



מרכז בגין-סאדאת למחקרים אסטרטגיים

# מלחמות בחלל

אבי הר אבן



מזכרי מרכז בס"א מס' 10

---

מרכז בגין-סאדאת למחקרים אסטרטגיים  
אוניברסיטת בר-אילן  
מזכרי מרכז בס"א מס' 10

## מלחמות בחלל

אבי הר אבן

**מלחמות בחלל**  
**Space Wars**

Aby Har Even

מרכז בגין-סאדאת למחקרים אסטרטגיים (בס"א)  
אוניברסיטת בר-אילן  
רמת גן 5290002  
טל' 03-5318959  
פקס 03-5359195

[besa.center@mail.biu.ac.il](mailto:besa.center@mail.biu.ac.il)  
[www.besacenter.org](http://www.besacenter.org)  
ISSN 1565-9895

**מאי 2016**

© כל הזכויות שמורות  
תמונת שער: Flickr - AIRS

## מרכז בגין-סאדאת (בס"א) למחקרים אסטרטגיים

מרכז בגין-סאדאת (בס"א) למחקרים אסטרטגיים נוסד על ידי ד"ר תומס הכט, ממנהיגי יהדות קנדה. המרכז מוקדש לזכרם של מנחם בגין ואנואר סאדאת, אשר בחזונו ובמעשיהם הביאו לחוזה שלום ראשון בין ישראל לבין מדינה ערבית. המרכז הוא גוף אקדמי עצמאי השואף לתרום לקידום הביטחון והשלום במזרח התיכון באמצעות מחקרים מכווני מדיניות בנושאי ביטחון לאומי במזרח התיכון. המרכז פועל ליד החוג למדעי המדינה שבאוניברסיטת בר-אילן.

סדרת הפרסומים "עיונים בביטחון המזה"ת" מהווה במה לעבודות אקדמיות הראויות לתשומת לב הציבור החושב. סדרת הפרסומים "דיונים בביטחון לאומי" מביאה לציבור את תוכן ההרצאות שהושמעו בכנסים שמארגן המרכז. תוכן החוברות משקף כמובן את דעת המחברים בלבד. באמצעות הפרסומים, הכנסים, ימי העיון והסמינרים מתכוון המרכז לעורר דיון ציבורי וחשיבה מסודרת בנושאי שלום וביטחון במזרח התיכון.

### ועדה מייעצת בין-לאומית

מייסד המרכז ויושב ראש הוועדה המייעצת: ד"ר תומס א' הכט

משנה ליו"ר הוועדה המייעצת: מר שאול קושיצקי

חברים: פרופ' משה ארנס, גב' מריון הכט, מר רוברט הכט, מר שלמה הלל, פרופ' ריבה הפט-הכט, מר מוזי וורטהיים, השגריר יצחק לבנון, סנטור יוסף א' ליברמן, מר רוברט ק' ליפטון, מר בריאן מולרוני, השגריר נורמן ספקטור, מר יואל קושיצקי, מר גרג רוסהנדלר, מר סימור ד' רייך, השגריר זלמן שובל.

### ועדה אקדמית מייעצת בין-לאומית

פרופ' דזמונד בול האוניברסיטה האוסטרלית הלאומית, פרופ' איאן בקט אוניברסיטת קנט, פרופ' פטריק ג'יימס אוניברסיטת דרום קליפורניה, פרופ' סטיבן ר' דיוויד אוניברסיטת ג'ונס הופקינס, ד"ר אליוט א' כהן SAIS, פרופ' רוברט ג' ליבר אוניברסיטת ג'ורג'טאון, פרופ' לורנס פרידמן קינגס קולג', פרופ' ארווין קוטלר אוניברסיטת מקגיל.

### צוות המרכז

חוקרים: ד"ר אפרת אביב, ד"ר יעלי בלוך-אלקון, פרופ' איתן גלבע, ד"ר עדו הכט, אל"מ (מיל') אבי הר-אבן, ד"ר צילה הרשקו, תא"ל (מיל') מוני חורב, פרופ' יהושע טייטלבוים, ד"ר אלון לבקוביץ, ד"ר יעקב ליפשיץ, אל"מ (מיל') ד"ר ערן לרמן, פרופ' זאב מגן, השגריר אריה מקל, ד"ר מקס סינגר, פרופ' שמואל סנדלר, אלוף (מיל') ד"ר עמנואל סקל, אלוף (מיל') יעקב עמידרו, פרופ' יונתן פאקס, ד"ר ליעד פורת, ד"ר גיל פיילר, פרופ' הלל פריש, פרופ' אפרים קארש, פרופ' אבי קובר, ד"ר מרדכי קידר, מר עוזי רובין, ד"ר יונתן ריינהולד, מר עמיר רפפורט, ד"ר דני שוהם, ד"ר איתן שמיר, פרופ' שלמה שפירא.

מנהל קשרי חוץ: דוד מ' וינברג

מרכזת: חוה וקסמן-כהן

עריכה בעברית: אלונה ברירנר רוזנמן

*"The Dinosaurs became Extinct because they didn't have a Space Program."*

Larry Niven

*"השליטה בחלל משמעותה שליטה בעולם".*

לינדון ב' ג'ונסון, 1955

## תוכן עניינים

7	.....תקציר
9	..... מבוא - חלל להדיוטות
11	..... רקע היסטורי
13	..... שימוש בחלל במלחמות האחרונות
14	..... לוחמה בחלל
15	..... איומים עקיפים
15	..... סוגי מערכות הנשק
17	..... ניסיונות בין-לאומיים לפקח על פעילות צבאית בחלל
18	..... פעילויות מלחמתיות בחלל של רוסיה, ארצות הברית וסין
18	..... רוסיה
22	..... ארצות הברית
25	..... סין
31	..... לוחמת סייבר בחלל
34	..... סיכום
35	..... הערות
39	..... נספחים



## תקציר

אחד הנושאים החשובים והמעניינים שעליהם המידע המופץ מועט יחסית, הוא נושא המלחמות בחלל, או יותר נכון, ההכנות, הטכנולוגיות והמשאבים הגדולים המושקעים בנושא המלחמות בחלל, בעיקר על-ידי המעצמות הגדולות. מה שנקרא בשפת המומחים (ASATI) Anti-Satellite Weapons. פיתוח טכנולוגיות ואמצעים למלחמות בחלל ורכישת עליונות בתחום זה הוא נושא שרק מעט ממנו ידוע בציבור. עבודה זו תנסה להרחיב במקצת את היריעה.

המאמר מסביר מונחי יסוד, מפרט את השחקנים הראשיים ובודק מי הן המדינות העלולות להצטרף לתחום זה בעתיד. המאמר סוקר סכסוכים ומלחמות "קטנות" שכבר אירעו בחלל, סוגי נשק שככל הנראה נמצאים כבר בשימוש, ומבט על מה שצופן העתיד. אף כי העבודה מזכירה את רוב סוגי המערכות הקיימות או המתוכננות להימצא בחלל, היא מתרכזת במערכות נשק שנועדו להשמדה, נטרול או שיבוש פעילותם של לוויינים למיניהם (תצפית, ניווט, תקשורת, מזג אוויר וכד').

המאמר מתייחס בעיקר לשלוש מדינות: רוסיה, ארצות הברית וסין. מדינות אלה מודאגות שמא נכסיהן בחלל יותקפו או ינוטרלו ולכן מפתחות אמצעי הגנה ותקיפה בחלל.





# מלחמות בחלל

אבי הר אבן

## מבוא - חלל להדיוטות

נושא החלל הוא נושא המעורר עניין רב בקרב האוכלוסייה המשכילה ובקרב הציבור הישראלי אשר נוטה לעסוק בנושאים "עתידיניים". נוכל למצוא התייחסות לנושא בכל שכבות הגיל, החל מגן הילדים ועד לדיירי בתי האבות. ההתעניינות גוברת כל אימת שהציבור מתוודע לדבר קיומם של מבצעים מעניינים ומלהיבים כמו שיגור אסטרונאוטים, נחיתה על הירח, בניית תחנת חלל, עיסוק ברעיון התיירות בחלל, גוף שמימי הפוגע בכדור הארץ או חולף בקרבתו ולאחרונה הגעתה של החללית "ניו הוריזון", לאחר מסע בן עשור בחלל, לכוכב הלכת הננסי פלוטו (Pluto), שעד לפני מספר שנים נחשב לכוכב לכת, המרוחק מכדור הארץ קרוב לחמישה מיליארד ק"מ.

תרומה חשובה להתעניינות זו ניתן לזקוף לזכות התקשורת - עיתונים, ירחונים, רדיו וטלוויזיה, המלווים והמסבירים את האירועים, ובאמצעות ספרות עממית, ספרות מדעית, סרטים מדעיים וסרטים בדיוניים - אף כי נראה שבנושאי חלל, מה שדמיוני היום, הופך לעתים, תוך זמן קצר למוצר מדף (על זה נאמר "המציאות עולה על הדמיון"). חלק ניכר מהידע המופץ לציבור מגיע מגופים ממשלתיים דוגמת סוכנויות חלל לאומיות המנסות לגייס בדרך זו את דעת הקהל לתמיכה בפעילויות החלל השונות הזקוקות לתקציבי ענק.

אם נבחן את עיקר הפעילויות והאירועים המתוארים במאמר זה, נמצא שרובם דנים בנושאי מדע וטכנולוגיה - מצד אחד, ובנושאים שנחשבים כדמיוניים מצד שני. לעתים האירועים נשמעים כסיפורי עלילה על מלחמות המתרחשות בחלל - אך האומנם הם תמיד דמיוניים?

המהנדס אבי הר אבן הוא חוקר בכיר במרכז בס"א. הר אבן היה מנהל תכנית פיתוח משגר הלוויינים הישראלי שביט בתעשייה האווירית בשנים 1982-1994, ומנכ"ל סוכנות החלל הישראלית בשנים 1995-2004.

אחד הנושאים החשובים והמעניינים, שעליהם המידע המופץ מועט יחסית, הוא נושא המלחמות בחלל, או יותר נכון, ההכנות, הטכנולוגיות והמשאבים הגדולים המושקעים בנושא המלחמות בחלל, בעיקר על-ידי המעצמות הגדולות - מה שנקרא בשפת המומחים (Anti-Satellite Weapons (ASAT).

מלחמות בחלל, הן נושא עתיק יומין (כבר במיתולוגיה היוונית מתוארות מלחמות בין האלים שאפשר לתרגמן במושגים של ימינו למלחמות בחלל), בתקשורת מופיעים רק תתי-נושאים כמו "מלחמת הכוכבים" של הנשיא האמריקני רונלד רייגן שאחראית באופן חלקי להתמוטטותה הכלכלית של ברית המועצות, אשר לא יכלה לעמוד כלכלית בתחרות הטכנולוגית; פיתוח אמצעים נגד טילים (כמו מיירטי הטילים - ה"חץ" - פיתוח ישראלי בסיוע כספי של ארצות הברית, ולימים מערכות "כיפת ברזל" ו"שרביט קסמים"); טכנולוגיות יירוט לוויינים, טילים, רקטות, פצצות וכד'. פיתוח טכנולוגיות ואמצעים למלחמות בחלל<sup>1</sup> ורכישת עליונות בתחום זה הנם נושא שרק מעט ממנו ידוע בציבור, עבודה זו תנסה להרחיב במקצת את היריעה.

במסגרת המבוא אנסה להסביר מספר מונחי יסוד, לתת רקע היסטורי לפעילות, לפרט מי הם השחקנים הראשיים ומי עלול להצטרף לתחום זה בעתיד. אפרט על סכסוכים ועל מלחמות "קטנות" שכבר אירעו בחלל, על סוגי הנשק בהם ככל הנראה כבר משתמשים ועל מה שצופן העתיד.

אף כי העבודה תזכיר את רוב סוגי המערכות הקיימות או המתוכננות להימצא בחלל, היא תתרכז במערכות נשק שנועדו להשמדה, נטרול או שיבוש פעילותם של לוויינים למיניהם (תצפית, ניווט, תקשורת, מזג אוויר וכד').

השאיפות של שחקנים פוטנציאליים להימצא בזירה זו רבות, העבודה תתייחס בעיקר לשלוש מדינות: רוסיה, ארצות הברית וסין, בתור מדינות המודאגות שנכסיהן בחלל יותקפו או ינוטרלו ועל כן מפתחות אמצעי הגנה ותקיפה בחלל.

בעבר רוב הפעילויות נגד לוויינים היו בעיקר נגד לוויינים במסלולי Low Earth Orbit (LEO) (לוויינים בגובה של עד אלפיים ק"מ), בשנים האחרונות החל להופיע בתקשורת מידע על סוג חדש של איומים, איומים על לוויינים גאוסטציונריים - לוויינים בגובה של שלושים וחמישה אלף שבע מאות שמונים וששה ק"מ מעל קו המשווה, גובה בו מהירות הקפתם את כדור הארץ כמעט זהה למהירות סיבוב כדור

הארץ סביב צירו, כך שהם מוצבים מעל נקודות קבועות מעל פני כדור הארץ. לוויינים אלה משמשים בעיקר לתקשורת ולשידורי טלוויזיה (ההערכות הן שבשנת 2014, השווי השנתי של שוק שידורי הטלוויזיה בלבד היה כתשעים וחמישה מיליארד דולר). לוויינים אלה משמשים לחיזוי מזג האוויר ויש להם גם תפקידים צבאיים, כמו התראה על שיגור טילים. מערך לווייני Defense Support Program (DSP), הוא מערך של לווייני התראה, שהראשון מהם שוגר ב-1970, והחליף מערך קודם (MIDAS) ששימש לאותה מטרה החל מ-1960. בעבר ארצות הברית, רוסיה וסין כמעט ולא הפריעו זו לזו ברצועת חלל זו, אולם בשנים האחרונות התגלה שזה למעלה מעשור קיימת פעילות ASAT ופעילות של פיתוח מערכות נשק לניטרול לוויינים של יריבים פוטנציאליים גם ברצועת החלל הגאוסטציונרית.

ארצות הברית למשל שיגרה שני לווייני Geosynchronous Space Situational Awareness Program (GSSAP), רוסיה החדירה כמה לווייני ASAT כבר ב-1980, במסגרת פרויקט NARYAD, וסין שיגרה ב-13 במאי 2013 לווין (Kumpeng 7) ששוד כ-ASAT שפועל בסביבה גאוסטציונרית.<sup>2</sup>

## רקע היסטורי

נושא השליטה בחלל הטריד את ארצות הברית ורוסיה כבר לפני למעלה מחמישים וחמש שנה. הרוסים אמנם היו הראשונים לשגר לוויין לחלל (הלוויין ספוטניק 1 שוגר ב-4 באוקטובר 1957), אך למעשה האמריקנים החלו להציב בחלל לווייני צילום לפני הרוסים, ההחלטה לעשות זאת נבעה בין היתר מהאירוע הטראומתי של הפלת מטוס הריגול האמריקני U-2 מעל שמי ברית המועצות ב-1 במאי 1960.

תחילת השימוש של האמריקנים בלווייני ריגול גרם לחששות אצל הרוסים, אשר כבר בשנת 1960 החליטו לפתח את ה-Galosh, טיל תלת שלבי נגד טילים (דומה לטיל האמריקני Nike Zeus) בעל מטען גרעיני של שניים עד שלושה מגטון. הטיל נועד ליירוט טילים שיאיימו על מוסקבה ולהשמדת לוויינים של ארצות הברית אשר יופעלו מעל רוסיה. המערכת הוצבה ליד מוסקבה, אולם לאחר כעשר שנים הוצאה מהסד"כ.

בלחצה של ברית המועצות הסכימה ארצות הברית להפסיק לבצע פיצוצים גרעיניים מחוץ לאטמוספירה, אולם הסכמה זו הגיעה לקיצה ב-1961.

במסגרת סדרת הניסויים של פיצוצי נשק גרעיני מחוץ לאטמוספירה (Starfish) ביצעו האמריקנים ב-9 ביולי 1962 פיצוץ גרעיני בעצמה של 1.4 מגטון בגובה של ארבע מאות ק"מ מעל האוקיינוס השקט וגילו שכתוצאה מהקרנה שנוצרה בניסוי הושמדו שלושה לוויינים שלהם ושבעה לוויינים נוספים נטרלו. המסקנה הייתה שנשק גרעיני מהווה איום אמצעי טוב להשמדת לוויינים, אך הוא אינו הפתרון להשמדה נקודתית של לוויינים ספציפיים.

העיסוק של המדינות בנושא מלחמות בחלל התחיל שנים רבות לפני שנחשף בפני הציבור הרחב, כך שכאשר ב-23 במרץ 1983 הצהיר נשיא ארצות הברית, רונלד רייגן, על "יוזמת מלחמת הכוכבים" - (SDI) "Strategic Defense Initiative" - פרויקט בו תוכנן שמערכות לייזר של ארצות הברית המוצבות בחלל תשמדנה טילים סובייטיים בעלי ראש נפץ גרעיני שישוגרו לעבר ארצות הברית, מאחורי הצהרה זו עמדו כחמש עשרה שנות פעילות, מסוגת ברובה, של ארצות הברית ושל רוסיה. מתחילת שנות האלפיים גם סין פעילה בתחום זה.

נושא מלחמת הכוכבים זכה לחשיפה רבה גם בציבור הישראלי עם פיתוח מערכת החץ על גרסאותיה השונות (חץ 2 וחץ 3) שהיה נושא עליו דובר בארץ רבות, אבל מלבד נושא זה שידוע ומוכר לציבור הישראלי, נעשו ונעשות בעולם פעילויות רבות ידועות פחות בנושא מלחמות בחלל תוך השקעת משאבים רבים.

אף כי לא ידוע על אירועים מלחמתיים הקשורים לחלל שהתרחשו בעבר, למעט סינוורים של לוויינים אמריקנים על-ידי הצבא הסיני ותקיפות סייבר בודדות בשנים 2006 ו-2007 שבוצעו על-ידי האקרים סינים (כנראה בחסות ובברכת ממשלת סין), קיימות ידיעות, שחלקן פורסמו בעיתונות, על אירועים שניתן לראות בהם ניצנים ראשונים של הכנות ל"מלחמות חלל", או יותר נכון, כהפגנת יכולת בנדון.

בנספחים יינתן פירוט כמעט מלא של אירועים מסוג זה לפי הנתונים המופיעים בספרות המקצועית הגלויה ("כמעט מלא" מפני שמפאת רגישות הנושא אירועים רבים מוצגים כהערכות מומחים ולא דווקא כפרסומים ממשלתיים רשמיים).

העבודה תתמקד בעיקר בפעילות בתחום לוחמת החלל של ארצות הברית, רוסיה וסין, אף כי בספרות הגלויה מוזכרות מדינות נוספות כמו איראן, פקיסטן, הודו, קוריאה הצפונית ויפן, כבעלות יכולת או רצון לפתח יכולת להגן על נכסיהן בחלל (במידה וקיימים) ולפגוע בנכסי יריבותיהן בחלל.

נקודה ראויה לציון היא שככל שלמדינה יש בחלל יותר נכסים המעצימים את יכולותיה הטכנולוגיות, הכלכליות והצבאיות, וככל שתלותה בנכסים אלה גדולה יותר, כך גם רגישותה לפגיעה בהם גדולה יותר.

## שימוש בחלל במלחמות האחרונות

בשנים האחרונות אנו עדים למלחמות קונבנציונליות בהן מעורבות במישרין או בעקיפין מדינות כמו רוסיה, ארצות הברית, קוריאה הצפונית, אפגניסטאן, איראן, עיראק, סוריה, לוב, מלי, ארגון המדינה האיסלמית - Islamic State of Iraq and Syria (ISIS) וכד'. במלחמות הללו נעשה שימוש ישיר או עקיף בנכסים שנמצאים בחלל, שימוש בלוויינים לצרכי מודיעין, שימוש בלווייני תצפית לצילום ביום ובלילה ובכל מזג אוויר, שימוש בלווייני ניווט להכוונת נשק מדויק ושימוש בלווייני תקשורת (לצורך הפעלת מערכות נשק ממרחקים, למשל מארצות הברית נגד מדינות ביבשות אחרת). שימוש בלוויינים נעשה גם במבצעי קומנדו שידעות מפורטות עליהם עדיין אינן משוחררות לפרסום (לדוגמה - המבצע לחיסולו של בן לאדן).

שימוש נוסף לנכסים בחלל אפשר לראות בשלושה לווייני Defense Support Program (DSP) של ארצות הברית שנעים בגובה של שלושים וחמישה אלף, שבע מאות שמונים וששה ק"מ, ומכסים את כל שטח כדור הארץ. לוויינים אלה נועדו לגלות שיגורי טילים באמצעות חיישני אינפרה אדום, הם נותנים גם מידע על שרפות יער גדולות וביכולתם לגלות פיצוצים גרעיניים. דור ראשון של לווייני DSP שוגר ב-1970, הדור אחרון שוגר בפברואר 2014. באמצעות מערכת זו התריעה ארצות הברית במלחמת המפרץ הראשונה על כל ירי של טילי "אל חוסיין", המבוססים על טיל ה-Scud הרוסי, מעיראק לעבר ישראל.

השימוש באמצעים הנמצאים בחלל נעשה במלחמות בעיקר על-ידי הצד החזק בעל הטכנולוגיות המפותחות (ארצות הברית וכנראה גם רוסיה) נגד הצד החלש והפחות מפותח מבחינה טכנולוגית (עיראק, אפגניסטן, בוסניה וסוריה) ולאחרונה גם נגד ארגון המדינה האסלאמית - ISIS. עבודה זו לא תעסוק בשימושים אלה שכן ענייננו הוא במלחמות ובפוטנציאל הקיים ללוחמת חלל בין מעצמות בעלות אמצעים טכנולוגיים מתקדמים.

## לוחמה בחלל

אנו מבחינים בין שלוש קטגוריות עיקריות של לוחמה בחלל:

1. לוחמה המתבצעת מכדור הארץ נגד מטרות בחלל: השמדת לוויין תקשורת סיני ישן על-ידי ירי טיל סיני מהקרקע (2007); השתלטות של האקרים על תחנת קרקע ממנה מבוקרים לוויינים; סינוור לוויינים אמריקנים; יירוט והשמדת לוויין אמריקני שיצא משליטה באמצעות טיל ששוגר מכלי שיט של ארצות הברית (2008).

2. לוחמה המתבצעת מהחלל נגד מטרות על כדור הארץ: מאפשרת למשתתפים בה להשתמש בחלל לצורך מתן סיוע ללוחמה, לצרכי מודיעין, ניווט, הצגת נתוני מזג האוויר, תקשורת, וכיוון של מערכות נשק באמצעות מערך ה-GPS.

3. לוחמה מהחלל נגד מטרות בחלל: ירי מלוויין נגד לוויין אחר, הוצאת לוויין ממסלולו המתוכנן על-ידי התחברות אליו וגרירתו למסלול אחר, לכידת או חטיפת לוויין ושיבוש פעילותו הייעודית. למעשה כל לוויין בעל מערכת הנעה ומערכת ניווט יכול להחשב כמערכת נשק בחלל. המערכות מאפשרות לו להתנגש בגוף חללי אחר (לוויין, טיל, ספינת חלל וכד') או להתפוצץ בקרבתו, דבר שיגרום להשמדת הגוף בו יתנגש, וכמובן גם להשמדתו שלו (גם בחלל יש "שהידים")<sup>3</sup>.

מערכות החלל, כמו מערכות נשק אחרות, יכולות לשמש כיעד לפעילות סייבר של מעצמות ומדינות מפותחות טכנולוגית בתחומי מערכות נשק, כמו איראן, צפון קוריאה, יפן וכד'.

מערכות נשק השייכות ללוחמת חלל נראות בחלקן כלקוחות מסרטי מדע בדיוני. חלקן כבר מבצעות וחלקן בשלבי תיכנון, פיתוח או ייצור מתקדמים. המידע הגלוי עליהן מועט וברובו ברמת סיווג גבוהה, לכן נתונים טכניים רבים בעבודה זו נלקחו מהערכות מומחים ולא דווקא מפרסומים ממשלתיים רשמיים.

## איומים עקיפים

בנוסף למערכות הנשק אשר נועדו לפגוע במערכות הנעות בחלל, קיימים גם איומים עקיפים על המערכות בחלל:

1. פסולת חלל (Space Debris) שנוצרה על ידי בני אדם וכוללת לוויינים ישנים שהפסיקו לפעול, חלקי משגרים ששיגרו את הלוויינים, רסיסי לוויינים שהושמדו על-ידי ארצות הברית, רוסיה וסין או נוצרו עקב התנגשויות של גופים בחלל. ידוע על התנגשות ראשונה בין לוויין התקשורת IRIDIUM 33 ולוויין רוסי לא פעיל COSMOS 2251<sup>4</sup> שאירעה ב-10 פברואר 2009 מעל צפון סיביר בגובה של שמונה מאות ק"מ ובמהירות יחסית (בין שני הלוויינים) של עשרה ק"מ לשנייה. ההתנגשות יצרה רסיסים רבים שבמשך הזמן התפזרו בחלל.

ניתן למצוא בספרות גם רעיונות של החדרה ופיזור "פסולת" בחלל במגמה לפגוע בלוויינים הנעים בו. מאחר ופעילות מסוג זה תפגע ברוב הלוויינים, יש להניח שפעילות כזו אם תבוצע, תבוצע על-ידי ארגוני טרור ולא על-ידי מדינות שיש להן או יהיו להן לוויינים בחלל.

2. קרינה קוסמית (שטף גלים אלקטרומגנטיים) הנפלטת מהשמש וגורמת להפרעות תקשורת ובמקרים קיצוניים פוגעת בתפקוד לוויינים עד כדי ניטרולם.

3. לוחמת סייבר - לנושא זה יוקדש פרק בהמשך.

## סוגי מערכות הנשק

1. לוויינים רגילים בגדלים שונים, החל מלוויינים השוקלים מאות ק"ג ועד ללווייני מיקרו או ננו השוקלים מספר קילוגרמים בלבד, נעים בחלל ומסוגלים להתנגש, להשמיד, לעורר, לשבש, לגרור לוויינים אל מחוץ למסלולם ואף לחטוף מערכות נשק חלליות של היריב.

2. נשק "קינטי" - קליעים המשוגרים מהחלל או מכדור הארץ, שעקב מהירותם הסופית הגבוהה יהיו מסוגלים לחדור כמעט כל מעטה הגנה של מערכת שנמצאת בחלל או על פני כדור הארץ ובשעת צורך לירות בלוויינים אחרים ולהשמידם.

3. נשק אלקטרומגנטי כמו קרני לייזר, חלקיקים אלקטרומגנטיים וכד'.



4. מערכות נשק גרעיני הנמצאות בתוך לוווינים הנעים בחלל. בשעת הצורך ניתן להנחיתן על מטרה קרקעית או להפעילן ליד לווין בודד או קבוצת לוווינים. הדבר נוגד אמנות בין-לאומיות, ואף מדינה או מעצמה אינה מוכנה להודות בהימצאות "נכס חללי" מסוג זה ברשותה.

5. Electro Magnetic Pulse (EMP) - נשק ליצירת פולס אלקטרומגנטי שיכול לנטרל ולהשמיד עשרות לוווינים. אפקט כזה יכול להיווצר באמצעות פיצוץ גרעיני בגובה רב (שלושים עד ארבעים ק"מ) או באמצעים פיזיקאליים אחרים אשר מדמים פיצוץ גרעיני. היווצרות פולס כזה עלולה לגרום לנזקים אדירים על פני כדור הארץ ובחלל, כולל השמדת תשתיות חשמל ותקשורת של מדינות ויבשות ופגיעה בלוויינים, ולדברי מומחים, להחזיר מדינות מפותחות כמה מאות שנים אחורה, עקב תלותנו הרבה במערכות חשמל.

6. מאחר ותחנות קרקע לשליטה ובקרה על הלוויינים מהוות חלק בלתי נפרד מכל מערכת לוווינית, הן נכללו בקטגוריה של מערכות נשק שיכולות להיות יעד לתקיפה.

7. שימוש באסטרואידים: מדען ממדינה מערבית סיפר למחבר שבעבר, בעת עבודתו במוסד ביטחוני מערבי, נבדקו רעיונות של הסטת אסטרואידים קטנים למסלול שיפגע במרכזי אוכלוסייה של האויב וישמידם, דבר שעשוי היה להראות כאסון טבע. מטאוריט שפוגע בכדור הארץ עלול לגרום לנזקים עצומים, לדוגמה הפיצוץ המפורסם מעל טונגוסקה בסיביר שהתרחש בשנת 1908<sup>5</sup> בעוצמה של שלושה עד חמישה מגטון יצר מכתש ענק בו הושמדו יערות ובעלי החיים; ב-15 בפברואר 2013 התפוצץ מטאוריט בעוצמה של כארבע מאות ושישים קילוטון בגובה של שלושים-ארבעים ק"מ מעל הרי אורל ברוסיה, וגרם למאות פצועים. (לשם השוואה פצצת האטום שהוטלה על הירושימה ביפן באוגוסט 1944 הייתה בעוצמה של קרוב לעשרים קילוטון).

8. מערכות נשק לפגיעה בלוויינים גאוסטציונריים. לוווינים אלה משמשים בעיקר לתקשורת (כדוגמת הלוויינים הישראליים מסדרת עמוס). פגיעה בלוויינים אלה יכולה לבדד מדינות ממערכות תקשורת עולמיות. אמנם קיימים הסכמים "ג'נטלמניים" בין המעצמות שלא לפגוע בלוויינים אלה, אולם בשנים האחרונות

מתגלה יותר ויותר כי שלוש המעצמות (ארצות הברית, רוסיה וסין) פיתחו ומפתחות כלי נשק שמסוגלים לפגוע גם בלוויינים אלו.<sup>6</sup> פגיעות כאלה עדיין לא בוצעו.

9. לוחמת סייבר יכולה להיחשב כתוכנה המוחדרת ללוויין באמצעות מערכת הקשר עם אותו לווין דרך התחנות המפעילות ומבקרות את פעילויותיו, או אחת מתת מערכותיו, הגורמת לשינוי, שיבוש, הטעיה או השמדת יכולות קיימות של אותה מערכת.

סוגי נשק אלה, בחלקם בני מימוש בטווח זמנים קצר וחלקם הגדול גובלים במדע בידיוני, אבל הרעיונות מתגלגלים ובחלקם מתבצעים.

## ניסיונות בין-לאומיים לפקח על פעילות צבאית בחלל

עם שיגור הלוויין הרוסי הראשון, Sputnik-1, באוקטובר 1957, התחילה התייחסות לנושא החלל באו"ם. במסגרת הוועדות השונות של האומות המאוחדות, ובישוחות בין המעצמות סוכמו מאז עשרות אמנות והסכמים בילטרליים המתייחסים לטילים, לווויינים, נשק כימי, ביולוגי וגרעיני בחלל ומחוצה לו, במטרה לקיים פיקוח והגבלת כמויות.

כך למשל ב-1958 הוחלט באו"ם על איסור סכסוכים בחלל החיצוני. בשנת 1962 אושרו בעצרת הכללית של האו"ם רוב העקרונות שיושמו בשנת 1966 באמנת האו"ם לחלל החיצוני,<sup>7</sup> Outer Space Treaty (OST) שכללה, בין היתר, איסור הצבת מערכות נשק גרעיני בחלל. ארצות הברית ורוסיה הצטרפו לאמנה ב-1967 אף כי המגעים והשיחות בנושא החלו עשר שנים קודם לכן.<sup>8</sup>

במקביל לפעילותן של רוסיה ושל ארצות הברית יש לציין את פעילותה של סין שהכריזה על תכנית חלל שאפתנית כבר בשנת 1968, ויחד עם זאת פועלת, בו זמנית, לפרוץ החלל. בין יתר פעולותיה האזרחיות של סין ניתן לציין את שיגור המוצלח של טַאיִקוֹנְאָוטים (כינוי לאסטרונאוט סיני) לחלל באוקטובר 2003, הקמת מעבדת חלל אשר מאוישת מידי פעם, והנחתת חללית סינית על הירח ב-14 בדצמבר 2013, הישג שהיה עד מועד זה בידי ארצות הברית ורוסיה בלבד. פעילויות אלו מעידות על כוונותיה הרציניות של סין המגובות במעשים.

גם הצהרותיה של ארצות הברית בשנים האחרונות, על כוונתה להציב מערכת הגנה נגד טילים במזרח אירופה והמאבקים שהתפתחו סביב כוונות אלה (לאחרונה הנושא התעורר שוב סביב משבר רוסיה-אוקראינה), הן רק אחד הסימנים להתלהטות נושא הלחימה בחלל. כך למשל, חיל האוויר של ארצות הברית הצהיר רשמית על העניין שיש לו בהגנה על נכסי ארצו בחלל ועל פיתוח יכולות תקיפה בחלל ואף הקים בית ספר ללוחמה בחלל, כולל הקמת יחידה מיוחדת (76th Space Control Squadron).

## פעילויות מלחמתיות בחלל של רוסיה, ארצות הברית וסין

### רוסיה (ברית המועצות לשעבר)

הרוסים שהיו הראשונים לשגר את הלוויין Sputnik לחלל ב-1957, עמדו במהרה בפני מציאות חדשה בה האמריקנים מאיצים את קצב פיתוח, בניית ושיגור לווייני התצפית.

בשנת 1956, עוד לפני שיגור הספוטניק הראשון, החל הארגון הרוסי OKB-586 לתכנן לוויין שיוכל להיצמד ללוויין עוין, לבדוק אותו ובשעת הצורך להשמידו.

הפלת מטוס הריגול האמריקני U-2 ב-1960 העמיקה אצל הרוסים את ההכרה שעליהם לזרז את הפעילות לפיתוח נשק לתקיפת והשמדת לווייני ריגול אמריקנים, מתוך הנחה שהלוויינים יהיו תחליף למטוסי הריגול שהוכח שניתן להפילם. הפיתוח החל כבר ב-1959 עם תחילת תכנון הלוויין "המתאבד" (Istrebitel Sputnik (IS), לוויין מתמרן עמוס חומר נפץ אשר ניתן להצמידו ללוויין עוין שנע במסלול עד גובה של חמש מאות ק"מ, ולהתפוצץ יחד איתו. הדבר מופיע בזיכרונותיו של סרגיי, בנו של ניקיטה חרושצ'וב, מדען טילים בתעשיית החלל הסובייטית. אב הטיפוס הראשון (Polyot 1) שנחשב ל-ASAT הסובייטי הראשון שוגר ב-1 נובמבר 1963.<sup>9</sup> האחראי על פיתוח ה-IS היה Vladimir Chelomey, אחד מגדולי המפתחים של תעשיית הטילים והחלל בברית המועצות, שהיה אחראי גם על פיתוח משגר הלוויינים המפורסם Proton.

במקביל, ב-1960, עקב חששם של הרוסים שפעילותה של ארצות הברית מכוננת נגדם, ויש להניח שגם מתוך ידיעות מודיעיניות על פיתוח מערכות אמריקניות של לווייני ריגול ו-ASAT, כמו פרויקט (SAINT) Satellite Interceptor<sup>10</sup> שהופסק ב-1963, המשיכו גם הרוסים להשקיע ב-ASAT.

מאמצי הרוסים להרחיב את התחום האווירי בו יש למדינה ריבונות גם מחוץ לאטמוספירה כך שיכלול גם את החלל, בעזרת חתימת אמנות בין-לאומיות, לא נשאו פרי, ולאור לחצי התעשייה וכוחות הביטחון ברוסיה, החלה עבודה אינטנסיבית בנושא פיתוח אמצעים ליירוט לוויינים. קיימת סברה שהרוסים יחסו לפעילות זו יותר חשיבות מאשר לנחיתה על הירח, שנתפסה כאקט תעמולתי.

למרות הסודיות שעדיין קיימת בתחום זה, ניתן לציין מספר פעילויות של הרוסים בתחום: ב-1960 אישר חרושצ'וב, מנהיג ברית המועצות, פיתוח טיל בליסטי UR-200 שבין יתר יכולותיו הייתה היכולת לשגר לחלל את לוויין ה-Istrebitel Sputnik (IS). בשנת 1961 התקבלה החלטה להקים מערך נגד לוויינים המבוסס על ה-IS.

בנובמבר 1963 ובאפריל 1964 נערכו ניסויי שיגור של לווייני ה-IS. בניסוי Polyot<sup>11</sup> משקל הלוויין המיירט היה אלף תשע מאות חמישים ותשעה ק"ג, והוא היה מצויד במכ"מ ובחיישני חום.

ב-1964 הוחל בפיתוח המשגר Tsyklon 2 שהתבסס על טיל בין-יבשתי R-36, (רק בשנת 1980 הותר לפרסום שאכן קיים משגר ליירוט לוויינים בשם Tsyklon 2A), אך לאור הזמן הארוך שנדרש לפיתוח הוחלט לעבור לנגזרת אחרת של הטיל R-36, שהיה כבר בייצור, לטיל 8K67 שבהמשך כונה 11K67, החלטה שקיצרה את לוח הזמנים בשנתיים.

באוגוסט 1965 החליטו הרוסים לפתח משגר יעודי חדש עבור ה-IS, הניסוי הראשון התקיים תוך שנה מההחלטה. משך הזמן הקצר במיוחד מראה על החשיבות שהייתה לנושא בעיני הממשל הסובייטי.

ב-1967 בוצע שיגור מוצלח של לוויין שכונה Cosmos 185 באמצעות ה-Directorate of the Commander of the Antimissile and Space Defense Forces שהפך ב-1997 לחלק מפיקוד הטילים האסטרטגי - Strategic Missile Forces. המערב זיהה לוויין זה כאב טיפוס הנדסי של לוויין רוסי נגד לוויינים. לפי הנתונים שנאספו, הגוף המיירט, ה-IS, היה אמור להתקרב ללוויין המטרה במשך כתשעים עד מאתיים דקות עד למרחק של כקילומטר, ולהפעיל את הרש"ק. כעבור שנה, באפריל 1968, שיגרו הרוסים לוויין נוסף באותה סדרה, Cosmos 217, שלדברי המערב נועד לשמש כמטרה למיירטי לוויינים.<sup>12</sup> המערכת הייתה מבצעית בין פברואר 1973 ועד 1983.

ב-1969 פורסם באופן רשמי על הקמת מערך רוסי להגנת נכסים בחלל.

בשנים 1967-1982 בוצעו עשרים ושניים שיגורי ASAT מסוג IS מסדרת Cosmos<sup>13</sup> שאיפשרו כבר ב-24 דצמבר 1979, עוד בטרם השלמת סדרת הניסויים, את הכרזת המערך כמבצעי. באוקטובר 1992, במסגרת ה-האירגון הפך מערך ה-IS לחלק מה-RKO Command of the Rocket and Space Defense.

עם חתימת האמנה הרוסית-אמריקנית נגד הגנה בפני טילים ב-1972 הופסקו הניסויים של מערכת ה-IS. הניסויים חודשו בסוף 1975 בנימוק של חשש מהשקת מעבורת החלל האמריקאית (STS) Space Transportation System, שלדברי הרוסים נועדה לשמש כפלטפורמה לנשק בחלל. אמנם גם בארצות הברית החלה פעילות לפיתוח לוויינים התקפיים, אך במערב סברו שהפעילות הסובייטית נבעה מהרצון להיות מסוגלים לנטרל ולהשמיד לוויינים אמריקנים, ולא מהרצון ליצור סימטריה בינם לבין ארצות הברית.

אמנם הייתה הפסקה של הפעילות במיירת ה-IS, אך משנת 1980, החל בחשאיות רבה פיתוח מערך משוכלל - ה-NARYAD. מערך זה שנחשב בתחילת דרכו כתשובה למלחמת הכוכבים עליה הכריז הנשיא האמריקני, רונלד רייגן, התבסס על נגזרת טיל UR-100NU, בעל שלב עליון עם כושר תמרון גבוה, (במקור יועד לשיגור מְסִילוֹ). טיל זה היה מסוגל לשחרר מספר לווייני יירוט בעלי מערכות הנעה עצמאיות שהיו מסוגלים ליירט לווייני אויב בגבהים מעל תחום היירוט של ה-IS. ניסוי היירוט האחרון של מערכת זו התקיים בשנת 1994. גורל הפרויקט ונתונים מדויקים יותר אינם זמינים ולא ידוע מה עלה בגורלו.

בשנת 1983 הופסקו הניסויים הסובייטיים במערכת, עם פרוק ברית המועצות. ב-1993 הופסקה פעילות זו לחלוטין.

לדברי מקורות מערביים, עד 1972 זהו חמישה עשר לוויינים רוסיים מסוג IS (חלקם שימשו כמטרה ליירוטים) שהוכנסו למסלול סביב כדור הארץ.

ב-1983 הכריז מנהיג ברית המועצות, יורי אנדרופוב, על הפסקה חד-צדדית של פיתוחי ASAT. למרות ההכרזה על הפסקת הפעילות נמשכו שיפורי המערכת ואף פותחו דורות חדשים כמו מערכת לוויינית חדישה IS-MU (דור שלישי של לווייני

ASAT) שעדיין התבססה על המשגר Tsyklon-2, וכונתה גם 14F10. המערכת הוכרזה כמבצעית ללא ניסויי טיסה. לדברי מקורות שונים המערכת החדשה קיצרה בהרבה את הזמן הדרוש ליירוט והייתה מסוגלת ליירט לוויין אויב עוד לפני השלמת הקפה שלמה סביב כדור הארץ, המערכת הייתה בשירות מבצעי עד 1993.

מערכת אחרת, KONTAKT ASAT, הדומה למערכת שארצות הברית ניסתה בספטמבר 1985 והייתה מבוססת על יירוט ממטוס MIG-31, אושרה לפיתוח בשנת 1984. המערכת הייתה אמורה לשגר עד עשרים וארבעה מיירטים תוך שלושים ושש שעות ולפעול נגד לווייני אויב בגבהים של מאה ועשרים עד שש מאות ק"מ, עם אופציה עתידית להגדלת הגובה לאלף חמש מאות ק"מ. המערכת לא הבשילה ופיתוחה הופסק עוד לפני פרוק ברית המועצות.

ב-1988 החלו הרוסים בפיתוח מערכת ליירוט לוויינים גאוסטציונריים באמצעות מערכת IS-MD 75P6 שיחד עם מערך תחנות קרקעיות, הייתה אמורה להתמודד גם עם לוויינים בגובה זה.

העיתונאי לענייני חלל, Anatoly Zak, דיווח על שלושה שיגורי דור חדש של לווייני ASAT שביצעה רוסיה בשנים 2014 ו-2015, Cosmos 2491 (המכונה גם OBJECT 28E), Cosmos 2499 ו-Cosmos 2504. מדובר על לוויינים מתמרנים שיוכלו להתקרב ללווייני אויב, לבדוק אותם, ובשעת הצורך להשמידם (על-ידי ירי או קרני לייזר).

OBJECT 28E ששוגר יחד עם שלושה לווייני תקשורת צבאיים, נחשב בתחילה לפסולת חלל, אך בהמשך לאחר שביצע כמה תמרונים מעניינים החשיב אותו המערב כ-ASAT.<sup>14</sup>

בימים האחרונים התבררנו שלאחר שני כשלונות הצליחה רוסיה לבצע ניסוי מוצלח של לוויין באמצעות מיירט Nudol ששוגר מכדור הארץ ב-18 נובמבר 2015.<sup>15</sup> פרטים על הניסוי עדיין לא ידועים, גם לא ברור עדיין האם השם Nudol מתייחס לטיל המיירט או לכל מערך היירוט.

*רוסיה - סיכום ביניים*

רוסיה (ברית המועצות לשעבר) שהייתה הראשונה בעולם ששיגרה לוויין לחלל והראשונה ששיגרה אדם לחלל, הקוסמונאוט יורי גגרין, איבדה במהרה את הבכורה לארצות הברית.

מאמציה התרכזו בעיקר בתחום הנשק הגרעיני ובאמצעי השיגור, אף כי נושא החלל לא הוזנח לחלוטין. בתקופת המלחמה הקרה, בתחרות מול המערב הפסידה רוסיה ורק בשנים האחרונות, בתקופת שילטונו של הנשיא פוטין, חודשו ההשקעות בחלל תוך ניצול הניסיון העצום שהיה קיים ברוסיה והנכסים שברשותה. בתחום אחד הקשור לחלל, תחום ה-ASAT נמשכו ההשקעות, גם בתקופה בה יתר פעילות החלל הוזנחה, זאת מתוך חשש שהיתרון שיש לארצות הברית בנושא מסכן את רוסיה מבחינה צבאית בכל סכסוך עתידי.

איננו יודעים עד כמה לפעילותה הנמרצת של סין בתחום זה, שבתחילה כוונה בעיקר נגד המערב, הייתה השפעה על רוסיה. כפי שניתן לראות ממעט הנתונים שהוצגו לעיל, רוסיה ממשיכה להשקיע בתחום הלחימה בחלל ונהנית מהשגים רבים כולל פיתוח דור חדש של ASAT.

**ארצות הברית**

מאמר של Tom Wilson מתאר את יכולותיה הלווייניות של ארצות הברית, ואת תלותה כמעצמה טכנולוגית במערכות שהציבה בחלל.<sup>16</sup> הוא מדגיש את פגיעותן של מערכות אלה ואת הצורך להגן עליהן. הנשיא רייגן הודיע כבר בשנת 1982 במסגרת נאומו בפני הקונגרס, על מדיניות החלל של ארצות הברית, כולל על הצורך לפתח יכולות הגנה על נכסיה בחלל ועל הצורך לפתח מערך לתקיפת לוויינים, זאת בהתייחסות ישירה לפעילות הפיתוח שמתבצעת בברית המועצות.

מאוחר יותר יצא הנשיא רייגן עם יוזמת מלחמת הכוכבים Strategic Defense Initiative (SDI). היה זה איתות רשמי לפתיחת עידן חדש בתחום הלוחמה בחלל, איתות שבעקפין תרם את חלקו להתמוטטותה הכלכלית של ברית המועצות

כמעצמה עולמית כיוון שלא יכלה לעמוד בהוצאות שהתחרות עם המערב בתחום זה חייבה אותה, אף כי היום רוסיה המתחדשת תופסת שוב מעמד כמעצמה.

בחודש מרס 1985, עמדה הצ'לנג'ר (Challenger), מעבורת החלל של ארצות הברית, לצאת למשימה בעלת סיווג גבוה ביותר. המשימה הייתה להתקרב לתחנת החלל הסובייטית Salyut-7 ששוגרה בשנת 1982, לחטוף אותה, להעמיס אותה על מעבורת החלל ולהביאה לארצות הברית. במסגרת ההכנות למבצע בוצעה חזרה בה התקרבה מעבורת החלל ל-Salyut-7, "חטפה" לוויין ריגול אמריקני קטן שהיה בקרבתה, והחזירה אותו לכדור הארץ. מסיבות שונות, כולל חשש מתגובה סובייטית חריפה המבצע לא יצא אל הפועל.<sup>17</sup>

ב-14 בדצמבר 2001 הודיע הנשיא בוש שארצות הברית פורשת מאמנת ב-14 בדצמבר 2001 הודיע הנשיא בוש שארצות הברית פורשת מאמנת Anti-Ballistic Missile Treaty (ABMT), הנימוק לפרשה היה התיישנות האמנה ואי-רלוונטיות, אך כנראה שהסיבה האמיתית הייתה המגבלות שהאמנה הטילה על פיתוח, ניסוי והצבה בחלל של מערכות ההגנה נגד טילים, מגבלות שמנעו מארצות הברית את המשך הפעילות בנושא ההגנה על נכסיה בחלל. יש הטוענים שהחלטה זו נבעה בין השאר מהכישלון של הפעלת סוללות הפטריוט (Patriot) בישראל במלחמת המפרץ הראשונה (2001), כישלון שעורר מחדש את הצורך לפתח מערכות ייעודיות להגנה בפני טילים, במקביל שופרו יכולותיה של מערכת הפטריוט שלדברי מומחים מסוגלת היום ליירט טילים שבעבר לא הצליחה.

בדוח של הממשל האמריקני בסוף שנת 2011 נטען בין היתר, כי ניתן לגרום לנזק, לשבש ולהשמיד לוויינים בחלל באמצעות שיגורים מהקרקע כפי שהוכח על-ידי הסינים ביירוט המפורסם של 23 בינואר 2007<sup>18</sup> ועל-ידי ארצות הברית, אשר שנה מאוחר יותר, ב-20 בפברואר 2008, יירטה לוויין אמריקני שיצא מכלל שליטה.<sup>19</sup> היירוט נעשה באמצעות טיל RIM-161 Standard Missile 3 (SM-3) ששוגר מספינת המלחמה Lake Erie.<sup>20</sup> לפי פרסומים אמריקנים, היה בלוויין מיכל שהכיל ארבע מאות וחמישים ק"ג הֶדְרֶזִין, חומר אשר שימש להנעת הלוויין בחלל. זהו חומר רעיל מאוד שבעת התרסקותו של הלוויין על כדור הארץ היה עלול לגרום לנזק חמור לבני האדם. כותב המאמר מציין שצי ספינות של ארצות הברית מסוג זה מסוגל כיום להשמיד, כמעט בו זמנית, כחמישים לוויינים של רוסיה וסין.



בנובמבר 2011 הוגש לקונגרס בארצות הברית דוח מפורט על יחסי סין-ארצות הברית המכיל פרק נכבד ביותר על כוונותיה של סין בנושא לוחמה בחלל כנגד ארצות הברית, בדוח מוזכרים מאמציה של סין לפתח מערכות התקפיות שנועדו לנטרל או אף להשמיד את נכסיה הצבאיים של ארצות הברית בחלל. הדוח, כמו יתר הדוחות השנתיים המוגשים לקונגרס, מצביע על הדאגה של שלטונות ארצות הברית מיכולותיהן המתקדמות של רוסיה ושל סין בחלל במקרה של עימות עתידי.

מאחר וחלק גדול מהלוויינים שנעים בחלל משמשים כ-Dual Use, כלומר לויינים בעלי יכולת אזרחית אשר מסוגלים לשמש גם כנשק, יכלה הנציגה הרשמית של הממשלה, Air Force Secretary Debora Lee James, לענות בשלילה כשנישאלה בתכנית "60 דקות" אם לארצות הברית יש נשק בחלל.<sup>21</sup> מתוך כחמש מאות לויינים שיש לארצות הברית בחלל, כמאה שייכים לממשל, מתוכם מוערך שלפחות שישה הם בעלי כושר תמרון שמאפשר להם להתקרב ללוויין החשוד כעוין, לבחון אותו ואם צריך גם להשמידו. ב-2006 הכניסה ארצות הברית שני לוייני ניסוי קטנים MiTeX (USA-187; USA-188), במשקל מאתיים עשרים וחמישה ק"ג כל אחד, למסלול גאוסטציונרי שנועדו לבדוק לויינים שנמצאים בחלל ואם צריך אולי גם לפגוע בהם.<sup>22</sup>

ארצות הברית ממשיכה להשקיע בנושא ההגנה על נכסיה בחלל באמצעות גופי ביטחון שתקציבם אינו מפורסם. לאחרונה פורסם<sup>23</sup> דבר קיומו של מטוס סודי בלתי מאויש (X-37B) שמיועד לטוס לחלל, שנחת בבסיס Vandenberg ב-17 באוקטובר 2014, פרטים על הניסוי לא פורסמו, אבל קיימות מספר השערות על היכולות של X-37B:

- מודיעין מעל אזורים רגישים (כמו המזרח התיכון).
- אפשרות של הפצצה מהחלל של מטרות על פני כדור הארץ.
- חטיפת לויינים החשודים כעוינים.
- "הצצה" מקרוב על תחנת החלל הסינית (1 TIANGONG) ועל גופים חשודים אחרים.
- הכנסה למסלול בחלל של לוייני ריגול חדשים.
- אפשרות לשינוי תצורת המיכשור והנשק, בעת נחיתתו בהתאם למשימות חדשות שיוקצו, תידלוק שמאפשר שיגורים רבים, שינויי תכנון מסלול וכד'.

במקביל לפיתוחים אלה, התבשרנו לאחרונה שארצות הברית מפעילה גם שני סוגים של טילים בעלי יכולת לפגוע בלווייני אויב המשוגרים מכדור הארץ,<sup>24</sup> אחד מהם SM-3 שוגר בהצלחה מאניית הקרב USS Lake Erie ביירוט הלוויין שלה USA-193 ב-2008, שכפי שצוין קודם.

### ארצות הברית - סיכום ביניים

אין ספק שהמשאבים שארצות הברית משקיעה בחלל, יחסית למדינות אחרות, מקנים לה מעמד של המדינה המובילה בעולם, הן מבחינת ההשקעות האזרחיות ב-NASA והן במסגרת תקציבי מערכת הביטחון החסויים ברובם. יחד עם זאת תלותה בתשתיות החלל מבחינה אזרחית ובעיקר מבחינה צבאית גדולה וקריטית. לטכנולוגיות ולתשתיות שנבנו בנושא חלל ולתקציבים המושקעים לצורך הגנת תשתיות אלה וחקר יכולות האויב הפוטנציאלי לפגוע בהן, אין מתחרה וכמובן שבמסגרת עבודה זו רק נגענו בהן בקצרה.

### סין

סין, שלכל הדעות הינה אחת מהמעצמות המובילות בתחום החלל, חוששת מעימות צבאי עם ארצות הברית. מאחר ומנהיגיה מודעים לפער הקיים בינה לבין ארצות הברית במאזן הצבאי הקונבנציונלי והגרעיני, פער שבוודאי לא ישתנה בשנים הקרובות. היא מנסה לאזן את הפער על-ידי בניית תשתית צבאית בתחום לוחמת החלל, תשתית שתאפשר לה לפגוע ביכולותיה הצבאיות של ארצות הברית בתחום זה, יכולות אשר משליכות גם על יכולותיה הצבאיות האחרות. עם זאת, במקביל ליכולותיה לפתח מערכות ללוחמה בחלל היא גם מטיפה לפרוז החלל ממערכות נשק.<sup>25</sup>

דוח שהוכן עבור הקונגרס של ארצות הברית Military and Security Development Involving the People's Republic of China, 2011 והדוחות השנתיים שפורסמו בהמשך (כולל הדוח של שנת 2014) קובעים כי "סין מפתחת תכנית רב-ממדית שתשפר את יכולותיה להגביל או למנוע את השימוש בנכסי חלל של יריבותיה בזמני משבר או עימות".<sup>26</sup>

הדוחות מציינים שסין מפתחת מגוון יכולות שמטרתן הגבלת הגישה של כוחות זרים לאזור מערב האוקיינוס השקט והים הסיני. בנוסף לאמצעים בים ובאוויר, סין מפתחת יכולות ללוחמה בחלל. תחת הכותרת Strategic Capabilities, הדוח טוען כי בשנים האחרונות סין מתקדמת מאוד בפיתוח מערכות נשק התקפיות בתחום הסייבר והחלל.

Bill Gertz, אחד המומחים לסין בנושאי חלל, פירסם מאמר מקיף<sup>27</sup> בו נתן סקירה ממצה על התכניות הגלויות של סין לפתח יכולות בחלל, ועל משמעותן האסטרטגית. בין היתר מצויין במאמר מאמץ לפתח שני טילים SC-19 ו-DN-2 שמתוכננים להיות מבצעיים בעוד כחמש עד עשר שנים, ומיועדים לפגוע בלווייני מודיעין במסלולים נמוכים ובמערך ה-GPS הגבוה (כעשרים וארבע אלף ק"מ). הניסויים במיירט זה החלו בשנת 2013. בסוף אוקטובר 2015 פורסם על-ידי מקורות מערביים על ביצוע ניסוי מוצלח עם טיל נגד לוויינים מתקדם יותר (DN-3) Dong Neng-3 דבר שמדאיג במידה רבה את הממשל של ארצות הברית.

מספטמבר 2004 עד ינואר 2007 ערכה סין ארבעה ניסויי ASAT. ידוע שהניסוי הרביעי, שהתקיים בינואר 2007, הסתיים בהצלחה. פרט ל-Direct Ascent Weapons (טיל בעל ראש קרבי קונבנציונלי המשוגר מכדור הארץ לעבר לוויין), סין מפתחת מגוון אמצעי לחימה ללוחמה אנטי-לוויינית. היא משקיעה משאבים רבים במחקר צבאי בתחום נשק אנרגיה, בעיקר בתחום מערכות הלייזר. באוגוסט וספטמבר 2006, השתמשה סין בלייזר קרקעי בעוצמה רבה על מנת לעוור לוויינים אמריקניים שעברו מעליה (הסינים טענו שהניסויים נעשו על-ידי גורמים פרטיים). אתר חדשות בהונג-קונג פרסם ב-2009 כתבה לפיה פרסה סין בהרי Tianshan בצפון מערב המדינה תותח לייזר רב עוצמה שנועד להשמיד לוויינים.

סין שוקדת גם על פיתוח יכולות לוחמת סייבר על מנת לפרוץ ולשבש מערכות שליטה ובקרה. היא מפתחת מערכות אלקטרוניות לחסימת לווייני GPS ומערכות נשק מבוססות על גלי מיקרו (microwave) שנועדו להרוס לוויינים. בתחום של נשק מסלולי, ישנן ראיות לפיהן סין מפתחת גם מיני-לוויינים שנועדו להתנגש ולהשמיד לוויינים עוינים.

בספטמבר 2008, שיגרה סין מיני לוויין BX-1 במשקל של ארבעים ק"ג ובאורך של ארבעים ס"מ מתוך החללית המאושתת 7-Shenzhou. הלוויין עבר במרחק של עשרים וחמישה ק"מ בלבד מתחנת החלל הבין-לאומית ISS,<sup>28</sup> ברור שהתנגשות בתחנה הייתה גורמת לנזק גדול ואולי אף להשמדתה.

תכנית פיתוח נשק בחלל במימון ממשלתי החלה כבר בשנת 1964, בתכנית חל משבר שגרם לעיכובים כתוצאה "מהמהפכה התרבותית" הסינית. רק בשנת 1986 דלפו למערב פרסומים ראשונים על ההישגים בתחום זה.

בתכנית הפיתוח הסינית היו שלושה חלקים:

1. ערכה ליירוט ישיר - המשגרת טיל מכדור הארץ או מהחלל אל לוויין אויב במטרה להשמידו או לגרום לו נזק. ידוע על לפחות שני ניסויי יירוט של הסינים, בשנים 2005 ו-2006, בהם נורו על ידם טילים על לוויינים שלהם. בניסוי הראשון חלף הטיל רחוק מהלוויין, ובניסוי השני חלף הטיל קרוב ללוויין, ולדעת מומחים בארצות הברית זו הייתה הכוונה.

ניסוי סיני מפורסם בוצע בהצלחה ב-11 בינואר 2007: לוויין מזג אוויר סיני ישן - Feng Yun-C1 יורט בגובה של שמונה מאות שישים וחמישה ק"מ באמצעות טיל עם מנוע דלק מוצק מסוג DF-21 (Dong Feng-21)<sup>29</sup> ששוגר משטח סין. המיירט נע במהירות של שמונה קילומטר בשנייה, פגע בלוויין והשמיד אותו. על-פי הערכות של NASA, כמות של עשרים עד ארבעים אלף רסיסים, חלקם בגודל של יותר מסנטימטר התפזרו בחלל כתוצאה מהיירוט. הם מהווים ויהוו כנראה במשך עוד עשרות שנים סכנה ללוויינים הנעים באותה סביבה (במקורות שונים יש הערכות שונות לגבי כמות הרסיסים שנוצרו. ההערכות נעות בין אלפים בודדים לבין עשרות אלפים).

הטיל הסיני DF-21, המונע בדלק מוצק ומשוגר מהקרקע מדאיג את ארצות הברית מאחר והוא על גירסאותיו השונות, יכול לאיים על הצי שלה (Anti-Ship Ballistic Missile- ASBM). פרטים על הניסוי נמסרו בארצות הברית על-ידי המועצה לביטחון לאומי, ה-NSC.<sup>30</sup>

ניסוי היירוט המוצלח הוכחש בתחילה על-ידי הסינים, ואושר על-ידם רק כעבור חמישה ימים. מקורות שונים טוענים שטיל ליירוט כזה או דומה לו ניתן לשיגור גם מצוללת. נקודה מעניינת היא שהמודיעין האמריקני ידע על ניסוי היירוט מספר חודשים לפני קיומו המתוכנן<sup>31</sup> והחליט שלא להתערב, בין היתר, על מנת שלא לגלות

לסינים עד כמה שירותי הביון האמריקניים בקיאים בתכנית החלל שלהם. מספר חודשים לאחר היירוט התעורר בממשל האמריקני ויכוח אם לא היה צריך להפעיל לחץ על סין כדי לנסות למנוע את היירוט וכך לדכא או להאט את היוזמה הסינית לפיתוח כלים לתקיפת לווייני ארצות הברית.

באפריל 2007, פורסמה סברה שסין ביצעה את ניסוי היירוט כתגובה לחוסר ההיענות של ארצות הברית לקיים שיחות על הגבלת הצבת מערכות נשק אנטי-לווייניות בחלל.<sup>32</sup>

לאחר הניסוי הסיני טענו מקורות אמריקניים שיש לצייד את מערך הלוויינים האמריקני ביכולות שידווחו על הפסקת פעולת הלוויין כתוצאה מתקלה טכנית או מפגיעה על-ידי גורם עוין, ובמקרה של השמדה יש לשגר מיידית לוויין חלופי ולתקוף את אתרי השיגור של הסינים בטילי טרידנט (TRIDENT) מצוידים בראשי קרב קונבנציונליים.

לאחרונה "נזפה" ארצות הברית בסין על ביצוע ניסוי יירוט מוצלח ב-23 ביולי 2014 באמצעות לוויין ASAT ששוגר לחלל מכדור הארץ באמצעות טיל. בתחילה הכחישה סין את ביצוע הניסוי,<sup>33</sup> אך בהמשך אישרה את ביצועו.

שיגור לווייני ASAT לצורך יירוט או השמדת לוויין נעשה בדרך כלל באחת משתי שיטות: באמצעות שיגור אנכי של טיל מהקרקע (כמו ביירוט המפורסם של 2007), עד היירוט נדרשות כחמש עשרה דקות (כשלוויין המטרה נמצא ב-LEO) או על-ידי לוויין שנמצא בחלל ומתמרן עצמו למצב בו יכול לתקוף את לוויין המטרה (על-ידי התנגשות בו, על-ידי התקרבות ופיצוץ עצמי, באמצעות קרן לייזר וכד').

2. מערכת נשק המשדרת אנרגיה, קרן לייזר רבת עוצמה או אנרגיה אלקטרומגנטית אחרת שתגרום נזק למערכות האלקטרוניות או האופטיות של הלוויין המותקף או לפגיעה ברכיביו. במערב ידוע שמערכת כזו פותחה החל משנת 1995 ואף נוסתה על לוויינים של ארצות הברית (תוך כדי גרימת נזק חולף). לאחרונה מתרבים הפרסומים הגלויים על פעילויות שעד כה נשמרו בסוד, כך למשל פורסם בעיתון הבריטי *Guardian*<sup>34</sup> כי לפי סוכנות הידיעות בלומברג, הסינים, בטענה שהדבר נעשה על-יד האקרים, "טיפלו" בשני לווייני תצפית תוך שימוש בתחנת שליטה ובקרה של נאס"א שנמצאת בֶּסְפִּיטסְבֶּרְגֶן (Spitsbergen) שבנורווגיה, זאת במגמה לבדוק את פגיעותם לפעילות עוינת - LANDSAT 7 באוקטובר 2007 במשך 12 דקות ויולי 2008

במשך 12 דקות; Terra (EOS AM -1) ביוני 2008 במשך 2 דקות, ובאוקטובר 2008 במשך 8 דקות, ופגעו בהם לזמן קצר אך לא גרמו לנזק מתמשך, הידיעה אומתה מאוחר יותר בסקירה של חיל האוויר של ארצות הברית, ברור שאם הפגיעה הייתה בעדשות המצלמות הלוויינים היו מנוטרלים.

3. מיקרו-לוויינים - התנגשות של מיקרו-לוויין בעל משקל קטן וכושר תמרון (שייצורו זול יחסית) בלוויין יקר, עקב המהירויות היחסיות הגבוהות, יכולה להשמיד אותו. בשנת 2001 פורסם באחד העיתונים הסיניים שהם מפתחים מיקרו לוויין שיכול להיצמד ללוויין מטרה ולהתפוצץ יחד איתו לפי פקודה. מעבר להודעה זו לא ידוע על התפתחויות נוספות בנושא. ב-3 באוקטובר 2013 פורסם ב-Pen State על ניסוי סיני בו שוגרו שלושה לוויינים סיניים 7-Shiyan; 3-Chuangxin ו-15-Shijian, אחד מהם מצוייד בזרוע רובוטית באמצעותה הוא "חטף" את אחד משני הלוויינים האחרים. ברור שפעולה מסוג זה יכולה להיחשב כלוחמת חלל, אף כי הסינים שלא הסתירו את הניסוי טענו שמדובר בניסוי מדעי.

### מאמצי סין לפרוז החלל

סין מטיפה לפרוז החלל. ב-31 במרץ 2011, הוציא משרד המידע של מועצת המדינה של הרפובליקה העממית של סין נייר שכתרתו *China's National Defense in 2010*. הנייר מהווה הצהרה פומבית רשמית המציינת את תפיסת הביטחון הלאומי של סין. בפרק 10 של הדוח, *Arms Control and Rearmament*, תחת תת הכותרת *Prevention of Arms Race in Outer Space* נטען כי הממשלה הסינית מעודדת את השימוש במדיום החלל לצרכי שלום ומתנגדת לחימוש (weaponization) ולהפיכתו לזירה בה יתבצע מרוץ חימוש.<sup>35</sup> עוד נאמר כי סין מאמינה שהדרך הטובה ביותר עבור הקהילייה הבין-לאומית למנוע מרוץ חימוש בחלל היא באמצעות משא ומתן שיוביל לחתימת הסכם מקיף ומחייב בנושא.

בדצמבר 2011 הוציא משרד המידע של מועצת המדינה של הרפובליקה העממית של סין נייר נוסף שהוקדש כולו למדיניות החלל הסינית - *China's Space Activities in 2011*. הדוח מכיל חמישה פרקים אשר סוקרים את תכנית החלל האזרחית הסינית מ-2006. מפורטים בו קווי מדיניות מרכזיים והמטרות הסיניות

בנושא החלל. כבר בפרק ההקדמה נטען כי החלל הוא משאב משותף כלל אנושי וכי ממשלת סין דבקה בעקרון של חקר וניצול החלל למטרות שלום. בפרק הראשון הדן במטרות חקר החלל הסיני מובע אותו הרעיון: "מטרות תעשיות החלל הסיניות הן לחקור את החלל החיצון ולהעמיק את הידע עליו ועל כדור הארץ, לנצל את החלל החיצון למטרות שלום, לקדם את התרבות האנושית לטובת האנושות כולה". הגישה הסינית הפציפיסטית "לכאורה" לחקר החלל, המנוגדת לפעילות הסינית לפיתוח מערכות צבאיות לניטרול ולהשמדת תשתיות חלל של היריב, ממשיכה לבוא לידי ביטוי בהמשך אותו פרק. בפירוט המטרות הסיניות בפיתוח החלל, מונה הפרק מספר עקרונות, לצד העשרת הידע המדעי והחדשנות, מוקדש סעיף מיוחד לעקרון של פיתוח החלל למטרות שלום: "סין תמיד שואפת לשימוש בחלל החיצון למטרות שלום ומתנגדת לכל מרוץ חימוש בחלל החיצון. המדינה מנצלת את משאבי החלל בצורה זהירה תוך נקיטת אמצעים להגנת סביבת החלל לטובת האנושות כולה". לקראת סוף המסמך, בפרק שכותרתו Fundamental Policies, נטען כי במסגרת האו"ם תומכת סין בפעילויות לניצול החלל למטרות שלום.

בכל הקשור למסגרת האו"ם סין אכן משלבת הצהרות עם פעילות דיפלומטית. בפברואר 2008 הגישו סין ורוסיה במשותף טיוטת הסכם ל-Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space and the Threat or Objects Use of Force against Outer Space (PPWT) לווועדת פירוק הנשק של האו"ם. סעיף 2 של ההסכם אוסר על הצבת כלים שנושאים נשק מכל סוג שהוא בחלל. (טיוטה מעודכנת של ההצעה הוגשה שוב על-ידי רוסיה וסין ביוני 2014).<sup>36</sup>

בנוסף, ישנו איסור על איום או שימוש בכוח נגד מטרות בחלל ואיסור על סיוע למדינה או כל ארגון אחר לקחת חלק בפעולות של חימוש החלל (Militarization of Space). ארצות הברית דחתה את יוזמת ה-PPWT, אולם סין ורוסיה לא הפסיקו לדחוף לכיוון של אימוץ הטיוטה. בינואר 2011, Cheng Jingye, מנהל המחלקה לבק"ן (בקרת נשק) ופר"ן (פירוק נשק) במשרד החוץ הסיני התבטא בעיתונות הסינית וטען בהקשר ל-PPWT כי הסכם רשמי בין-לאומי למניעת מרוץ חימוש בחלל הוא הדרך הטובה ביותר להבטיח שלום בחלל.

## סין - סיכום ביניים

סין שנחשבת למעצמה עולה, פעילה בתחום החלל והשגיה ראויים לציון. תחום בו היא פעילה במיוחד אף כי אין היא מפרסמת עליו הרבה הוא תחום הלוחמה בחלל, החלק ה"גלוי" אף כי עד לאחרונה הוא הוכחש על-ידה, הוא תחום ה-ASAT הכולל פיתוח וניסוי אמצעים ליירוט לוויינים, חטיפת לוויינים, סינוור לוויינים ופעילות סייבר נגד לוויינים. סין, אשר לכל הדעות הינה אחת מהמעצמות השולטות בעולם, חוששת להגיע בשלב מסויים לעימות צבאי עם ארצות הברית. מאחר ומנהיגיה מודעים לפער הקיים בינה לבין ארצות הברית במאזן הצבאי הקונבנציונלי והגרעיני, פער שבוודאי ימשך גם בשנים הבאות, היא מנסה לאזן פער זה על-ידי בניית תשתית צבאית בתחום לוחמת חלל, תשתית שתאפשר לה לפגוע ביכולותיה הצבאיות של ארצות הברית בתחום החלל, יכולות המשליכות גם על יכולותיה הצבאיות האחרות. במקביל למאמציה "ההתקפיים" שאינם זוכים לאישור או הכחשה, סין פועלת יחד עם רוסיה בפעילות בין-לאומית לפרוז החלל ממערכות נשק.

## לוחמת סייבר בחלל

נושא הסייבר בחלל נחשף לקהל הרחב רק בשנים האחרונות, אף כי הטיפול המקצועי הצבאי והאזרחי בנושא החל כבר לפני מספר שנים. המטרה בלוחמת סייבר בחלל היא לשבש, לשתק, למנוע פעילות ייעודית למענה תוכנן וניבנה הלוויין, לשאוב מידע ולעתים אף להשמיד נכסים בחלל, זאת על-ידי חדירה למערכות הלוויין דרך ערוצי פיקוד, תקשורת או אמצעים אחרים לצורך שינוי תוכנה, החדרת וירוסים (חלקם רדומים), וכד'. זוהי פעילות שכבר נעשית במערכות קרקעיות צבאיות ואזרחיות מזה מספר שנים.

במערכות חלל ניתן להבחין בשלושה אלמנטים עיקריים:

- הגוף שנע בחלל (לוויינים, תחנות חלל).
- תחנת שליטה שנמצאת לרוב על הקרקע.
- מערכת תקשורת המקשרת בין הגוף שנע בחלל לבין תחנת השליטה.



בלוחמת סייבר בחלל אפשר לפעול נגד כל אחד מהאלמנטים.

ניתן לשבש תוכנה על-ידי החדרת וירוסים פעילים או רדומים, עוד בשלב ייצור הלוויינים, וירוסים שניתן לעורר בעתיד.

חלק מלוחמת הסייבר יכול להתבצע לא ישירות מול הלוויין אלא גם מול התפוקות שלו כמו חסימה או שיבוש המידע שהלוויין מלקט, אוגר או משדר.

פגיעה על-ידי חדירה לזיכרון הלוויין במגמה להשמיד, לשאוב, לשנות או לשבש את המידע האגור בו.

פגיעה במערכות השליטה והבקרה הקרקעיות של הלוויין על-ידי החדרת וירוסים או שיבוש הפקודות הניתנות ללוויינים יכולה לגרום לנזקים לא פחות חמורים מפגיעה פיזית בלוויין עצמו.<sup>37</sup> כיום הפגיעה בלוויין יכולה להיעשות רק דרך תחנת השליטה המקורית השולטת עליו או תחנת קרקע אחרת השייכת לגוף התוקף אשר הצליחה לחדור למערכת הקשר והשליטה או בשלב ייצור הלוויין, ידוע למשל שכאשר מערכת לווייני הניווט האירופית, גלילאו, אשר נמצאת בשלבי הקמה, פועלת בתצורה של הצלה (גורם על כדור הארץ שנמצא במצוקה יכול לפנות ללוויין ממערך גלילאו ולבקש סיוע והלוויין מפנה את הבקשה לגורמים הרלוונטיים), נוצר קשר דו-כיווני בין הלוויינים הרלוונטיים והגוף ששידר את אות המצוקה, את ערוץ הקשר הזה ניתן לנצל גם ללוחמת סייבר נגד אותו לוויין.

כמובן שפגיעות סייבר "רגילות" ישימות גם לחלל,<sup>38</sup> החדרת רכיבים פגועים או מזוהמים על-ידי וירוס פעיל או רדום לתוך מערכת הלוויין בזמן ייצורו (בארצות הברית התגלו חלקים כאלה שהיו מיועדים להרכבה בדור הבא של לווייני הניווט GPS), או חיבור פיזי של אביזרים חיצוניים מזוהמים. כך נמסר על-ידי Eugene Kaspersky, ממייסדי חברת אנטי וירוס ידועה, על מקרה של קוסמונאוט רוסי שבהיותו בתחנת החלל הבין-לאומית חיבר למערכת התחנה התקן USB חיצוני, בלי לדעת שההתקן מזוהם בוירוס סטוקסנט ושלא בכוונה גרם לנזק במערכת המחשוב של התחנה.

לעתים מדינות מעוניינות רק להפגין את יכולותיהן בתחום לוחמת סייבר בחלל על-ידי גרימת נזקים חולפים (גופים סיניים ואיראניים עושים זאת כבר מספר שנים).

הוכחה לרצינות בה מתייחסים היום גופי ממשל של מעצמות לחשש מפני התקפות סייבר בחלל ניתן בין היתר לראות בתרגיל "שרייבר 2010" שנערך בארצות הברית, בו תורגל בין היתר מצב מלחמה בשנת 2022 שבו סין משתקת את מערכות הלוויינים של יריביה.<sup>39</sup>

דוגמאות אחרות הן שיבוש שידורי לוויין בפרסית (לטענת רשות השידור הבריטית BBC ב-2009); ב-2012 הפריעה צפון קוריאה למערכת הניווט הלווייני מעל דרום קוריאה.

בישראל, כמו במדינות אחרות, נושא הסייבר לא נדון הרבה בתקשורת עד לאחרונה, אף כי בפועל הנושא מטופל על-ידי הגורמים המתאימים מזה מספר שנים. כך למשל ב-18 מאי 2011 החליט ראש ממשלת ישראל על הקמת מערך סייבר לאומי. יש להניח שמערך זה יטפל בין היתר גם בנכסינו בחלל.

בנוסף למעצמות רוסיה, ארצות הברית וסין שפעילות בנושא הסייבר ההתקפי וההגנתי בחלל, ישנן מדינות נוספות הפעילות בתחום הסייבר ההתקפי. מהבולטות בהן ניתן לציין את איראן ואת צפון קוריאה, אם בנושא לוחמת חלל לא ראינו עדיין את איראן כגורם מוביל, הרי שבנושא פעילות סייבר, אנו צופים שאיראן תהווה גורם שיש להתחשב בו יותר ויותר.

חשוב להבין שרוב המערכות שנמצאות בחלל אינן מערכות צבאיות והן עוסקות במגוון פעילויות כמו מיפוי, תקשורת, בנקאות, הצלה, מטאורולוגיה, סיוע לחקלאות ולדייג וכד', ולכן פגיעה על-ידי לוחמת סייבר עלולה לפגוע לא רק ביכולות צבאיות אלא גם בחיי היום יום ולגרום נזק כלכלי משמעותי. בשנים האחרונות אנו עדים לתקיפות סייבר של בנקים, מערכות עיתונים וגופים כלכליים ותעשייתיים אחרים, לאו דווקא ביטחוניים. מאחר שהנושא הלווייני משולב יותר ויותר בכלכלת הארצות המתקדמות ובחיי היום יום, יש להניח שגם תחום זה ימשיך להוות יעד לתקיפת סייבר.

בעיה נוספת הדורשת טיפול היא העובדה שקיימים לוויינים אזרחיים אשר שוגרו לחלל לפני שהמודעות לנושא התקפות הסייבר הייתה קיימת, ולרוב לא תוכננו עבורם שכבות הגנה מתאימות.

## סיכום

אחזקת נכסים בעלי פוטנציאל צבאי בחלל נחשבת עדיין גדר מותרות שמדינות עשירות בלבד יכולות להרשות לעצמן. עבודה זו התמקדה בעיקר בלוויינים המשמשים לצרכים צבאיים (אף כי אין לזלזל בלוויינים המשמשים לצרכים אזרחיים, המהווים את רוב הלוויינים בחלל ולרוב קל יותר לשבש את יכולותיהם או להשמידם). עם הזמן, מחשש לאבד עליונות קונבנציונלית הנשענת גם על מערכות בחלל (לווייני תצפית, תקשורת, ניווט, מטאורולוגיה, התרעה וכד'), הוחל בפיתוח מערכות הגנה על הלוויינים ובהמשך בפיתוח כושר התקפי שיוכל להשמיד או לנטרל מערכות חלל של אויבים פוטנציאליים עתידיים.

בעבודה זו צויין רק מספר קטן של שחקנים מובילים בתחום (רוסיה, ארצות הברית וסין), אף כי ברור שיש כיום ויהיו בעתיד הקרוב שחקנים נוספים כמו הודו, פקיסטן, יפן, איראן, קוריאה הצפונית, ובהמשך כנראה גם ארגוני טרור שינסו לפגוע בתשתיות החלל, דבר שבעתיד הקרוב ניתן יהיה לעשות גם מכדור הארץ באמצעים "פשוטים יחסית". ראוי לציין שלאחר היירוט המוצלח על-ידי חץ 3 של מטרה מחוץ לאטמוספירה שהתבצע ב-10 בדצמבר 2015, ניתן לכלול גם את ישראל בקטגוריה של מדינות בעלות נשק ASAT.

מדינת ישראל בנתה, באופן עצמאי, מערכות לוויינים משוכללות לצרכיה האזרחיים והצבאיים. מערכות המאפשרות לה איסוף מידע על סביבתה העוינת הקרובה והרחוקה בכל תנאי מזג אוויר וברזולוציה גבוהה ביותר, ויכולות תקשורת למרחקים גדולים ביותר וברור שבעתיד נכסיה בחלל יהוו גם הם מטרה לגורמים עוינים.

## הערות

Wilson, Tom. *Threats to United States Space Capabilities*. Washington, DC: 1 Prepared for the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization, 2001

"China performs Top-Secret Rocket Launch Operation," *Spaceflight101*, May 2 13, 2013; "Chinese officials provide initial information on Monday's Sub-Orbital Launch," *Spaceflight101*, May 15, 2013  
<http://www.spaceflight101.net/chinese-rocket-launch-may-2013.html>

3 הח"מ, באחד מביקוריו באחד ממפעלי החלל המערביים נחשף, "אולי בטעות מכוונת", לפעילות פיתוח לווין המסוגל לתמרן, להגיע ללוויין עוין ללכוד אותו, להוציאו מהמסלול ואולי גם לנחות יחד איתו על כדור הארץ.

Weeden, Brian. Iridium-Cosmos Collision Fact Sheet. Broomfield, CO and 4 Washington, DC: Secure World Foundation, 2007.

David Bressan. 2015. "The Tunguska Event Still a Mystery after 107 years," 5 *Forbes*, June 30. <http://www.forbes.com/sites/davidbressan/2015/06/30/the-tunguska-event-still-a-mystery-after-107-years/#584d14481e98>

Jeremy Hsu. 2014. "Global Conflict Could Threaten Geostationary Satellites," 6 *Scientific American*, March 31  
<http://www.scientificamerican.com/article/global-conflict-could-threaten-geostationary-satellites>

7 אמנת החלל החיצון (Outer Space Treaty – OST) - אמנה שמטרתה להסדיר את קווי היסוד לפעילותן של מדינות בחלל, לרבות הירח וגופים שמימיים אחרים, למטרות מחקר ולשימושים אחרים. האמנה הוצעה לאישור בוועידת וושינגטון, לונדון ומוסקבה ב-27 בינואר, 1967 ואושרה בסופה של אותה השנה.

8 המחבר בעת היותו מנהל סוכנות החלל הישראלית נדרש על-ידי אחת הסוכנויות של האומות המאוחדות להתחייב בכתב שישראל לא תציב מערכות נשק בחלל.

Anatoly Zak. 2013. "The Hidden History of the Soviet Satellite Killer," 9 *Popular Mechanics*, Nov 1. <http://www.popularmechanics.com/space/satellites/a9620/the-hidden-history-of-the-soviet-satellite-killer-16108970>

10 "Encyclopedia Astronautica, s.v. "SAINT"  
<http://www.astronautix.com/craft/saint.htm> (accessed February 6, 2015)

11 יש לציין שבנתונים המופיעים בספרות הגלויה, יש לפעמים כינויים שונים לאותו לווין ולעתים גם תאריכים שונים לאותו אירוע.

Zak. 2015. "Russia Goes Ahead With Anti Satellite Systems," *RussianSpaceWeb*.<sup>12</sup>  
July 10. <http://www.russianspaceweb.com/Cosmos-2504.html>

13 להלן מספרי עשרים ושניים מיירטי הלוויינים (IS – Istrebitel Sputnikov) מסדרת Cosmos ששוגר במסגרת סדרת הניסויים: 185, 249, 252, 316, 374, 375, 397, 404, 462, 804, 814, 843, 886, 910, 918, 961, 970, 1009, 1174, 1243, 1258, 1379.

Mike Wall. 2015. "Is Russian Mystery Object a Space Weapon?," *Space.Com*,<sup>14</sup>  
November 19  
<http://www.space.com/27806-russia-mystery-object-space-weapon.html>

Bill Gertz. 2015. "Russia Flight Tests Anti-Satellite Missile: –NUDOL\  
Moscow joins China in space warfare buildup," *The Washington Free Beacon*,<sup>15</sup>  
December 2  
<http://freebeacon.com/national-security/russia-conducts-successful-flight-test-of-anti-satellite-missile>

.Wilson, *Threats to United States Space Capabilities*<sup>16</sup>

Bart Hendrickx, "Kidnapping a Soviet space station", *The Space Review*, July 14,<sup>17</sup>  
2014. <http://www.thespacereview.com/article/2554/1>

"China confirms Satellite downed." *BBC News*, January 23, 2007.<sup>18</sup>  
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/6289519.stm>

"Navy missile hits dying SPY Satellite says Pentagon." *CNN*, Feb 21, 2008.<sup>19</sup>  
[/http://edition.cnn.com/2008/TECH/space/02/20/satellite.shootdown](http://edition.cnn.com/2008/TECH/space/02/20/satellite.shootdown)

20 טיל היירוט SM-3 קבע שיא סייג רום של כל הזמנים כאשר שוגר לחלל לגובה העולה על זה שבו בוצע יירוט הלוויין המפורסם ב-2008. ראה: [http://www.raytheon.com/news/feature/rms14\\_five4five2.html](http://www.raytheon.com/news/feature/rms14_five4five2.html)

David Axe. 2015. "When it comes to war in space, U.S. has the edge," *Reuters*,<sup>21</sup>  
August 10  
<http://www.reuters.com/article/axe-space-idUSL1N10M2OW20150811>

,*Wikipedia*, s.v. "MiTeX," last modified July 23, 2014<sup>22</sup>  
<http://english.stackexchange.com/questions/160761/proper-way-to-cite-wikipedia-according-to-the-chicago-manual-of-style>

Elizabeth Howel. 2014. "X-37B Space Plane Returns: 5 Theories About Its Secret  
Mission," *livescience*, October 17<sup>23</sup>  
<http://www.livescience.com/48338-x37b-space-plane-conspiracy-theories.html>

.Axe, "When it comes to war in space" <sup>24</sup>

<sup>25</sup> תומר ריבל. 2012. "תכנית החלל הסינית: נשק אנטי-לווייני - חלק א." אימגו, אפריל 29.  
<http://www.e-mago.co.il/magazine-149.htm>

Office of the Secretary of Defense, *Annual report to congress: Military and Security Development Involving the People's Republic of China* 2011. Arlington, VA: Department of Defense, 2011 <sup>26</sup>

Bill Gertz. 2015. "New details of Chinese space weapons revealed," *The Washington Times*, October 14 <sup>27</sup>  
<http://www.washingtontimes.com/news/2015/oct/14/inside-the-ring-details-of-chinese-space-weapons-r/?page=all>

Brian Weeden. 2008. "China's BX-1 microsatellite: a litmus test for space weaponization," *The Space Review*, October 20. <http://www.thespacereview.com/article/1235/1> <sup>28</sup>

Bill Gertz. 2015. "China Conducts Test of New Anti Satellites Missile," *The Washington Free Beacon*, May 14 <sup>29</sup>  
[/http://freebeacon.com/national-security/china-tests-anti-satellite-missile](http://freebeacon.com/national-security/china-tests-anti-satellite-missile)

<sup>30</sup> במאמר שפורסם ב-International Assesment and Strategic Center במאמרים נוספים כמו Encyclopedia Astronautica בקטע הדן ב- DF21 על גירסותיו השונות תוך ציון העובדה שהצליח לירות לוויין סיני, ויכולתו להשמיד נושאת מטוסים.

Richard Fisher Jr. 2007. "China's Direct Ascent ASAT," *International Assesment: and Strategic Center*, November 10. [http://www.strategycenter.net/research/pubID.142/pub\\_detail.asp](http://www.strategycenter.net/research/pubID.142/pub_detail.asp)

"China's 'Carrier Killer' Missile Is For Real." *DefenseWorld.Net*, September 3, 2015.  
[http://www.defenseworld.net/news/13938/China\\_\\_\\_s\\_\\_\\_Carrier\\_Killer\\_\\_\\_Missile\\_Is\\_For\\_Real#.VrjgzTaOnHg](http://www.defenseworld.net/news/13938/China___s___Carrier_Killer___Missile_Is_For_Real#.VrjgzTaOnHg)

Michael .R. Gordon and David S. Cloud. 2007. "U.S. Knew of China's Missile Test, but Kept Silent," *The New York Times*, April 23 <sup>31</sup>  
[http://www.nytimes.com/2007/04/23/washington/23satellite.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2007/04/23/washington/23satellite.html?_r=0)

.Gordon and Cloud, "U.S. Knew of China's Missile Test" <sup>32</sup>

Mike Gruss. 2014. "U.S. State Department: China Tested Anti-Satellite Weapon," *SPACENEWS*, July 28 <sup>33</sup>  
<http://spacenews.com/41413us-state-department-china-tested-anti-satellite-weapon>

Charles Arthur. 2011. "Chinese Hackers Suspected of Interfering with US <sup>34</sup>  
Satellites," *The Guardian*, October 27  
<http://www.theguardian.com/technology/2011/oct/27/chinese-hacking-us-satellites-suspected>

Owen Bowcott. 2013. "Outer space demilitarization agreement threatened by <sup>35</sup>  
new technologies," *The Guardian*, September 11  
<https://www.theguardian.com/science/2013/sep/11/outer-space-demilitarisation-weapons-technologies>

<sup>36</sup> יש לציין שבכל הפרסומים הרוסיים והסיניים אין שום איזכור על פיתוח ASAT על-ידי אחת מהן נגד השניה, כלומר בנושא המלחמות בחלל קיימים שני גושים, גוש הכולל את רוסיה וסין וגוש שני הכולל את ארצות הברית.

Weeden, Brian. 2007. *Chinese Anti-Satellite Test Fact Sheet*. Broomfield, CO <sup>37</sup>  
and Washington, DC: Secure World Foundation, 2007

<sup>38</sup> טל ענבר. 2013. "מלחמת הכוכבים - תוקפי סייבר עשויים לתקוף גם לוויינים," *TimeOut*,  
נובמבר 10. <http://timeout.co.il>. גליליאו/חלל/מלחמת-הכוכבים

<sup>39</sup> לוי, רם וד"ר דגנית פייקובסקי, "חלל וסייבר", ראש גדול 131-130 (2013): 53-52.

## ראיונות:

פרופ' אלוף (מיל") יצחק בן ישראל, יו"ר סוכנות החלל הישראלית, יו"ר המולמו"פ -  
המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, 2014

ד"ר דגנית פייקובסקי, יועצת לענייני חלל של המולמו"פ, 2014

ד"ר רם לוי, יועץ סייבר של המועצה הלאומית למחקר ופיתוח וחוקר בסדנת יובל  
נאמן למדע, טכנולוגיה וביטחון באוניברסיטת ת"א, 2014

מר ארז קריינר, יועץ בכיר בנושא סייבר, 2013

מר טל ענבר, ראש מרכז החלל במכון פישר, 2014

## נספחים

### סיכום כרונולוגי של פעילויות רוסיה/ברית המועצות בתחום הלוחמה בחלל

1956	ארגון OKB-586 מתחיל לתכנן לוויין תקיפה "מתאבד".
1957	שיגור ספוטניק 1.
1959	תכנון לוויין מתאבד IS (Istrebitel Sputnik).
1960	תכנון GALOSH במסגרת פרויקט POLYOT.
1960	החלטת חרושצ'וב להעדיף את פיתוח הטיל UR-200 כמיועד לשיגור IS, עקב פיגור בפיתוח הטיל, הוא הוחלף בטיל Rr-2, איתו בוצעו שני שיגורים (1 בנובמבר 1963 ו-12 באפריל 1964), בהמשך פותח טיל אחר (A2) ולאחר שני ניסויים מוצלחים ב-1967 וב-1968, ב-1973 הוכרז המערך כמבצעי.
1961	החלטה על הקמת מערך נגד לוויינים המבוסס על IS.
1964-1963	ביצוע שני ניסויי שיגור IS, במסגרת ניסויי 1 POLYOT ו-POLYOT 2 שני לווייני ASAT שוגרו בהצלחה.
1964	תחילת פיתוח משגר TSYKLON.
1967	החלטה על הקמת מערך הגנה על נכסים בחלל (בתקשורת הגלויה מופיעים תאריכים שונים 1961/1967 של הקמת המערך, תחת שמות שונים הנובעים מרה-אירגונים).
1982-1967	שוגרו לחלל 22 לווייני ASAT - COSMOS מסוג IS. כל אחד מהלוויינים שקל 1,400 ק"ג. לרוב ביצעו הלוויינים משימות יירוט מוצלחות ואחר כך הושמדו. המערב, שעקב אחר הניסויים, היה מעודכן בפרטים עד כדי ידיעה של מספר הרסיסים שנוצרו בכל יירוט.
1969	הכרזת המערך להגנה על נכסים בחלל כמערך מבצעי.



- 1972 חתימה על הסכם רוסי-אמריקני נגד הקמת מערכי הגנה בפני טילים וביצוע ניסויים. ההסכם החזיק עד 1975.
- 1973 שיגור של תחנת החלל הרוסית 1 ALMAZ שנחשבה לתחנת החלל המאווישת הראשונה. מאוחר יותר הורכב באחד הדגמים מקלע על הגג שיכול היה לשמש כמערכת נשק.
- 1978 USB - Universal Service Block תוכנן לווין במשקל שלושים אלף ק"ג שהיה אמור להגיע לחלל באמצעות מעבורת החלל הרוסית Buran. הנשק המתוכנן היה מערכת לייזר או עשר רקטות קטנות מתבייטות איתן היה מסוגל ליירט גם לוויינים גאוסטציונריים.
- 1979 הכרזת מערך ה-IS כמבצעי.
- 1980 התחיל פיתוח טיל תלת שלבי (79M6) KONTAKT הטיל שנועד לבצע יירוט בגבהים של עד אלף חמש מאות ק"מ, היה מיועד לשיגור באמצעות מטוס MIG-31D ולתקוף עד עשרים לוויינים תוך עשרים וארבע שעות. הפרויקט הופסק ב-1989.
- 1980 תחילת פיתוח מערך ה-Naryad.
- 1983 הכרזת הנשיא הרוסי יורי אנדרופוב, על הפסקה חד-צדדית של ניסויי ASAT.
- 1988 תחילת פיתוח מיירט לוויינים במסלול גאוסטציונרי.
- 1989 SPEKTR-ORIGINAL תוכנן כפלטפורמה לנשיאת ASAT לצורך ניסויים, ולעבודה עם תחנת החלל Mir. ב-1992 עקב הנחיית שלטונות ברית המועצות הפך הפרויקט הצבאי לפרויקט אזרחי והמשכו אף מומן חלקית על-ידי ארצות הברית.
- 1990 IS-MU נוסה לראשונה ב-1980, שוגר לחלל כמחליף של IS-A, כמוקודמו גם הוא שקל אלף וארבע מאות ק"ג.

2013	ברית המועצות מתכננת להחליף את טיל ה-KONTAKT הישן בטייל חדש שישוגר גם הוא מ-MIG-31D, לא ברור מה תהיה מטרת המערכת החדשה.
2014	רוסיה מכניסה למסלול בחלל לוויין 2014-28E OBJECT (מופיע גם בשם Cosmos 2499). מקורות מערביים חושדים בו כ-ASAT.
2015	משוגר לוויין שני מאותה סדרה מתקדמת COSMOS 2499. לוויין שלישי שכנראה גם ביצע יירוט היה COSMOS 2504 סדרת הניסויים מסתיימת ב-2015.
	לאחר שני שיגורים כושלים רוסיה מצליחה בניסוי של טיל נגד לוויינים NUDOL.

### סיכום כרונולוגי של פעילויות ארצות הברית בתחום הלוחמה בחלל

1960-1950	SAINT - SAtellite INTerceptor תחילת פיתוח טיל שנועד לבדוק ולהשמיד לווייני אויב עד גובה של שבעת אלפים וארבע מאות ק"מ. פיתוח טיל ה-ASAT הופסק ב-1960. יש הרואים בטייל היירוט INSATRAC החדש יותר המשך של הפרויקט.
1960	EARLY SPRING - טיל ASAT רגיל שנועד להיות משוגר מצוללת אשר שטה מתחת למסלול הלוויין. הפיתוח הופסק. קיימות שמועות שהפיתוח נמשך באופן חשאי עוד שנים רבות.
1962	MUDFLAP - PROGRAM 505 טיל ASAT עם ראש קרבי גרעיני של מגטון אחד, אמור היה להשמיד לוויינים עד גובה של חמש מאות ושישים ק"מ ותוכנן לשיגור מהאי Kwajalein. ב-1964 הוחלף בתכנית 437 שהייתה מבצעית עד 1970.
1964	במסגרת תכנית 437 פותח טיל ASAT של חיל האוויר שהחליף את ה-MUDFLAP. הלוויין תוכנן להיות משוגר באמצעות הטיל הוותיק Thor LV-2D עם רש"ק גרעיני מבסיס ונדנברג, ונועד ליירט לוויינים עד גובה

- של שבע מאות ק"מ. הזמן שנדרש לביצוע היירוט היה שבועיים. לאור ההערכה על הנזקים שיגרמו על-ידי אפקט ה-EMP, הוחלט ב-1972, עם החתימה של ארצות הברית וברית המועצות על הסכם - SALT 1 Strategic Arms Limitation Talks - שהטיל הגבלות גם על שימוש ב-ASAT, להוציאו מהסד"כ.
- 1965 ידוע על מחקר מערכת שבוצע על טיל ה-INSATRAC - ASAT אך לא פורסמו פרטים.
- 1968 Program 922 - פרויקט ASAT לא גרעיני שתוכנן לשיגור עם הטיל Thor IRBM שתוכנן במידה רבה בהתבסס על נכסים שהוכנו עבור תכנית היירוט הגרעינית 437. התכנית הופסקה בשנת 1972.
- 1970 SPIKE - לוויין ASAT קונבנציונלי המשוגר מהאוויר ממטוס F-106. המשכו הישיר היה היירוט האווירי המפורסם בשנת 1985 באמצעות טיל ששוגר ממטוס F-15.
- 1978 ראש המטות המשולבים של ארצות הברית פירסם רשימה מסווגת של מטרות אפשריות ל-ASAT אויב.
- 1985 ב-13 ספטמבר 1985, לראשונה בהיסטוריה, בטיסה כמעט אנכית, ובאמצעות טיל ייעודי, הצליח טייס של חיל האוויר האמריקני במטוס F-15 ליירט לוויין שנע במסלול סביב כדור הארץ בגובה של ארבע מאות ושמונים ק"מ. היה זה ניסוי ראשון, וגם האחרון ככל הידוע של השמדת לוויין באמצעות טיל המשוגר ממטוס.
- הנשיא רייגן אישר חטיפת תחנת חלל רוסית Salyut-7 באמצעות מעבורת חלל - מבצע שבוטל בהמשך בין השאר מחשש לתגובה סובייטית קיצונית.
- 1986 Zenith Star - ארצות הברית, חשבה להציב בחלל לייזר כימי בתוך לוויין מתוכנן במשקל של קרוב לארבעים וחמישה טון. כמובן שהפרויקט לא הבשיל. מחיר השיגור הוערך בכארבע מאות עד חמש מאות מיליון דולר.
- 1991 STAR LITE - ניסוי לייזר בחלל שזכה לפרסום, הגוף המיירט שקל שש עשרה אלף ושלוש מאות ק"ג.

- 1995 - HERTF - High Energy Research and Technology Facility מתקן של חיל האוויר האמריקני שנועד לבחון טכניקות שידור אנרגיות אלקטרו-מגנטיות לעבר מטרות על פני כדור הארץ ובחלל, ולהציב בחלל מערכות שתשרנה אנרגיית מיקרו, פלסמה וכד' ותשבשנה או תהרוסנה מערכות אלקטרוניות של לוחייני האויב.
- 2006 ארצות הברית הכניסה למסלול גאוסטציונרי שני לוחייני ניסוי קטנים MiTeX USA-187; USA-188, במשקל מאתיים עשרים ושניים ק"ג כל אחד. הם נועדו לבדיקת לוחיינים בחלל ואם צריך אף לפגוע בהם. בחלקו הראשון של הניסוי, הלוחיינים בדקו זה את זה, בשלב מאוחר יותר הם בדקו את לוחייני ה-DSP-23 שהפסיק לתפקד שנה לאחר שיגורו ב-2007.
- 2008 ב-2008 השמידה ארצות הברית, באמצעות טיל נגד טילים SM-3 ששוגר מספינת מלחמה, לוחייני אמריקני בגובה מאתיים ארבעים ושבעה ק"מ ואשר לדבריהם הפסיק לפעול בצורה תקינה והכיל הידרזין שעלול היה לזהם שטח גדול בעת התרסקותו על פני כדור הארץ. יש הטוענים שיירוט זה בוצע כתגובה ליירוט הסיני, שנה קודם, כדי להוכיח שארצות הברית עדיין שולטת בתחום.
- 2014 ארצות הברית משגרת בהצלחה שני לוחייני Geosynchronous - GSSAP Space Situational Awareness Program למסלול גאוסטציונארי. הלוחיינים נועדו לבדוק ולבחן לוחיינים שנעים במסלול זה (אף כי לוחיינים אלה אינם נשק, כללתי אותם בתור ASAT מכיוון שהם משלימים מערך הגנתי-התקפי של ארצות הברית בחלל). סדרת לוחייני GSSAP שארצות הברית תכניס לחלל תאפשר לה לבדוק, ובשעת הצורך גם לגרום לניטרולם של לוחיינים הנעים במסלולים נמוכים וגבוהים.
- ב-17 באוקטובר, לאחר שהייה של שש מאות שבעים וחמישה ימים בחלל, בטיסתו השלישית, נחת מטוס סודי בלתי מאויש X-37B שנראה כמו מעבורת חלל מוקטנת בבסיס ונדנברג (Vandenberg) של ארצות הברית. פרטים על הניסוי לא פורסמו, אבל קיימות מספר השערות לגבי היכולות של X-37B.

## סיכום כרונולוגי של פעילויות סין בתחום הלוחמה בחלל

2005	ניסוי משגר SC-193 ללא לוויין במסלול LEO.
2006	סין מסנוורת לווייני תצפית אזרחיים של ארצות הברית מבלי לגרום להם נזק קבוע. ב-6 בפברואר - שיגור עם משגר 193 - SC של לוויין שטיבו לא ידוע במסלול LEO. בספטמבר 2006 דווח על סינוור לווייני ריגול של ארצות הברית מעל שטח סין מבלי לגרום להם נזק קבוע.
2007	ב-11 בינואר 2007 יירטו הסינים והשמידו לוויין מטאורולוגי סיני ישן FY-1C - Feng Yun-C1 שנע בחלל בגובה של כשמונה מאות שישים וחמישה ק"מ באמצעות טיל דו-שלבי מונע דלק מוצק המבוסס כנראה על הטיל הבליסטי Dong Feng-21 (DF-21). הטיל שוגר משטח סין, תוך פיזור ענן של רסיסים אשר יאיים עוד על לוויינים שנעים במסלול זה במשך שנים רבות.
2007-2008	לפי סוכנות הידיעות בלומברג, הסינים, בכיסוי שהדבר נעשה על-יד האקרים, "טיפלו" דרך תחנת שליטה ובקרה של נאס"א שנמצאת בִּשְׁפִיטסברגן (Spitsbergen) שבנורווגיה בשני לווייני תצפית שמבוקרים על ידה במגמה לבדוק את פגיעותם לפעילות עוינת.
2008	סין משחררת מיני לוויין BX-1 מתוך חללית מאוישת 7-SHENZOU.
2010	בינואר, יירוט מוצלח בגובה מאתיים וחמישים ק"מ עם משגר SC-96 ב-19 באוגוסט לוויין סיני SJ-12 ששוגר לחלל התקרב ללוויין סיני SJ-06F ששוגר ב-2008 ובדק אותו מקרוב (לפי מאמר שפורסם ברוסיה).
2013	שיגור של טיל ה-ASAT - Dong-Neng (DN-2) טיל שבראשו אבקת פְּרִיזִים, יירוט מוצלח בגובה של עשרת אלפים עד שלושים אלף ק"מ.
	באוקטובר פורסם ב-Pen State על ניסוי סיני רשמי בו שוגרו שלושה לוויינים סיניים 7-Shiyang, 3-Chuangxin ו-15-Shijian, אחד מהם מצוייד בזרוע רובוטית באמצעותה "חטף" את אחד משני הלוויינים האחרים.
2014	ביולי "נזפה" ארצות הברית בסין על ביצוע ניסוי מוצלח של שיגור לחלל

של לוויין ASAT באמצעות טיל יבשתי. בתחילה סין הכחישה את השיגור אך בהמשך אישרה את ביצועו.

ב-23 ביולי 2014 ביצעה סין ניסוי בטיל שנועד ליירט לוויינים במסלול נמוך. ניסוי זה הגביר את הדאגה בארצות הברית בנושא היכולות של סין להגן על נכסיה בחלל ויכולותיה ההתקפיות במדיום זה.

2015 ארצות הברית הזהירה את סין באופן רשמי שפעילותה מסכנת את הפעילות הלוויינית של ארצות הברית בחלל.

באוקטובר ביצעה סין ניסוי מוצלח של טיל נגד לוויינים Dong Neng-3 (DN-3) אשר שוגר מהקרקע. עדיין לא ידועים פרטים על הניסוי.



## Recent BESA Center Publications

### Mideast Security and Policy Studies

- No. 98 A Strategy for Peace With the Palestinians, *Max Singer*, November 2012
- No. 99 Israel Is Not Isolated, *Efraim Inbar*, March 2013
- No. 100 Obama's Best Friend? The Alarming Evolution of US-Turkish Relations, *Ariel Cohen*, May 2013
- No. 101 French-Israeli Security Cooperation in the Twenty-First Century *Tsilla Hershco*, July 2013 (Hebrew)
- No. 102 The Muslim Brotherhood and Egypt-Israel Peace, *Liad Porat*, August 2013 (Hebrew)
- No. 103 Time Is on Israel's Side, *Efraim Inbar*, August 2013 (Hebrew), September 2013 (English)
- No. 104 Armed and Dangerous: Why a Rational, Nuclear Iran Is an Unacceptable Risk to Israel, *Steven R. David*, November 2013
- No. 105 Mowing the Grass: Israel's Strategy for Protracted Intractable Conflict, *Efraim Inbar and Eitan Shamir*, December 2013 (Hebrew)
- No. 106 South Korea's Middle East Policy, *Alon Levkowitz*, December 2013
- No. 107 Israel and Kazakhstan: Assessing the State of Bilateral Relations, *Gil Feiler and Kevjn Lim*, May 2014
- No. 108 The Myth of Palestinian Centrality, *Efraim Karsh*, July 2014
- No. 109 The New Strategic Equation in the Eastern Mediterranean, *Efraim Inbar*, August 2014 (Hebrew), September 2014 (English)
- No. 110 The Ties between Israel and Azerbaijan, *Alexander Murinson*, October 2014
- No. 111 Israel's Air and Missile Defense During the 2014 Gaza War, *Uzi Rubin*, January 2015 (Hebrew), February 2015 (English)
- No. 112 Changing Japanese Defense Policies, *Eyal Ben-Ari*, February 2015
- No. 113 Obama, The Reluctant Realist, *Steven R. David*, June 2015
- No. 114 Israel's Role in the Struggle over the Iranian Nuclear Project, *Yossi Kuperwasser*, June 2015
- No. 115 Deterrence Campaigns: Lessons from IDF Operations in Gaza, *Moni Chorev*, October, 2015 (Hebrew), March 2016 (English)
- No. 116 Hamas: A Social Welfare Government or War Machine?, *Hillel Frisch*, November 2015
- No. 117 The Mediterranean as a Strategic Environment: Learning a New Geopolitical Language, *Eran Lerman*, February 2016
- No. 118 The ISIS Challenge in Syria: Implications for Israeli Security, *Hillel Frisch*, May 2016

### Policy Memorandum

- No. 6 The National Security Council: Reflections upon the June 2012 Israel Ombudsman's Report (Hebrew), *Yehezkel Dror*, November 2012
- No. 7 The Gaza War, 2014 – Initial Assessment, *Efraim Inbar and Amir Rapaport*, December 2014 (Hebrew)
- No. 8 Perfect Storm in the Middle East, *Yaakov Amidror*, June 2015 (Hebrew), July 2015 (English)
- No. 9 Israel-Greece Relations, *Arye Mekei*, September 2015 (Hebrew)
- No. 10 Space Wars, *Aby Har Even*, May 2016 (Hebrew)

### Colloquia on Strategy and Diplomacy

- No. 28 The IDF Force Structure (Hebrew) May 2014
- No. 29 Israeli-Palestinian Negotiations: Whereto? (Hebrew) August 2014



