

שתי זוויות), תוך עקיבה אחרי מספר מטרות. הדיוקים הנמוכים יותר בשיטה זו הגדילו את מרחקי החליפה הצפויים, ועל כן החליט קיסונקו להסתמך במערכת המבצעית על רש"קים גרעיניים. הדרישה המבצעית החדשה חייבה להתגבר על שלושה סוגים של אמצעי נגד – פיתיונות, הקטנת שטח חתך מכ"ם ולוחמה אלקטרונית.

כדי לבדוק את מנגנון ההרג ביירוט הגרעיני ואת ההשפעה על מערך המכ"מים הקרקעי, ביצעו הסובייטים חמישה ניסויים גרעיניים מחוץ לאטמוספירה. בכל ניסוי נורו שני טילי SS-4 בר-זמנית מקאפוסטין יאר לעבר אזור היירוט בסארישאגן. אחד הטילים נשא רש"ק גרעיני פעיל, והשני נשא רש"ק דמה ממוכשר. הרש"ק הפעיל פוצץ בפקודה מרוחק והאפקט על רש"ק הדמה שודר בטלמטריה. הצוותים של סארישאגן ובני משפחותיהם הורשו לצפות חופשית במחזה, ללא כל הגנה (למעט זכוכיות מפויחות) וללא כל הוראות בטיחות מיוחדות – דבר אפשרי רק בבריה"מ!

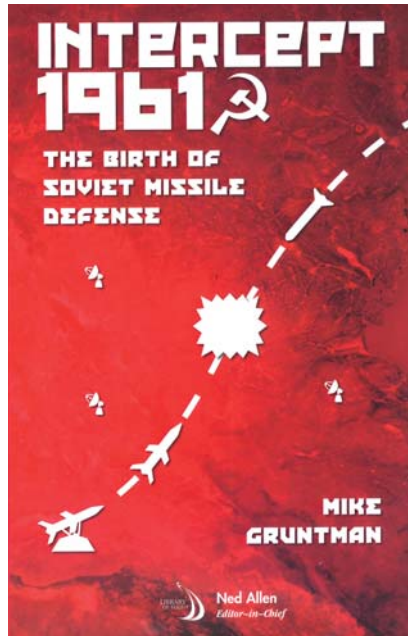
כמתואר בספר, המיירט שנבחר למערכת המבצעית A-35 היה ה-A-350 (שכונה גאלוש במערב) מפיתוח מרכז ההנדסה Fakel. למכ"ם העקיבה החדש הייתה יכולת הבחנה בין המטרה לבין הפיתיונות, והספר מסביר בקיצור את השיטה. לקראת גמר הפיתוח והצבת המערכת פרץ שוב מאבק פנימי ער בקרב הממסד הביטחוני הסובייטי. משרדי תיכון מתחרים ביקרו קשות את המערכת, או הגישו הצעות משלהם למערכות הגנה חלופיות, ביניהן מערכת הגנה כלל-ארצית (ולא רק על מוסקבה) שנקראה S-225.

מערכת ה-A-35 נפרסה בשלבים, כאשר השלב הראשון הוכיח מבצע ב-1973 השני ב-1974. לאחר מכן החל סבב שינויים ושיפורים רצוף. באותה תקופה החלו להופע הטילים הבליסטיים עם ראשי ק"מ מרובים (MIRV), והסובייטים הגיעו למסקנה שאיומים מסוג זה ירוו את המערכת. לאור זאת הם גנזו את תוכניותיהם לפרוס מערכות דומות מסביב לערים אחרות בבריה"מ, וברחו בתתרון דיפלומטי – אמנת ה-ABM.

גריגורי קיסונקו הודח מראשות הפרויקט ב-1975. מחליפו, אנטולי בסיסטוב, פתח את הגרסה המודרנית יותר ה-A-135, שפרוסה עד היום סביב מוסקבה. ראוי להזכיר, שהפרויקט הסובייטי התנהל למעשה באותן שנים שבהן פותחו הטכנולוגיות המקבילות בארה"ב ונבנתה המערכת Safeguard. ההבדל הבולט הוא בתפיסה האסטרטגית: בעוד שהאמריקנים ניגשו לנושא מראייה של מערכת הגנה לאומית (שלבסוף צומצמה למערכת הגנה להשרדת היכולת הטילית), הסובייטים בחרו בהגנה על מרכז השלטון במוסקבה בלבד.

שפע הפרטים שבספר מהמם, והוא מומלץ לכל המתעניינים בהיסטוריה של הטכנולוגיה הצבאית בכלל ושל ההגנה האקטיבית בפרט. בספר מספר רב של תמונות מעניינות, הן של מערכות ההגנה הסובייטיות והן צילומים של המתקנים הסובייטיים ממטוסי U-2 ומלווייני תצפית אמריקנים. בנספח ניתן תיאור תמציתי של המאמץ האמריקאי לפתח את הטכנולוגיות ליירוט טילים, שהוביל מאוחר יותר לפיתוח ולפריסת מערכת Safeguard.

עוזי רובין



הניסויים, הייצור והפריסה של מערכת ההגנה הראשונה על מוסקבה, שקיבלה את השם הסמלי A-35.

הספר מפרט את הקשיים הארגוניים והמאבקים האישיים שנלוו להחלטה על כניסה לפיתוח המערכת. לאחר נפתולים רבים, ובעקבות ההצלחה הראשונה ליירט טיל בליסטי, הועמד לרשות קיסונקו מרכז הנדסי עצמאי בשם OKB-30, שלימים קיבל את הכינוי Vympel.

לצורך פיתוח המערכת הוקם ב-1956 שדה הניסויים סארישאגן בעומק בריה"מ. בשדה הותקנה מערכת ניסויים שהתבססה על מכ"ם גילוי לטווח של 1,200 ק"מ, שלושה מכ"מים בשיטת המשולשים (טריאנגולציה) שעקבו אחרי המטרה בעזרת מדידות טווח בלבד, מכ"ם ייעודי לעקיבה אחרי המיירט, מערכת בקרת אש ממוחשבת, ומיירט V-1000 המצויד ברש"ק רסס. המטרות היו טילי SS-3 ו-SS-4 שנורו משדה הניסויים קאפוסטין יאר.

המערכת פותחה בקצב מזורז תוך משמעת הנדסית, כולל ניסויים חלקיים וניסויים דינמיים שילוב מערכת היירוט. בשנת 1960 החלו הניסיונות הראשונים ליירוט מטרות אמת. לאחר שבעה כישלונות רצופים (חלקם כישלונות מיירט, חלקם כישלונות מערכת, וגם כישלון מפעיל אחד), הצליחה המערכת ליירט טילי SS-4 ב-4 במארס 1961. לאחר מכן נרשמו הצלחות נוספות.

עוד ב-1958, לפני ההצלחה הראשונה ביירוט, הוחל בפיתוח המערכת המלאה שנועדה להגן על מוסקבה. הדרישה המבצעית, שהייתה בתחילה צנועה למדי – העסקת איום יחיד (גוף חודר ושרב) – הוגדלה להעסקת שמונה איומים, ולאחר מכן הוגדלה שוב ל-16 איומים. מכיוון שבשיטת העקיבה על-ידי טריאנגולציה נדרשו שלושה מכ"מים כדי לעקוב אחרי כל עצם, הצורך לעקוב אחרי 32 מטרות בר-זמנית הפך את שיטת הטריאנגולציה לבלתי מעשית. כתוצאה מכך נאלץ קיסונקו להסתמך על טכנולוגיית מכ"ם יותר קובנציונלית (טווח +

Intercept 1961 – The Birth of Soviet Missile Defense

By Mike Gruntman
American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), U.S.A., 2015
עמודים. המחיר: 39.95 דולר.

במסגרת סדרת הספרים המצוינת של האגודה האמריקנית AIAA על תוכניות פיתוח חשובות, טכנולוגיות ומדעי התעופה והחלל – שאחדים מהם סקרו בעבר ב"ביעף" – הופיע בשנה שעברה ספר ייחודי על ראשיתה של מערכת ההגנה מפני טילים בליסטיים בברית-המועצות (בריה"מ). המחבר, מייק גרונטמן, הוא מהנדס רוסי במקורו, שבילה את שנותיו הראשונות בשדה השיגורים בייקונוור בקזחסטן, וכיום הוא פרופסור לאסטרונוטיקה באוניברסיטה של דרום קליפורניה בארה"ב.

הספר מכיל סקירה מקיפה על תהליך קבלת ההחלטות שהביא לפיתוח מערכת ההגנה האקטיבית סביב מוסקבה, על ההיסטוריה הטכנולוגית של התוכנית, על תהליך הפיתוח, על הדמויות הראשיות בעלילה ועל המאבקים הפנימיים בין הארגונים היריבים במערך המו"פ הסובייטי. במקביל, המחבר מתאר גם את מאמצי האישיים של זרועות המודיעין האמריקניות על הנעשה בבריה"מ. להלן עיקרי הדברים:

בתום מלחמת העולם השנייה העריך השליט הסובייטי, יוסיף סטאלין, שאחד האתגרים הביטחוניים המשמעותיים על בריה"מ הוא האיום על מוסקבה מצד מערך המפציצים האסטרטגיים של ארה"ב, שיהיו מצוידים מעתה בנשק גרעיני. לפיכך, ניתנה הוראה לפתח מערך הגנה אווירית שייפרס מסביב למוסקבה בלבד (ומאוחר יותר גם מסביב ללינינגרד) – דהיינו, מערך הגנה מקומי ולא כלל ארצי. מאמצי הפיתוח האלה קידמו במידה ניכרת את טכנולוגיית המכ"ם, התקשורת והחישוב הדיגיטלי בבריה"מ. הטיל המיירט הראשון סומן ברוסיה V-300 (טיל שמהירותו בגמר בעירת ההודף 300 מ"ש), וכונה לאחר מכן במערב בקוד נאט"ו SA-1. חלק מהידע לפיתוח המיירט הזה היה במקורו גרמני – פרויקט טיל הקרקע-אוויר Wasserfall.

כבר ב-1945 החלו מרכזי התיכון בבריה"מ לחקור את היכולת ליירט טילים בליסטיים במעופם. ברם, התמריץ להיכנס לפיתוח של ממש היה באוגוסט 1953, בעקבות מכתב שנשלח לפוליטבירו על ידי שישה מארשלים בכירים ובהם ז'וקוב, שהזהירו כי מתפתח איום קיומי על בריה"מ מתקיפה גרעינית עתידית באמצעות טילים בליסטיים. בעקבות מכתב זה כונסה ועידה של בכירי מערך הפיתוח האווירונאוטי בבריה"מ. מרבית המשתתפים היו ספקנים לגבי האפשרות ליירט טילים בליסטיים, והביטוי "לא ניתן לפגוע בקליע על ידי קליע" נשמע כנראה בבריה"מ לפני שהתפרסם כאמירה ספקנית אמריקנית.

המשתתף היחיד שאמר כי הדבר אפשרי וכי הוא יודע כיצד לעשות זאת היה פסיקאי צעיר בשם גריגורי קיסונקו, שהתמחה במהלך מלחמת השנייה באלקטרוניקה ומכ"מים. מכיוון שהוא היה היחיד שתמך ברעיון, הוטל עליו לבצע בדיקת היתכנות וקדם תיכון למערכת. קיסונקו הפך בכך ל"אבי" ההגנה האקטיבית הסובייטית וניהל את הפיתוח,



בינת

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- ה־F-35A הישראלי הראשון לובש צורה בפורט וורת'
- תולדות שדה התעופה ראש פינה
- דאסו מיסטר IVA בחיל האוויר, 1956-1971
- מוזיאון התעופה הבלגי בבריסל
- חדשות התעופה בישראל • ספרים ביעף

התוכן

חדשות ביעף:

- 3 חיל האוויר
- 6 כטב"מים
- 9 תעשיות ביטחוניות
- 10 חברות תעופה ישראליות (ש"ת ראש פינה)
- 13 חברות תעופה זרות
- 14 תאונות טיסה
- 15 משטרת ישראל

מטוסי לחימה של חיל האוויר:

- 17 דאסו מיסטר IVA

מוזיאונים לתעופה בעולם:

- 25 מוזיאון התעופה הבלגי בבריסל

ספרים ביעף

- 30 האם באמת היה סיכוי ללביא?
- 31

בשער: הבואינג 737-900ER השמיני של אל-על הגיע לארץ ב-18 במארס. (צילום: זיגי)

דבר העורך



בחיל האוויר מגדירים את 2016 כ"שנת האדיר". מטוס ה-F-35 הראשון עברו ישראל ייחשף בטקס גלילה רשמי שייערך במפעלי לוקהיד מרטין בפורט וורת' שבטקסס ב-22 ביוני, ושני המטוסים הראשונים ינחתו בבסיס נבטים ב-12 בדצמבר. צוות ההקמה של טייסת האדיר הראשונה, שנוסדה על בסיסה של טייסת נשר הזהב, כבר החל לפעול, ומוקמת התשתית הארגונית, התחזוקתית וההדרכתית להפעלת מטוסי הקרב המתקדמים ביותר בעולם מהדור החמישי.

חיל האוויר הישראלי יהיה הראשון בעולם, מחוץ לארה"ב, שיפעיל מבצעית את מטוסי ה-F-35. המטוס החדש ייקלט בישראל בשלהי תהליך הפיתוח שלו, כאשר עדיין לא נפתרו כל הבעיות, וכאשר הגרסה המתקדמת של התוכנה ששולטת בהפעלת כל מערכות המטוס, חיישני ואמצעי חימושו טרם בשלה. אבל כל הסימנים מראים, כי הפיתוח עתיד להסתיים בהצלחה מלאה, וכי ה-F-35 אכן יגשים את התקוות שתלו בו.

בניגוד לקולות הביקורת הרמים שמושמעים מכיוונם של מתנגדי התוכנית, פרויקט ה-F-35 לייטינג II מתקדם במידה רבה לפי התוכנית שהתוותה בשנים האחרונות, עומד ביעדים שהוצבו, ומחיר ייצורם של המטוסים נמצא במגמת ירידה. לוח הזמנים אמנם מפגר בכמה שנים לעומת התוכנית המקורית שנקבעה בעשור הקודם, אולם אין זה מפתיע ובלתי צפוי בפרויקט פיתוח תובעני של המערכת המתקדמת והמורכבת ביותר שפותחה אי-פעם בעולם.

המציאות החיובית היא, ששלב ניסויי הטיסה מתקרב לסיומו המוצלח, וקצב ייצור המטוסים הסדרתיים גובר והולך. 80% מניסויי הטיסה כבר בוצעו ויתרם יושלמו עד סוף 2017, עת תהיה מוכנה גם גרסת התוכנה המתקדמת, שמקיפה כ-8 מיליון שורות קוד. עד סוף מארס סופקו כבר 171 מטוסי F-35, המוטסים בשמונה בסיסים ברחבי ארה"ב. מטוסי הניסוי והמטוסים הסדרתיים צברו יותר מ-50,000 שעות טיסה. לוקהיד מרטין עמדה ביעד של אספקת 45 מטוסים בשנת 2015, ובשנה הנוכחית תספק 53 מטוסים. מחירו של כל מטוס יורד והולך ממנת ייצור אחת למנה הבאה, כאשר היעד הוא להגיע למחיר של 80 עד 85 מיליון דולר למטוס בשנת 2019.

בגיליון זה אנו מפרסמים כתבה נרחבת על מטוסי המיסטר IVA הצרפתיים בשירות חיל האוויר. את הכתבה המקורית שלנו על המיסטר במסגרת הסדרה "מטוסי לחימה של חיל האוויר" פרסמנו בדצמבר 1980 בחוברת "ביעף" מס' 37. למרות שזה היה קרוב לעשור אחרי הוצאתם של המיסטרים משירות, מגבלות הצנזורה לא אפשרו אז לזהות את הטייסות ואת הטייסים, לפרט את סד"כ המטוסים בתקופות השונות ואת האבדות המבצעיות והתאונות. בעשרות השנים שחלפו מאז נחשף מידע רב על קשרי ישראל עם צרפת ורכש המטוסים, על תולדות שלוש הטייסות שהפעילו את המיסטרים ופעילותן לאורך השנים, על נתוני הפעילות המפורטים ממלחמת ששת הימים וממלחמת ההתשה, ומה עלה בגורל המטוסים אחרי הוצאתם משירות. באמצעות החומר הרב שהצטבר בארכיון "ביעף", אנו מסוגלים עתה לתאר במפורט ובצורה כמעט מושלמת את ההיסטוריה של מטוסי המיסטר בישראל.

יהודה בורוביק

ביעף
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e135
אדר ב' תשע"ו – מארס 2016

בחסות
האגודה למדעי התעופה
והחלל בישראל

www.aerospace.org.il

ביעף נוסד בשנת 1972.

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק

עורכי משנה: מאיר פדר

ד"ר נעם הרטוך

דוא"ל: biaf@aerospace.org.il

מחיר המינוי: 117 ש"ח לשנה.

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

מהדורה אלקטרונית זו מיועדת לשימוש
הבלעדי של המנוי אליו נשלח העיתון.
העברה, הפצה או העתקה של הקובץ
ותוכנו אסורים בהחלט.

BIAF – Israel Aerospace e-Magazine

Publisher & Editor: Yehuda Borovik

E-mail: biaf@aerospace.org.il

Copyright © 2016 BIAF.

All rights reserved.

This electronic version is
intended for the sole use of the
intended subscriber. Any pass-along
distribution, repurposing, or
duplication of this file is forbidden.