

A légvédelmi harc rendszermodellje

DR. SERES GYÖRGY mérnök alezredes, a hadtudományok kandidátusa

A Montgolfier testvérek léghajójának első sikeres repülése 1783-ban nemcsak a légi utazás és szállítás, de a légi hadviselés kezdetét is jelentette. Alig egy évvel később már megjelent Hayne porosz királyi mérnök könyve a léghajó katonai alkalmazásáról, és a háború dialektikájának megfelelően Hayne a léggömb támadóeszközként való felhasználásával együtt azt is megvizsgálta, hogyan lehet ellene védekezni. Mérlegelte a kor tűzfegyvereinek esélyeit a léggömbök elleni küzdelemben, és arra a megállapításra jutott, hogy a puska, az ágyú, a tarack és a mozsárágyú mellett a légvédelem céljaira a legalkalmasabb fegyver a rakéta lesz. Ami a légitámadások elleni aktív védelem esélyeit illeti, a porosz mérnök nem táplált illúziókat, és figyelmeztette kortársait, hogy a légitámadások elől fedezékben és erődítményben keressenek menedéket.

A háborúk története igazolta Hayne előrelátását. A négy dimenzióban - térben és időben - mozgó légi támadó eszközök elleni eredményes küzdelem a mai napig a legbonyolultabb technikai problémát jelenti. Közel két évszázadnak kellett eltelti az első sikeres légi utazás után, amíg sikerült megalkotni az első, valóban hatásos légvédelmi eszközt, az irányított légvédelmi rakétát.

E két évszázadból az első száz év légvédelmének története meglehetősen eseménytelen, aminek fő oka az volt, hogy az irányítás nélküli léggömbök katonai alkalmazásához fűzött remények nem váltak be.

Improved Hawk légvédelmi rakétaüteg vezérlőasztala



Az első katonai léggömböt, melyet a franciák 1794. június 2.-án felderítés céljából bocsátottak fel, az osztrákok már 10 nap múlva, június 13.-án több mozsárlövéssel megsemmisítették. Ezután majdnem nyolcvan évig feledésbe merült a léghajó a háborúkban. 1870-ben a körülzárt Párizsból a francia csapatok léggömb útján próbáltak a hátszággal kapcsolatot teremteni. A németek a léggömböt csak igen nehezen tudták megsemmisíteni a földi célpontokra való tüzelésre készült lövegekkel, ezért a Krupp cégnél speciális léggömb elleni ágyút rendeltek. Ezzel az ágyúval 66 francia léggömb közül egyet sikerült lelőni.

A XIX. század végéig nem volt gyakorlatilag légi szállítás, így a légvédelem is csak kuriózum jellegű volt. Századunk azonban - mint annyi más technikai területen - a repülés terén is forradalmi változásokat hozott. Már 1900-ban felszállt az első motoros légi jármű, a kormányozható Zeppelin léghajó. Alig három évvel később a Wright testvérek első levegőnél nehezebb repülőgépe emelkedett el a földtől. A háborúra készülődő európai hatalmak most már gyorsan felismerték a repülés katonai jelentőségét, és - a „békebeli békeévek” nagyobb dicsőségére - az 1914-ig gyártott 25 német Zeppelinből 7 katonai célokra készült, a mozgósítás megkezdésekor pedig a németek már 232, a franciák 138 katonai repülőgéppel rendelkeztek. Az első világháború különösen nagy lendületet adott a repülőgépgyártásnak. A háború négy éve alatt Németországban közel félszázezer, Franciaországban pedig majdnem 70 ezer repülőgépet gyártottak.

A légvédelem megszervezése az első világháborúban

A légitámadások reális veszélye szükségessé tette a légvédelem megszervezését is. Először a tábori tüzérség ágyúival próbáltak légi célok ellen tüzelni. Azonban már az első kísérletek bebizonyították, hogy ezek még a léghajók ellen sem alkalmazhatók. Ezért mind a német, mind a francia hadseregben, speciálisan a légvédelem számára kifejlesztett, körbeforgatható csövű lövegeket alkalmaztak, már az első világháború kezdeti szakaszában.

A háború alatt hamarosan kiderült, hogy nem elegendő, ha a löveg képes minden irányban tüzelni. A repülőgépet fel is kell deríteni, pontosan meg kell határozni helyzetét, mozgásának irányát, sebességét és igen rövid idő alatt ki kell számítani a löelemeket. A repülőgépek már ekkor is sokkal nagyobb sebességgel mozogtak, mint bármilyen földi célpont, ráadásul a térben és az időben is tudtak manőverezni és sötétben is támadtak.

A fokozott követelmények gyors fejlődésre kényszerítették a légvédelmi eszközöket. A repülőgépek időbeni felderítésére vizuális figyelőszolgálatot szerveztek, az éjszakai repülések megkezdése pedig fülélő készülékek és fényszórók kifejlesztését tette szükségessé. Amikor a repülőgépek növekvő sebessége már lehetetlenné tette a löelemek időbeni kiszámítását, megjelentek az első automatikus löelemképzők.

A légi támadó eszközök elleni védekezésre, a légvédelmi tüzérség mellett, szinte kínálkozott a légi jármű természetes ellenfele - maga a repülőgép. A légvédelem fegyvertárába már az első világháború idején bekerült a vadászrepülőgép, amely még nagyon sokáig annak leghatékonyabb eszköze maradt.

A háború utolsó éveiben szerepet kaptak a légvédelem passzív eszközei is: az elsötétítés, az álcázás, a félrevezető célok, és előkerült a feledésből a léggömb, amely a légitámadás helyett ekkor már a légvédelmet szolgálta.

Az első világháború nemcsak az említett alapvető légvédelmi eszközök megjelenését és elterjedését eredményezte, hanem megindította a légvédelem egységes rendszerré fejlődésének folyamatát is.

Égészes légvédelmi rendszerek

A két világháború közötti időszakban ugrásszerű fejlődés következett a légitámadó eszközök területén. Az óriási mennyiségi és

Telepített Improved Hawk légvédelmi rakétaüteg



Brit honi légvédelmi Bloodhound Mk. 2 rakéta üteg a NADGE rendszerben

minőségi fejlődés eredményeként a légitámadásokat már nem egyes repülőgépek ötletszerű bevetésével, hanem különböző rendeltetésű csoportosítások feszesen szervezett együttműködésével hajtották végre, már a második világháború „főpróbája”, a spanyol polgárháború során is.

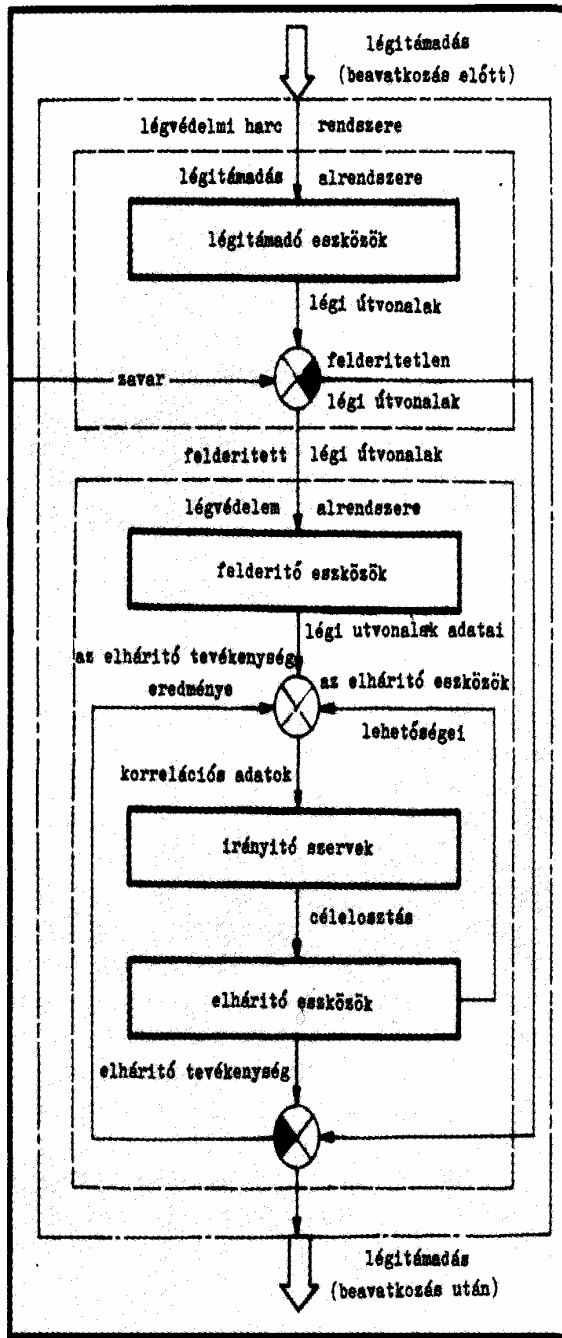
A második világháborúban, a már hadászati méretű légitámadások hatására, a légvédelmi eszközök is gyors fejlődésnek indultak. A fülélőkészülékeket felváltották a rádiólokátorok, amelyek addig elképzelhetetlen távolságon derítették fel a repülőgépeket, riasztották az elhárító eszközöket és nagy pontossággal irányították azok tevékenységét.

A rádiólokátorok nyújtotta lehetőségeket azonban csak akkor lehetett kihasználni, ha a légvédelem is - a már rendszer-jelleget öltött légitámadásoknak megfelelően - egységes rendszerré szerveződött. A második világháború tapasztalatai - elsősorban a londoni és a moszkvai légvédelem - bizonyították ezt a tényt. Hatékony és eredményes légvédelem csak ott volt, ahol - a megfelelő harcászati - műszaki jellemzőjű eszközök mellett - egységes irányítás alatt álló, összefüggő légvédelmi rendszert hoztak létre.

A háború után ez a tendencia tovább erősödött, és az ötvenes-hatvanas években - az irányított légvédelmi rakéták megjelenését követően - létrehozott egységes légvédelmi rendszerek már országnyi területek, sőt, egész katonai koalíciók légtérére kiterjedtek. A légvédelem szervezetileg is önálló haderőnemmé vált.

A légvédelem, mint rendszer vizsgálata

Mint az eddigi, vázlatos ismertetésből is kitűnik, a légvédelem napjainkra különböző rendeltetésű, bonyolult összefüggések alapján együttműködő elemekből álló, nagy rendszerré vált. Ha a légvédelmet akár működése, akár



A légvédelmi harc rendszermodellje

fejlődése szempontjából vizsgálni akarjuk, erre csak egyetlen eredményes módszer képzelhető el - a rendszerszemléletű megközelítés módszere. Ehhez azonban először meg kell alkotni a légvédelmi rendszer elméleti modelljét.

Egy rendszer modellje - legyen szó akár egy gondolati „papír” modellről, matematikai modellről vagy egy fizikailag megvalósított modellről - akkor jó, ha működése, viselkedése megegyezik a valóságos rendszerével. A légvédelmi rendszer működése akkor kezdődik - legalábbis, csak akkor van értelme - amikor

kapcsolatba kerül a légitámadó eszközökkel, és akkor végződik amikor ez a kapcsolat megszakad.

Hasonló a helyzet a légvédelmi rendszer fejlődésével kapcsolatban is. Csak akkor változnak meg a légvédelmi eszközök jellemzői vagy a légvédelem szervezete és eljárásai, ha megváltoznak a légitámadó eszközök paraméterei vagy a légitámadás módszerei.

Ugyanerre a következtetésre jutunk akkor is, ha meggondoljuk: egy valóságos légvédelmi rendszert légitámadás híján - békében - csak úgy tudunk érdemben ellenőrizni, ha „beengedjük” a légitámadó eszközöket - saját repülőgépeink formájában - a rendszerbe.

Ezeket a dialektikus összefüggéseket a modellünknek is tükröznie kell. Ez csak úgy lehetséges, ha a légitámadást és a légvédelmet egy közös rendszer keretében próbáljuk megvizsgálni.

A légvédelmi harc - mint rendszer

Ha elfogadjuk ezt a megközelítést, akkor a vizsgálathoz a légvédelmi harcnak egy olyan általános modelljét alkothatjuk meg, amely - bizonyos korlátok között - tartalmazza a rendszer valamennyi elemét és az elemek közti kapcsolatokat, illetve a rendszer és környezetének kapcsolatait.

Egy ilyen modellben tehát, zárt rendszernek a légvédelmi harcot tekintjük, amely a légitámadás és a

légvédelem alrendszeréből áll. Mivel a két alrendszer célja a másik alrendszer megbénítása, ezeket „antagonisztikus” alrendszereknek tekinthetjük. Ebből következik, hogy magának a légvédelmi harcnak mint rendszernek a „célja” is antagonisztikus - önmaga megszüntetése. (Gondoljuk meg: bármelyik alrendszer eléri a célját, a légvédelmi harc megszűnik.) Mindenekelőtt határozzuk meg azokat a korlátokat, amelyek között modellünket érvényesnek tekinthetjük. Ezeket az időbeni, térbeli és szervezési szintbeli korlátokat annak megfelelően kell megválasztanunk, hogy milyen célból alkalmazzuk modellünket. Ha a légvédelmi rendszer fejlődésének vizsgálatánál kívánjuk a modellt felhasználni, akkor az időbeli korlátok a XX. század elejétől napjainkig terjedő időszakot kell választanunk, amelyet a jellegzetes fejlődési szakaszoknak megfelelően oszthatunk fel. Ha viszont a rendszer működésének dinamikáját akarjuk bemutatni, akkor célszerű a vizsgálatot egy légitámadás idejére korlátozni.

A térbeli korlátok megállapításánál szintén a vizsgálat célját kell alapul vennünk. A fejlődés áttekintéséhez szélesebb korlátokat kell felállítanunk, és több, a vizsgált időszakban legfejlettebb légvédelemmel rendelkező ország és ellenfelei támadó és elhárító eszközeit, illetve ezek kapcsolatát kell figyelembe vennünk.

A működés áttekintését célszerű csak egy-egy konkrét légvédelmi rendszer területére korlátozni. Hasonló a helyzet a szervezési szintbeli korlátok megválasztásánál. A fejlődési tendenciák meghatározásánál egy-egy ország esetleg katonai koalíció szintjéig kell elmennünk, a működésnél azonban elegendő, ha egy légvédelmi összefegyvernemi magasabbegységnek megfelelő szintre korlátozzuk vizsgálatainkat.

Természetesen a modell érvényességi korlátait az is befolyásolja, hogy a rendszer és környezetének kapcsolatait milyen részletességgel és mélységben kell vizsgálnunk. A fent említett korlátok között egy általános érvényűnek tekinthető „légvédelmi harc” rendszermodell az ábránkon szemléltettünk.

A légvédelmi harc rendszermodellje

A modell, az úgynevezett fekete doboz módszer szerint, mindent magába foglal, ami a rendszerhez tartozik és minden ami bármilyen kapcsolatban áll a rendszerrel, a rendszer környezetét képezi.

A légvédelmi harc rendszerére a környezet két bemeneten át hat: az egyik bemeneten - a rendszer alaprendeltetésének megfelelően - a légitámadás; a másik bemeneten a rendszerre minden egyéb tényező hat, amely az alaprendeltetésétől eltérő módon befolyásolja annak működését és fejlődését.

A környezet és a rendszer kapcsolatát itt megint kétféleképpen kell vizsgálnunk. Ha a rendszer működése szempontjából nézzük ezeket a kapcsolatokat, akkor ezek a hatások közvetlenül érvényesülnek, ha azonban a fejlődést akarjuk áttekinteni, akkor ezek sokkal bonyolultabbak, áttételesek és általában közvetettek.

A légvédelmi harc folyamatában - a rendszer működésekor - a légitámadás, mint a környezet hatása, akkor válik érzékelhetővé a rendszer számára, amikor a légitámadó eszközök tevékenységének megkezdéséről információt kap a rendszer. Amikor a légvédelem felderítő eszközei észlelik a légitámadó eszközöket, azok - modellünk szerint - a rendszer részeivé válnak, és így - a valószínűségelmélet módszereinek segítségével - a rendszer működése és a légitámadásra gyakorolt hatása, eléggé egzakt módon, meghatározható.

Sokkal nehezebb a helyzet azonban, ha a légvédelmi rendszer fejlődését akarjuk vizsgálni. Ebben az esetben ugyanis olyan összefüggéseket kell felismernünk, mint a légitámadó és az elhárító eszközök, a légitámadó és a felderítő eszközök fejlődésének kapcsolata, vagy a légitámadó és a légvédelmi eszközök harceljárásainak és a légvédelem irányítási módszereinek kapcsolata.

Első közelítésben talán nem is tűnik ez túl bonyolultnak. Például: ha a repülőgépek nagyobb magasságon repülnek, akkor ezzel arányosan



Vadász-irányító tiszt asztala a brit légvédelmi központban



Bloodhound rakéta üteg vezetési pontja

növelni kell az elhárító eszközök hatótávolságát. De ha meggondoljuk, hogy ez az összefüggés sok esetben milyen bonyolult technikai, infrastrukturális és szervezési problémák megoldásán keresztül érvényesül -sőt, néha politikai jellegű döntéseket is igényel -, akkor beláthatjuk, hogy a társadalmi jellegű rendszerek fejlődésének általános törvényszerűségeit is segítségül kell hívnunk.

A környezet azonban nemcsak légitámadás formájában hat a rendszerre. Mindazokat az egyéb hatásokat, amelyek nem légitámadás formájában kerülnek kapcsolatba a rendszerrel, modellünkben együttesen zavaroknak neveztük. Ebből az általánosításból következik, hogy ebben az esetben a „zavar” fogalom sokkal többet takar, mint amit a szó köznapi - és a légvédelemnél is megszokott - értelmezése sugall.

A legfontosabb különbség a „zavar” köznapi és kibernetikai értelmezése között az, hogy a kibernetikai rendszerre ható „zavar” a rendszer működése vagy fejlődése szempontjából nemcsak negatív, hanem pozitív hatást is kiválthat.

A rendszerre gyakorolt zavaró hatás vizsgálata a kibernetika és a rendszerelmélet legbonyolultabb - és ezért a legtöbb esetben el is hallgatott - problémája. Ennek érzékeltetésére elegendő arra utalni, hogy az ellenséges környezetből is érhetik pozitív zavaró hatások a rendszert, például, a légvédelem működése szempontjából pozitív

hatású zavarnak tekinthető, ha az ellenséges repülőgépek navigációs hiba következtében eltévednek. De érhetik negatív zavaró hatások a rendszert az együttműködő környezet részéről is, például, a légvédelem fejlődésére negatív zavaró hatást gyakorol, ha egy újonnan rendszerbe állított elhárítóeszköz hatékonysága nem éri el a tervezettet.

A rendszer a környezetre a kimeneten keresztül hat vissza, vagyis a légvédelmi harc rendszerén áthaladva a légitámadás már módosított formában folytatódik.

Mivel a rendszer célja a légvédelmi harc megszűnése, „átviteli tényezőjét” a légitámadásra gyakorolt befolyásának mértékével fejezhetjük ki. Ezt a hatást sokféleképpen határozhatjuk meg, azonban az mindig két szélső érték között mozog. Minimális, ha a rendszer kimenetén ugyanolyan a légitámadás, mint a bemenetén, és maximális, ha a légitámadás a rendszeren áthaladva megszűnik. (Ezzel természetesen, a légvédelmi harc, mint rendszer is értelmét veszti!)

A légvédelem hatékonysága

A bemutatott modell alapján, a rendszer - „átviteli tényezője” egyben a légvédelemnek, adott légitámadás mellett elért, relatív hatékonyságát is kifejezi.

A légvédelem hatékonysága szempontjából alapvető jelentősége van a légitámadó és az elhárító eszközök harcászati-műszaki jellemzőinek. Ha a légitámadó és az elhárító eszközök paraméterei összemérhetőek, akkor az eszközök mennyisége, a légvédelem szervezettsége és nem utolsósorban, az eszközöket kezelő és irányító emberek felkészültsége, harci morálja határozza meg döntően a rendszer hatékonyságát.

A moszkvai légvédelem a második világháború első időszakában a németek repülőgépeihez képest, viszonylag korszerűtlen eszközökkel rendelkezett ugyan, de az ide koncentrált nagyszámú vadászipilóta és légvédelmi löveg, a magas fokú szervezettség és a pilóták, légvédelmi tüzérek elszántsága megvédte a szovjet fővárost. A német Luftwaffe nem tudott jelentős kárt okozni Moszkvában.

Ha a légitámadó és a légvédelmi eszközök technikai színvonala között jelentős különbség van, - például a repülőgépek olyan magasságban tudnak repülni, ahová már az elhárító eszközök nem képesek tüzelni -, akkor a légvédelem nem tudja befolyásolni a légitámadást.



Bombabiztos bunkerben álló Phantom II. FG-1 vadászipilóta

A második világháború utolsó évében az amerikai bombázó repülőgépek ellen a japán vadászipilóták és légvédelmi tüzérek gyakorlatilag tehetetlenek voltak és azok úgy szórták le bombáikat Tokióra, mintha díszszemlén lettek volna.

A rendszer részletesebb vizsgálatához, természetesen ki kell nyitnunk a „fekete dobozt”, meg kell mutatnunk, hogy milyen elemekből áll a légvédelmi harc rendszere, és azok milyen kapcsolatban állnak egymással.

Légvédelmi harc struktúrája

Mivel modellünket elsősorban a légvédelem rendszerszemléletű vizsgálatához ajánljuk, ezért az ábrán látható struktúra részleteiben csak a légvédelem alrendszerét szemlélteti.

Ez a modell eléggé általános érvényűnek tekinthető, de alkalmazásánál mindenképpen figyelembe kell vennünk a már említett korlátozásokat. A légvédelmi harc rendszer struktúrája, ilyen formában, lényegében már az első világháborúban kialakult, amikor a rendszer egyes elemei fizikailag elkülönültek egymástól és csak információs kapcsolat kötötte őket össze.

A technikai eszközök, amelyek a rendszer egyes elemeit alkotják ettől az időtől napjainkig igen nagy mennyiségi és minőségi változáson mentek keresztül, de a rendszer belső szerkezete ma is ilyen. Így, ha a rendszer egyes elemeit jelképező „fekete dobozok” tartalmát a fejlődés bármelyik szakaszában vizsgáljuk meg, arra a megállapításra jutunk, hogy „azokban” olyan technikai eszközöket vagy katonai szervezeteket találunk, amelyek - bár technikai megvalósításban, működési módban, a bemenet és a kimenet megjelenési formájában lényegesen eltérhetnek egymástól - rendeltetésük, a rendszer működésében betöltött szerepük azonos.