한 하여, "Shkval" 타겟팅 시스템의 한계 범위를 넘지 않도록 합니다.

단계 5

[RShift-O] 키를 눌러서 레이저 거리 측정기를 끄십시오. 거리 측정기/타겟 지정기는 약 1분정도의 한정적인 지속 시간을 가집니다. 그 후 장치는 냉각해야 하며, 그렇지않으면 손상을 입을 가능성이 커집니다 냉각을 하는 시간동안에("Л"으로 나타내는), 녹색 램프는 2Hz 간격으로 깜빡일 것

입니다; 장치가 충분히 냉각되었을 때, 램프는 꺼질 것 입니다. 냉각 시간은 거의 작동 시간하고 같으며, 주위 온도 조건에 따라 다릅니다.

이 "Vikhr"는 저 속도 항공 타겟 가령 헬리콥터 및 저 속도 항공기들에 대하여 한정적인 능력들을 가지고있습니다. 공중 타겟에 대한 교전은 위에 설명 해 놓았다시피 같습니다. 하지만, 공중 타겟에 대한 발사거리 특히 추적 코스는 상당히 떨어집니다. "Vikhr" 를 공중 타겟에 대하여 3 ~ 5km 보다 작은 거리에서 사용하십시오. 타겟의 속도와 측면각도에 따릅니다.

"Vikhr"은 헬리콥터 및 저속 항공기와 같은 저속 항공 표적에 대해서는 기능이 제한적입니다. 공중 타겟과의 교전은 먼저 설명 한 것과 같습니다. 그러나 타겟에 대한 발사 거리, 특히 추적 코스에서 크게 떨어집니다. 타겟의 속도 및 측면각에 따라 3 ~ 5km 이내의 거리에 있는 공중 표적에 대해 "Vikhr"을 사용하십시오.

레이저 빔 라이딩 미사일(Laser Beam-Riding Missiles)

Su-25T 는 "Vikhr" 레이저 빔 라이딩 미사일을 사용 할 수 있습니다. "Vikhr"은 특수 장갑차를 파괴하기 위한 특수 대전차 미사일 (ATGM)입니다.

무장 사용 절차는 다음과 같습니다:

단계 1

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 ATGMs 를 선택합니다. HUD 에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 탐지하고 식별하기 위해 [O]키를 눌러 "Shkval" TV 타겟팅 시스템을 켜거나, [RCtrl-O] 키를 이용 해 "Mercury" 시스템을 작동 시킵니다. [J], [I], [I], [I] 키로 스캔구역을 움직여 타겟을 탐색 하십시오. 타겟을 획득 하자 마자, [Enter] 키를 눌러서 센서를 안정화 시킵니다. 확실한 타겟 식별을 위해서, [+], [-] 키를 이용하여 센서의 배율을 조절 할 수 있습니다.

단계 2

타겟을 락온하기위해서, 정확하게 타겟의 기본 사이즈(또는 "target base")를 수동으로 설정 할 필요가 있습니다. 기본적으로, 타겟의 기본 사이즈는 10m 입니다.

"Shkval" 타게팅 시스템은 설정된 타깃 크기와 비슷한 크기를 가진 프레임 내의 가장 가까운 물체에 락온 될 것입니다. 올바르게 않은 물체에 락온이 되어 있으면, [J], [I], [I], [I]키를 사용하여 프레임을 올바른 대상으로 이동하십시오.

타겟이 락온 되면 TV 모니터에 "AC" 메시지가 표시됩니다 (자동 추적).

단계 3

레이저 거리측정기를 [RShift-O] 키로 켭니다. 타겟 까지 거리는 HUD 에 표시되는 거리 스케일에 표시 됩니다.



타겟 마커

거리측정기가 있는 미사일 발사 구역 레티클

발사하기

13-1: ATGM 운용

최대 발사 범위에 도달하면 항공기를 조종하여 타겟 마커를 미사일 발사 레티클 안에 오게 합니다. 조준이 완료 되면 타겟 사이트 기호가 미사일 발사 레티클 내에 있게 됩니다.

"LA"메시지가 나타나면, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [Space] 키 눌러서 무기를 발사 하십시오.

단계 4

타겟이 미사일에 의해 파괴 되었는지를 확인하십시오. 파괴 되지 않았고, 타겟까지와의 거리에 여유가 있다면, 다른 미사일을 발사하십시오. 미사일이 발사 되는 동안 타겟을 락온 해야 한다는 것을 기억하십시오. 미사일이 타겟에 도달 하기전에 풀렸다면, 미사일이 타겟에 타격 하지 못할 가능성이 높아집니다. 타겟이 락온 됐을 때, 항공기의 기동을 제한 하여, "Shkval" 타겟팅 시스템의 한계 범위를 넘지 않도록 합니다.

단계 5

[RShift-O] 키를 눌러 레이저 거리 측정기를 끄십시오. 거리 측정기/타겟 지정기는 약 1분 정도의 한정적인 지속 시간을 가집니다. 그 후 장치는 냉각해야 하며, 그렇지 않으면 손상을 입을 가능성이 커집니다 냉각을 하는 시간동안에("Л"으로 나타내는) 녹색 램프는 2Hz 간격으로 깜빡일 것 입니다;

장치가 충분히 냉각되었을 때, 램프는 꺼질 것 입니다. 냉각 시간은 작동 시간과 거의 같으며, 주위 온도 조건에 따라 다릅니다.

이 "Vikhr" 는 저 속도 항공 타겟 가령 헬리콥터 및 저 속도 항공기들에 대하여 제한적인 능력을 가지고 있습니다. 공중 타겟에 대한 교전은 위의 설명과 같습니다. 하지만, 공중 타겟에 대한 발사거리, 특히 추적 코스는 상당히 떨어집니다. "Vikhr" 를 공중 타겟에 대하여 3 ~ 5km 보다 작은 거리에서 사용하십시오. 타겟의 속도와 측면각도에 따릅니다.

대레이더 미사일 운용(Antiradar Missiles Delivery)

Su-25T 는 지상 레이더에 대해 Kh-25MPU 및 Kh-58 대레이더 미사일을 사용할 수 있습니다. 이 무기를 목표로 삼기 위해 "Fantasmagoria" L-081 방사체 타겟 시스템 포드가 항공기의 동체 아랫부분에 장착되어 있습니다. 이 포드는 방공 레이더의 레이더 방사를 탐지하고 미사일을 지정된 목표에 향하게 합니다.

타겟 획득과 락온 과정은 다음과 같습니다:

단계 1

[7] 키를 눌러서 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 원하는 폭탄을 선택합니다. HUD 에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다.

단계 2

RWS 에 타겟을 탐지 한 후, 여러분의 항공기를 위협 전파를 방출하는 물체를 향해 기동하십시오. 그리고 [I] 키를 눌러 방출기 타겟팅 시스템(ETS)포드를 활성화합니다. ETS 는 레이더 방출 물체를 탐지 할 것이고, 위협 마커와 인덱스는 HUD 에 표시됩니다.

위협 유형 및 관련 색인은 아래 표에 나열되어 있습니다.

단계 3

[G], [J], [K], [L] 키를 사용하여 TDC 를 HUD 의 타겟 마커 위에 놓은 다음 [Enter] 키를 눌러 표적을 락온 합니다. HUD 에서 타겟까지의 거리를 확인하십시오. 최대 발사 범위에 도달하고 HUD 에 "LA"메시지가 나타나면 미사일을 발사 할 수 있습니다.

미사일 방어 시스템 (Anti-radiation missiles, ARM)은 "fire-and-forget" 급의 무기이며 발사 후 모기체로부터의 지원을 필요로 하지 않습니다. 미사일이 발사 된 후에는 다음 임무로 넘어갈 수 있습니다.

현대의 전장에서 생존하려면 서로 다른 SAM 시스템, 각자가 제거하는 위협도에 대해 잘 알고 있어야 하며 가장 위험한 공격을 우선으로 해야 합니다. 예 : SA-10C (C-300) 또는 패트리엇 SAM

시스템은 다른 SAM 시스템과 비교할 때 가장 위험하며 Kh-58 ARM 으로 장거리에서 파괴 해야 합니다.

SAM 또는 배	레이더 지정	HUD 지정
패트리엇	AN/MPQ-53	P
향상된 호크	AN/MPQ-50	H50
향상된 호크	AN/MPQ-46	H46
롤랜드	Roland 서치 레이더	G
롤랜드	롤랜드	R
SA-10 S-300PS SR 64N6E	Big Bird	BB
SA-10 S-300PS SR 5N66M	Clam Shell	CS
SA-10 S-300PS TR 30N6	Flap Lid	FL
SA-11 Buk SR 9S18M1	9S18M1	S11
SA-6 Kub STR 9S91	1S91	SA6
SA-8 Osa 9A33	9A33	SA8
SA-15 Tor 9A331	9A331	S15
SA-19 Tunguska 2S6	2S6	S19
SA-3 SR P-19	Flat Face	FLF
SA-3 TR SNR-125	SNR-125	SA3
USS "Carl Vinson"	Sea Sparrow	SS
CG "Ticonderoga"	SM2	SM2
FFG "Oliver H. Perry"	SM2	SM2
"Admiral Kuznetsov" cruiser	SA-N-9 Gauntlet	SN9
"Neustrashimy" frigate	SA-N-9 Gauntlet	SN9
"Moskva" missile complex	SA-N-6 Grumble	SN6
"Albatros" boat	SA-N-4	SA8
"Rezky" cruiser	SA-N-4	SA8

F-15C

F-15C 는 공중전에 최적화 된 "순수한" 전투기입니다. 일부 공대지 무기들을 사용하기에 제한적인 능력을 가지고 있기는 하지만, 오늘날의 F-15C 대대는 공대지 무기 훈련을 하지 않고 공대지 전투에 사용 되지도 않습니다.

공대공 무장

AIM-120 AMRAAM

단계 1

레이더 [1]나 LRS [2] 또는 TWS [RCtrl-I] 하위모드를 이용해서 타겟을 획득합니다.

단계 2

레이더에 컨택된 물체위에 [J], [L], [I], [V] 키들을 이용하여 TDC 를 놓으십시오. 그리고 타겟을 락온하기 위해 [Enter] 키를 누릅니다. 한번 락온 되면, 레이더는 자동적으로 STT 모드로 전환 될 것입니다.

TWS 모드일 때, 동시에 4개의 타겟까지 락온하는 것이 가능합니다. 첫번째 타겟은 PDT 가 될 것이고 이후 타겟들은 SDTs 가 될 것입니다.

적기가 가시거리내에 있을 때, 육안(visual) [6] 모드를 사용할 수 있습니다.

단계 3

HUD 의 다이내믹 런치 존(Dynamic launch zone)과 수직 상황 디스플레이(Vertical situation display)를 사용하여 타겟이 사정 거리 내에 있는지 확인하십시오. (비주얼 모드에는, VSD 에 발사 신호가 나타나지 않습니다.)

타겟이 Rtr 범위 내에 있고 발사 신호가 주어졌을 때, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [RAlt-Space] 키를 누르십시오.

AIM-120은 STT 와 TWS 모드를 모두 사용 할 수 있으며, TWS 모드를 이용하여 동시에 다중 타겟과 교전 할 수 있습니다.

AIM-7 스패로우

단계 1

레이더 [1]나 LRS [2] 또는 TWS [RCtrl-I] 하위모드를 이용해서 타겟을 획득합니다.

단계 2

레이더에 컨택된 물체위에 [J], [L], [I], [V] 키들을 이용하여 TDC 를 놓으십시오. 그리고 타겟을 락온하기 위해 [Enter] 키를 누릅니다. 한번 락온 되면, 레이더는 자동적으로 STT 모드로 전환 될 것 입니다.

가시거리 내에 있을때, FLOOD [6] 모드를 사용 할 수 있고, 레이더 락온은 요구하지 않습니다.

단계 3

HUD 의 다이내믹 런치 존(Dynamic launch zone)과 수직 상황 디스플레이(Vertical situation display)를 사용하여 타겟이 사정 거리내에 있는지 확인하십시오. (비주얼 모드에는, VSD 에 발사 신호가 나타나지 않습니다.)

타겟이 Rtr 범위 내에 있고 발사 신호가 주어졌을 때, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [RAlt-Space] 키를 누르십시오.

AIM-7사용하려면, 레이더가 STT 모드 상태이어야 합니다. FLOOD 모드에서 근접 전투 상태 일 때, 타겟에 미사일이 날아가는 동안 HUD 에 있는 FLOOD 레티클이 타겟에 계속 유지 되어야 합니다.

AIM-9 사이드와인더

단계 1

레이더 [1]나 LRS [2]키 또는 TWS [RCtrl-I] 하위모드를 이용하여 타겟을 획득합니다. 근접 전투 상태 일 때, VS [3] 또는 BORE [4] 스캔 모드 중 하나를 선택해서 사용하십시오.

단계 2

레이더에 컨택된 물체위에 [J], [L], [I], [V] 키들을 이용하여 TDC 를 놓으십시오. 그리고 타겟을 락온하기 위해 [Enter] 키를 누르십시오. 한번 락온 되면, 레이더는 자동적으로 STT 모드로 전환 될 것 입니다.

VS 모드 상태이면, 항공기를 조종하여 타겟을 HUD 의 수직선 내, 또는 수직선 위에 놓습니다.

BORE 모드이면, HUD 의 레티클 내에 타겟을 놓기위해 기동하십시오.

Weapon bore sight 모드에서는, HUD 에 레티클로 표현 된 무장 시커의 탐색범위 안에 타겟을 놓도록 비행 하십시오.[6].

단계 3

HUD 의 다이내믹 런치 존(Dynamic launch zone)과 수직 상황 디스플레이(Vertical situation display)를 사용하여 타겟이 사정 거리내에 있는지 확인하십시오. 웨폰 보어사이트는 타겟에 대한 거리 정보를 제공하지 않습니다. 시커가 타겟에 걸렸을 때 피치가 높은 톤이 울릴 것 입니다.

타겟이 Rtr 범위내에 있고 발사 신호가 주어졌을때, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 **[RAlt-Space]** 키를 누르십시오.

레이더와 미사일 보어사이트 모드 모두 AIM-9로 타겟을 지정 할 수 있습니다; 그러나, 유효한 시커 락온은 타겟을 추적 할 수 있는 위치에 있어야 합니다. 미사일 발사전에 피치가 높은 톤을 크게 울리는 소리를 기다리십시오.

M-61 기총

단계 1

레이더 **[1]**나 LRS **[2]** 또는 TWS **[RCtrl-I]** 하위모드를 이용해서 타겟을 획득합니다. 근접 전투 일 때, VS **[3]** 또는 BORE **[4]** 스캔 모드 중 하나를 선택하여 타겟을 획득합니다. 대안으로, 자동 기총 모드를 선택 할 수 있습니다.

단계 2

VS 모드 상태이면, 항공기를 조종하여 타겟을 HUD 의 수직선 내, 또는 수직선 위에 놓습니다.

BORE 모드이면, HUD 의 레티클 내에 타겟을 놓기위해 기동하십시오.

Weapon bore sight 모드에서는, HUD 에 레티클로 표현 된 무장 시커의 탐색범위 안에 타겟을 놓도록 비행 하십시오.[6].

자동 기총모드에서는, 타겟에 걸쳐서 고정 기총 레티클을 놓으십시오.

단계 3

자동 기총 모드가 아니라면, **[C]** 키를 눌러 기총을 선택 하십시오; 이것은 GDS 기총 사이트를 활성화 시킬 것 이고 레이더를 STT 모드로 전환 시킵니다..

타겟이 GDS 피퍼 아래에 있을 때, 조이스틱에 있는 트리거를 누르거나 키보드에 있는 **[Space]** 키를 눌러서 사격하십시오.

기총은 레이더 락 없이 사용할 수 있지만, 정확성을 훨씬 낮아집니다.

A-10A

공대공 무장

A-10A 는 공대공 전투 능력은 제한적입니다. 하지만, 만일의 공대공 전투를 위해 AIM-9 단거리 미사일 및 GAU-8A 내부 기총을 사용 할 수 있습니다.

AIM-9 사이드와인더

A-10A 에는 레이더가 설치 되어 있지 않기 때문에, 육안으로 공중 타겟을 획득 해야만 합니다. 타겟 락온은 AIM-9의 적외선 시커를 이용한 Weapon bore side mode 를 이용할 수 있습니다.

단계 1

타겟을 육안으로 확인 하십시오.

단계 2

[6]키를 눌러 공대공 모드를 선택 합니다. 항공기를 조종하여 HUD 의 AIM-9 시커 레티클 안에 타겟을 놓습니다.

단계 3

미사일 시커가 타겟을 락온 할 때까지 기다리십시오. 락온이 되면 피치가 높은 톤이 울립니다. 락온 거리는 타겟의 신호에 따라 다르고, 0.1에서 10마일 까지 다양 할 수 있습니다 . 타겟이 레티클내에 있고, 락온 된 소리가 울릴 때, 미사일 시커 락온이 된 것 입니다. 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 [RAlt-Space] 키를 눌러서 무기를 발사하십시오.

사격 전에 AIM-9미사일 시커 락온을 계속 유지하십시오.

공대공 모드의 내부 기총 사용

단계 1

타겟을 육안으로 확인 하십시오.

단계 2

[6] 키 눌러 공대공 모드를 선택합니다. 깔대기 모양의 기총 패널과 AIM-9 시커 레티클이 HUD 에 보일 것 입니다.

단계 3

항공기를 조종하여 타겟의 날개 끝부분을 편넬 모서리 부분에 놓으십시오. 조이스틱에 있는 발사버튼을 누르거나 키보드의 **[Space]** 키를 눌러 사격하십시오.

효과적인 사격은 일반적으로 800 미터 이내입니다. 더 좋은 정확도를 위해 최대한 타겟과 같은 기동을 하십시오. 기총 편넬은 타겟 뒤에서 사용 될 때 가장 정확합니다.

공대지 무기

A-10A 는 장갑 차량 등과 같은 지상 타겟을 정확히 타격하기 위해 만들어졌습니다. 무장은 범용 폭탄, AGM-65 매버릭 유도 미사일, 비유도 로켓 및 GAU-8A 어벤저 30mm 캐논을 장착 할 수 있습니다.

CCIP 모드에서 폭격

A-10A 는 Mk-82 , Mk-84 범용 폭탄 및 Mk-20 "Rockeye" 클러스터 폭탄 포함하여, 여러 유형의 자유 낙하 폭탄을 장착 할 수 있습니다.

단계 1

타겟을 육안으로 식별하십시오.

단계 2

공대지모드를 **[7]** 키 눌러 선택합니다. **[D]**키를 이용하여 원하는 폭탄을 선택합니다. 선택한 폭탄을 HUD 와 WCP(Weapon control panel)에서 확인합니다. 타겟 바로 앞의 한 지점을 목표로 워 레벨 다이빙 기동으로 진입합니다.

단계 3

CCIP 피퍼에 타겟이 걸쳐져 있으면, 조이스틱에 있는 무기 발사 버튼을 누르거나 키보드에 있는 **[RAlt-Space]** 키를 눌러서 투하합니다.

폭탄 투하전에, 타겟을 넘어서는 지점까지 워 레벨 다이브로 진입하십시오.. 뱅크, 피치 또는 요 그리고 상당한 속도 변화에서 어떠한 편차는 부정확한 폭탄 타격으로 이끌 것 입니다.

CCRP 모드에서 폭격

단계 1

타겟을 육안으로 확인 하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 원하는 폭탄을 선택합니다. HUD 에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다.

단계 3

[G], [L], [I], [J] 키를 이용하여 타겟위에 점선원을 올려 놓습니다. [Enter] 키를 눌러 그 지점을 락온합니다. TDC 가 락온 된 대상 영역 위에 나타납니다.

단계 4

[O]키를 눌러 CCRP 모드를 선택 하면, TDC 가 HUD 상단에 위치하게 됩니다. TDC 를 폭탄 낙하 선(Bomb fall line)에 정렬 하고 TDC 가 이 선에서 떨어지지 않게 하십시오. TDC 가 폭탄 피퍼에 도달 했을 때, 폭탄은 자동적으로 투하 될 것 입니다.

폭탄 낙하선(bomb fall line)에 TDC 를 더 가까이 올리면 폭격의 정확도가 높아집니다.

단계 5

[O]키를 눌러 CCRP 모드를 끕니다.

비유도 로켓 및 GAU-8A 캐논

단계 1

타겟을 육안으로 확인 하십시오.

단계 2

[7] 키를 눌러 공대지 모드를 선택 후 [D] 키를 이용하여 비유도 로켓을 선택하거나, [C] 키로 이용하여 캐논을 선택합니다. HUD 에서 원하는 무기가 올바르게 선택 되었는지 확인 합니다. 타겟을 향해 윈 레벨 다이브 기동으로 진입합니다.

단계 3

타겟이 로켓이나 건 피퍼 아래에 있을 때, 조이스틱에 있는 무기 발사버튼 누르거나 키보드에 있는 [Space]키를 눌러 사격 합니다.

A-10A 는 공대지 서브 모드에서 캐논을 사용 할 수 있습니다. 작은 건 크로스는 HUD 상단에 있습니다. 2.5 마일이 넘는 거리에서는 이 십자선에 "X"기호가 표시 되며, 2.5 마일 미만의 거리에서는 지상까지의 거리가 십자형 아래에 표시됩니다.

AGM-65 유도 미사일

단계 1

육안으로 타겟 위치 지역을 식별합니다. [7] 키 눌러 공대지 모드를 선택 합니다. AGM-65K 나 AGM-65D 를 [D] 키를 이용하여 선택합니다. 시커 이미지가 TV 모니터에 나타날 것 입니다.

단계 2

목표 영역 위에 HUD 조준 레티클을 올려 놓은 후 [Enter]키를 누릅니다. 그러면 미사일 시커가 안정화(Ground stabilize) 됩니다. 그런 후 TVM(TV monitor)을 사용하여 타겟을 조정하고, 미사일 시커의 포인트를 타겟 위에 놓을 수 있습니다. AGM-65D 의 경우 시커는 3 배와 6 배의 두 가지 배율이 있습니다. [+] 키를 눌러 이 두 레벨 사이를 전환 할 수 있습니다. 시커가 타겟과 그 배경 사이의 대비를 충분히 감지 할 수 있으면, 시커는 표적에 "snap"하여 락온됩니다. 잘못된 대상이 락온 되면 [L], [R], [A], [V] 키를 이용하여 조준 포인트를 이동 하여 새로운 타겟을 락온 할 수 있습니다.

단계 3

시커의 짐벌 제한 이내 (항공기 세로축의 ± 30 도)에서 타겟의 락온을 유지 하십시오. 타겟이 유효 발사 거리에 진입하고 타겟팅 크로스헤어가 깜빡이기 시작 할 때 미사일을 발사하십시오.

AGM-65 시커는 미사일 발사 전에 반드시 타겟이 락온되어 있어야 합니다.



15

보충판

보충판

약어목록

AAA	Anti-Aircraft Artillery
AC	Alternating Current
ADF	Automatic Direction Finder
ADI	Attitude Direction Indicator
AF	Airfield
AGL	Above Ground Level
AH	Attack Helicopter
ALT	고도
AMMS	Advanced Moving Map System
AOA	Angle Of Attack
AP	Autopilot
AP	Armor Piercing
APU	Auxiliary Power Unit
ASL	Above Sea Level
ATC	Air Traffic Control
ATGM	Anti-Tank Guided Missile
BIT	Built In Test
BP	Battle Position
CAM	Course Aerial
CAS	Calibrated Air Speed
CDU	Central Distribution Unit
CDM	Course Doppler
CG	Center of Gravity

DC	Direct Current
DCS	Digital Combat Simulator
DH	Desired Heading
DR	Drift Angle
DST	Distance
DT	Desired Track
DTA	Desired Track Angle
EDP	Engine Dust Protectors
EEG	Electronic Engine Governor
EGT	Exhaust Gas Temperature
EO	Electro Optical
ETA	Estimated Time of Arrival
ETP	Estimated Touchdown Point
FAC	Forward Air Controller
FARP	Forward Arming and Refueling Point
FEBA	Forward Edge of Battle
FOV	Field Of View
FPL	Flight Plan
FSK	Function Select Key
GG	Gas Generator
GNSS	Global Navigation Satellite System
GS	Ground Speed

HDG	헤딩
HE	High Explosive
HMS	Helmet Mounted Sight
HSI	Horizontal Situation Indicator
HUD	Head Up Display
IAF	Initial Approach Fix
IAS	Indicated Air Speed
IDM	Inertial Doppler
IDS	Information Display System
IFF	Identify Friend or Foe
IFR	Instrument Flight Rules
IFV	Infantry Fighting Vehicle
INU	Inertial Navigation Unit
IWP	Initial Waypoint
LAT	Latitude
LLT	Linear Lead Turn
LONG	Longitude
LWR	Laser Warning Receiver
LWS	Laser Warning System
MANPADS	Man-Portable Air Defense System
ME	Mission Editor
MILS	Abbreviation for milliradian; Bomb/Gun sight settings were expressed in mils, an angular measurement; one degree was equal to 17.45 mils.
MRB	Magnetic NDB Bearing

MWL	Master Warning Light
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NDB	Non Directional Beacon
NVG	Night Vision Goggles
OEI	One Engine Inoperative
PT	Free Turbine
PNK	Russian "ПНК". Aircraft Flight and Navigation system
PrPNK	Russian "ПрПНК". Aircraft Targeting, Flight and Navigation System
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RALT	레이더 고도
RB	Radio Bearing
RMI	Radio Magnetic Indicator
RPM	Revolutions Per Minute
ROF	Rate Of Fire
RTB	기지로 귀환
SAI	Stand-by Attitude Indicator
SAM	Surface-to-Air Missile
STP	Steerpoint
TAS	True Air Speed
TCA	True Track Angle
TH	True Heading

TOW	Takeoff Weight
TP	Target Point
TV	Television
TVM	Television Monitor
UHF	Ultra High Frequency
UTC	Coordinated Universal Time
VHF	Very High Frequency
VFR	Visual Flight Rules
VMU	Voice Message Unit
VNAV	Vertical Navigation
VOR	VHF Omnidirectional Range
VI	수직 속도 지시계
WCS	Weapon Control System
WPT	웨이포인트
XTE	Cross Track Error

개발자들

이글 다이내믹스 팀

경영진

Nick Grey	Project Director, Director of The Fighter Collection
Igor Tishin	Project Development Manager, Director of Eagle Dynamics, Russia
Andrey Chizh	Producer, Assistant Development & QA Manager, technical documentation
Alexander Babichev	Projects manager
Matt "Wags" Wagner	Producer, technical documentation, game design
Jim "JimMack" MacKonochie	Producer
Eugene "EvilBivol-1" Bivol	Associate Producer, Community Manager
Matthias "Groove" Techmanski	German language co-ordinator

프로그래머

Dmitry Baikov	System, multiplayer
Ilya Belov	GUI, map, input
Maxim Zelensky	AC, AI AC, flight dynamics, damage model
Evgeny Pod'yachev	Graphics, EDM models, build system
Alexander Oikin	Avionics
Konstantin Stepanovich	Avionics, AI AC, weapons, radio
Oleg "Olgerd" Tischenko	Avionics
Vladimir Feofanov	AI AC flight dynamics

Sergey "Klen" Chernov	Missiles
Timur Ivanov	Effects, graphics
Konstantin Tarakanov	GUI, mission editor
Alexander "SFINX" Kurbatov	AI vehicles, ships
Eugene Gribovich	Avionics
Eugeny Panov	Ground AI

아티스트 및 음향

Pavel "DGambo" Sidorov	Lead Artist
Yury "SuperVasya" Bratukhin	AC, vehicles, weapons
Alexander "Skylark" Drannikov	GUI, AC
Vlad "Stavr" Kuprin	Cockpits
Stanislav "Acgaen" Kolesnikov	Cockpit, AC, weapons
Eugene "GK" Khizhnyak	AC, vehicles
Konstantin Kuznetsov	Sound Developer, Music Composer
Andrey "LISA" Reshetko	Characters
Svetlana Siromakha	GUI

품질 보증부

Valery "USSR_Rik" Khomenok	Lead-tester
Sergey "Foreman" Gusakov	Testing
Ivan "Frogfoot" Makarov	Testing
Roman "Dr.lex" Podvoyskiy	Testing
Andrey "Andrey Andreevich" Kryutchenko	Localization

과학 지식 지원

Dmitry "Yo-Yo" Moskalenko

Mathematical models of dynamics, systems, ballistics

IT 및 고객 지원

Konstantin "Const" Borovik

System and network administrator, WEB, forum

Ekaterina Perederko

WEB services

Andrey Filin

System and network administrator

Andrey Ustinovich

Customer Support

Alena Yurikovskaya

Customer Support

써드 파티

Anton Golubenko – Su-27, UH-1, MiG-31 skins

테스터 직원

Alexander "asd1234" Amelin
Alexander "BillyCrusher" Bilievsky
Alexander "votel" Tyshkevich
Andrea "FCS_Heater" Papaleo
Anthony "Blaze" Echavarria
Carlos "Design" Pastor Mendez
Chris "Ells228" Ellis
Christopher "Mustang" Wood
Daniel "EtherealN" Agorander
Danny "Stuka" Vanvelthoven
Darrell "AlphaOneSix" Swoap
David "USAFMTL" Slavens
Dmitry "Laivynas" Koshelev
Dmity "Simfreak" Stupnikov
Ed "Manawar" Green
Edin "kuky" Kulelija
Erich "ViperVJG73" Schwarz
Evan "Headspace" Hanau
Gareth "Maverick" Moore
Gavin "159th_Viper" Torr
George "GGTharos" Lianeris
Grayson "graywo1fg" Frohberg
Guillaume "Dimebug" Leleve
James "Dusty_Rhodes" Rhodes
James "Eddie" Knight

Jeff "Grimes" Szorc
Jens "=STP=Dragon" Giesser
John "Speed" Tatarчук
Jon Espen "Panzertard" Carlsen
Kiko "Mistral" Becerra
Matthias "Groove" Techmanski
Nick "BlueRidgeDX" Landolfi
Nikolay "Agm" Borisov
Norm "SiThSpAwN" Loewen
Paul "paulrkii" Kempton
Paul "PoleCat" Johnston
Pavel "Shadowowweosa" Kuzin
Peter "Weta43" McAllister
Phil "Druid_" Phillips
Raul "Furia" Ortiz de Urbina
Roberto "Vibora" Seoane Penas
Scott "HuggyBear" Matthew
Stephen "Nate--IRL--" Barrett
Steve "joyride" Tuttle
Steve Davies
Timothy "WarriorX" Westmore
Tyler "krebs20" Krebs
Vadim "zetetic" Vyveritsa
Valery "=FV=BlackDragon" Manasyan
Vladimir "lester" Ivanov
Werner "derelor" Siedenburg
Zachary "Luckybob9" Sesar