



האתגרים של חיל האוויר



מערכת TOR-M1

הטווח המרבי: 12 ק"מ, הגובה המרבי: 10 ק"מ

הייעוד: הגנה אווירית על אתרים אסטרטגיים ועל כוחות קרקע.

המאפיינים העיקריים: קצב אש גבוה, יכולת לייצר חימוש מונחה מדויק,

שליטה ובקרה מתקדמים, יכולתה של יחידה בודדת לעבוד באופן

אוטונומי, יכולות נגד גבוהות להתמודדות עם לוחמה אלקטרונית

האתגרים של חיל האוויר

באחרונה פורסם על כניסתן למזרח התיכון של מערכות רוסיית חדישות להגנה אווירית. המאמר מציג את העיקריות שבהן

מבוא: הדוקטרינה הרוסית להגנה אווירית

פירוק ברית המועצות בתחילת שנות ה-90 השפיע באופן מהותי על תעשיית הנשק של רוסיה בכלל ועל תעשיית מערכות ההגנה האווירית בפרט. בעקבות נפילת המשטר הסובייטי הופסקה ההספקה השוטפת של מערכות הטק"א למי שהיו בעלות הברית של ברית המועצות. יחד עם זאת הפכה רוסיה עד מהרה לשחקן מפתח בשוק הנשק העולמי והחלה לשווק את תוצרתה בהתאם לדרישות השוק לכל המעוניין. השתלבותה של רוסיה בשוק הנשק העולמי חשפה את יצרני הנשק הרוסים לתחרות קשה הן בינם לבין עצמם והן עם יצרני הנשק במערב. התחרות הזאת הולידה דור חדש של מערכות טק"א מתקדמות.

במלחמת יום הכיפורים רואים הרוסים עד היום אבן דרך חשובה בהתפתחות מערך ההגנה האווירית שלהם. מערכת הטק"א SA-6 שסופקה לסוריה ולמצרים ערב מלחמת יום הכיפורים זכתה לציון גבוה הן מההנהגה הצבאית הערבית והן מהיועצים והמפעילים הסובייטים ששהו באותה עת במדינות ערב. לאחר המלחמה ניתחו הסובייטים את תוצאותיה והפיקו לקחים ששימשו במשך עשרות שנים לאחר מכן בסיס לעיצוב דורות המשך של מערכות טק"א.

מערך הנ"מ הקני, שעליו התבסס מערך ההגנה האווירית היבשתי של הסובייטים במלחמת העולם השנייה, לא נתן מענה למגוון איומים חדש שכלל מטוסי תקיפה סילוניים על-קוליים ומטוסי ביון ומפציצים אסטרטגיים שפעלו מעל לגובה היעיל המרבי של פגזי הנ"מ. בשל כך

במלחמת יום הכיפורים רואים הרוסים עד היום אבן דרך חשובה בהתפתחות מערך ההגנה האווירית שלהם. מערכת הטק"א SA-6 שסופקה לסוריה ולמצרים ערב המלחמה זכתה לציון גבוה הן מההנהגה הצבאית הערבית והן מהיועצים והמפעילים הסובייטים ששהו באותה עת במדינות ערב

החלה התעשייה הצבאית של ברית המועצות לפנות לעבר טכנולוגיות חדישות יותר בתחום הטילים והמכ"ם.

מערכות ההגנה האווירית שפגשו טייסי חיל האוויר במלחמת יום הכיפורים והטייסים האמריקנים במלחמת וייטנאם היו של הדור הראשון. הפעלתן הייתה בהתאם לדוקטרינה המזרחית שגרסה כי יש להגן על שמי המדינה באמצעות מערכות נ"מ קרקעיות - בניגוד לדוקטרינה המערבית שגרסה שהדרך היעילה ביותר להגן על השמיים היא באמצעות מטוסי יירוט.

דור המשך של מערך הטק"א הרוסי כולל מגוון פתרונות להתמודדות עם אמצעי ל"א שמפעיל האויב. הפתרונות כללו הן שדרוג של מערכות המכ"ם והן הכנסת אמצעי עקיבה חלופיים כגון מצלמות טלוויזיה ושימוש בטילים בעלי מערכת ביות פסיבית (טילים המתביינים על חום המטרה).

דילמה קונספטואלית בהתפתחות הטק"א הייתה אם יש להפנות את משאבי הפיתוח והייצור



רון בוריס רזניקובסקי
מהנדס אלקטרוניקה



רון אריה פרוסכטוב
מהנדס אווירונאוטיקה וחלל





מערכת | Pantsir-S1

הטווח המרבי של הטילים: 20 ק"מ
 הגובה המרבי של הטילים: 15 ק"מ
 הטווח המרבי של התותחים: 4 ק"מ
 הגובה המרבי של התותחים: 3 ק"מ
 הייעוד: הגנה אווירית על אתרים
 אסטרטגיים ועל כוחות קרקע.
 המאפיינים העיקריים: יירוט תוך
 כדי תנועה, יירוט חימוש מונחה
 מדויק, עקיבה תרמית, יכולות נגד
 גבוהות להתמודדות עם לוחמה
 אלקטרונית, אוטומטיזציה מלאה
 (כולל ביצוע הירי), ניידות גבוהה

לפיתוח מערכת אוניברסלית שתדע להתמודד עם כל מגוון האיומים בטווחים גדולים וקטנים כאחד, ללא תלות בגובה המטרה ובמהירותה, או שיש לייצר קשת רחבה של מערכות, שכל אחת מהן תתמודד עם איום ספציפי. ניסיון שנצבר בהפעלה מבצעית יחד עם מגבלות טכנולוגיות רבות הביאו את המפתחים לבחור בקונספט של ההגנה האווירית הרב-שכבתית. על-פי השיטה הזאת מחולקים אזורי האחריות - מבחינת הגובה והטווח - בין המערכות השונות באופן שהן מקיימות ביניהן אזורי חפיפה וחיפוי הדדי.
 הדוגמאות המובהקות ביותר למימוש הקונספט של ההגנה הרב-שכבתית הן צמד המערכת

דילמה קונספטואלית בהתפתחות הטק"א הייתה אם יש להפנות את משאבי הפיתוח והייצור לפיתוח מערכת אוניברסלית שתדע להתמודד עם כל מגוון האיומים, או שיש לייצר קשת רחבה של מערכות, שכל אחת מהן תתמודד עם איום ספציפי

על מגוון המטרות שאיתן צריכות להתמודד מערכות הטק"א. המגוון הזה כולל כלי טיס בלתי מאוישים, טילי שיט וחימוש מונחה מסוגים שונים. מערכת טק"א שאינה יכולה להתמודד עם כל המטרות האלה לא תוכל להימכר. נוסף על יכולת ההתמודדות עם מספר רב של מטרות גם דורשים כיום הלקוחות שהמערכות יהיו אוטונומיות, בעלות יכולת שרידות גבוהה וקלות להפעלה.

תערוכת MAKS 2007

המקום שבו מתמודדות יצרניות הנשק ראש בראש הוא תערוכות הנשק. בתערוכות האלה, המתקיימות מדי שנה ברחבי העולם מציגות התעשיות הביטחוניות של רוסיה, בין היתר, מגוון רחב של מערכות הגנה אווירית, של מטוסים ושל חימוש. בתערוכת MAKS 2007 במוסקבה הוצגו מערכות טק"א מהשורה הראשונה של התעשיות הביטחוניות הרוסיות. בין היתר הוצגה מערכת S-400 ו-Pantsir-S1 (שכינייה בנאט"ו הוא SA-22) שזוכות באחרונה לכתרות רבות עקב הפיכתה של ה-S-400 למבצעית ועקב דיווחים על הגעתה בקרוב של מערכת ה-Pantsir-S1 למזרח התיכון. המערכות אלה מתאפיינות בוורסטיליות בכל הנוגע למגוון האיומים שאיתם הן מסוגלות להתמודד, אך יחד עם זאת הן שומרות על קונספט ההגנה הרב-שכבתית.

מערכת ה-S-400 היא קפיצת מדרגה ביכולת של טילי קרקע-אוויר ארוכי טווח להתמודד עם ספקטרום מטרות רחב הכולל טילים בליסטיים. במקביל אמורה מערכת ה-Pantsir-S1 לספק מענה טקטי בטווחים הקצרים, כולל נגד חימוש מונחה מדויק.

המכנה המשותף למערכות הדור השלישי הוא שימוש בטכנולוגיות מתקדמות כגון מערכות מכ"ם phased-array המאפשרות להתמודד עם כמה מטרות בו זמנית בשילוב עם מצלמות לעקיבה תרמית. המערכות החדשות זוכות לעניין רב. על-פי פרסומים של היצרנים נחתמו בשנים האחרונות חוזים רבים עם כמה מדינות במזרח התיכון להספקת מערכות הטק"א החדשות ביותר.

לאחר שני עשורים של קיפאון בתחום ההספקה של מערכות הגנה אווירית לאזורנו אנו עדים להתעוררות בתחום הזה ולרכש מסיבי של מערכות טק"א. נראה שהמזרח התיכון עשוי להפוך שוב למגרש הניסויים של המעצמות המובילות בתחום הייצור של אמל"ח, וכפי שהיה בשנות ה-60, ה-70 וה-80, ההתמודדות הצפויה תהיה בין מיטב הטכנולוגיות בתחום הזה

ראוי לציין שבתערוכות הנשק ניתן לראות כבר היום את הניצנים הראשונים של מערכות המחר בתחום ההגנה האווירית. המערכות האלה יתבססו על טכנולוגיות מכ"ם עתידניות שיאפשרו לגלות מטרות קטנות ומהירות יותר, וישולבו בהן מערכות שו"ב מתקדמות שיאפשרו קישוריות בין כלל גורמי האיסוף לכלל גורמי האש.

סיכום

לאחר שני עשורים של קיפאון בתחום ההספקה של מערכות הגנה אווירית לאזורנו אנו עדים להתעוררות בתחום הזה ולרכש מסיבי של מערכות טק"א. נראה שהמזרח התיכון עשוי להפוך שוב למגרש הניסויים של המעצמות המובילות בתחום הייצור של אמל"ח, וכפי שהיה בשנות ה-60, ה-70 וה-80, ההתמודדות הצפויה תהיה בין מיטב הטכנולוגיות בתחום הזה.

מערכת ה-S-400 היא קפיצת מדרגה ביכולת של טילי קרקע-אוויר ארוכי טווח להתמודד עם ספקטרום מטרות רחב הכולל טילים בליסטיים

SA-2 ו-SA-3 וצמד המערכות SA-5 ו-SA-8. מערכת ה-SA-2 מיועדת לטווח גדול ולגובה רב ופועלת בצמוד למערכת SA-3 שמשלימה את מערכת ה-SA-2 באמצעות הגנה על הגובה הנמוך. מערכת ה-SA-5, שמיועדת לירט מטוסים מגביהי טוס מטווחים גדולים מאוד, מוגנת מפני תקיפה של מטוסים מנמיכי טוס באמצעות מערכות ה-SA-8 הניידות. הקונספט הזה תורגם לתורת לחימה סדורה שיושמה במלואה בצבא הסובייטי ולאחר מכן, יחד עם המערכות עצמן, הועתקה למדינות ברית ורשה ולמדינות ערב.

בשנות ה-80 ובשנות ה-90 המוקדמות, עד פירוקה של ברית-המועצות, הופיעו כמה מערכות טק"א מהדור השני, שבחלקן מבוססות על מערכות הדור הראשון ובחלקן הן פיתוחים חדשים מבחינה קונספטואלית. מדובר במערכת ה-SA-11, שהיא דור ההמשך של מערכת ה-SA-6, במערכת ה-SA-15, שהיא דור ההמשך של מערכת ה-SA-8 ובמערכת החדשה ארוכת הטווח S-300. בעקבות מלחמת שלום הגליל, שבה ספג מערך ההגנה האווירית הסורי-רוסי מכה קשה, הושקעו מאמצים רבים במערכות הדור השני לשיפור הניידות והשרידות שלהן.

כבר בתחילת שנות ה-90 החלו להיכנס לשירות מבצעי בצבא רוסיה כמה מערכות חדשות כגון TOR-M1 (שכינייה בנאט"ו הוא SA-15), BUK-M2 (שכינייה בנאט"ו הוא SA-17) ו-S-300PMU1 (שכינייה בנאט"ו הוא SA-20). במקביל החל פיתוח של מערכות חדשות למטרות יצוא לשוק הרחב כגון ה-Pantsir-S1 (שכינייה בנאט"ו הוא SA-22).

הדור השלישי של מערכות הטק"א מושפע מכמה גורמים - בראש ובראשונה מהשינוי בשדה הקרב המודרני. המלחמות האחרונות ביוגוסלביה, באפגניסטן ובעיראק הצביעו



מערכת S-300PMU2
 הטווח המרבי: 200 ק"מ
 הגובה המרבי: 27 ק"מ
 הייעוד: מערכת הגנה אווירית אסטרטגית
 המאפיינים העיקריים: יירוט טילים
 בליסטיים, יירוט מטוסי ביון,
 יכולות נגד גבוהות להתמודדות עם
 לוחמה אלקטרונית

