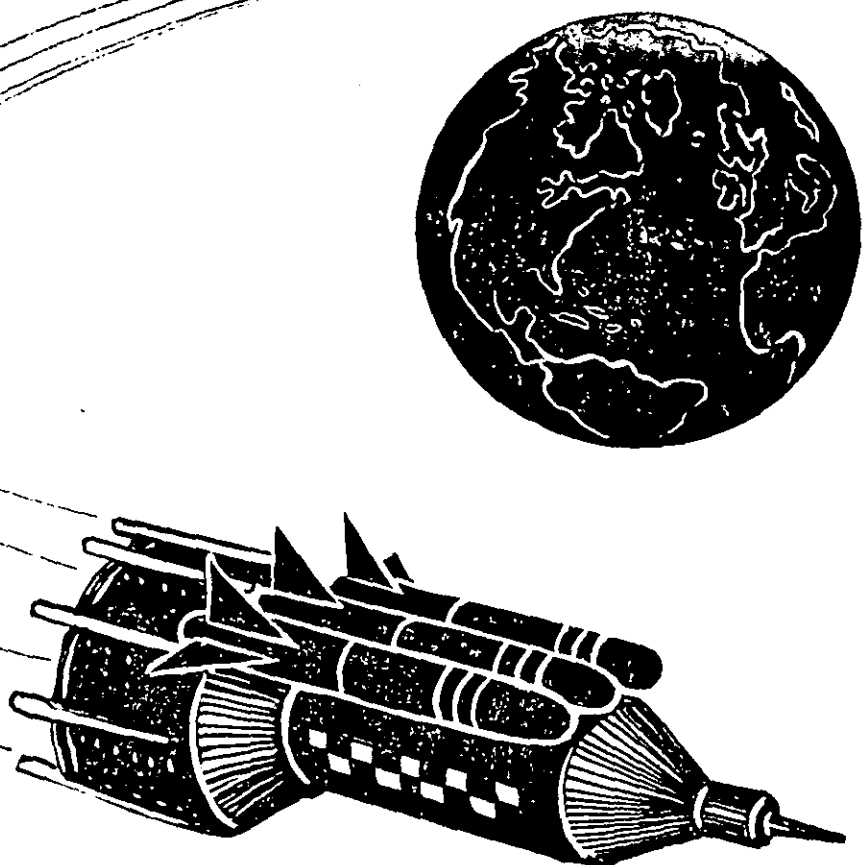


המדע ואופקי הפיתוח הצבאי



אלי'ם י. שריאל

אמצעי-לחימה, אנו חכמים יותר, יודעים ומבינים, שהישגים מדעיים ניתן ליישם בפיתוח אמצעי-לחימה רק לאחר עבודה שנמשכת תקופה ארוכה, שכן בזמננו, עשרים שנה מאז סיום מלחמת-העולם השנייה, אנו נהנים רק מפרי ההישגים שהושגו ב-1945. כדי ליהנות מפרי הישגים מדעיים של שנות ה-50 (קרני ליזר, למשל), עלינו להמתין בסבלנות שנים לא מעטות. ברם, אין זאת אומרת, שכיום התייאשו מנסיונות לנבא את ההתפתחויות הצפויות בעתיד. להיפך — למדו להבין שעצם קיומה של תכנית בתהליכי המחקר והפיתוח תורמת גם למחקר עצמו וגם למסקנות הנובעות ממנו (נוהלים, שיטות, מבנים ארגוניים). לכן חשוב לקיים מגמות, עליהן מתבססים בתכנון לטוח רחוק, אפילו אם מסתבר שחלקן אינו מתממש או שיש צורך לשנותן תקופות.

ההתפתחויות הצפויות והשלכותיהן

התחזיות המתפרסמות כיום יותר שמרניות ופחות אופטימיות לגבי ההתפתחויות המדעיות והטכנולוגיות הצפויות ולגבי השפעתן על התפתחות אמצעי-לחימה. הפסימיות היחסית מקורה בהכרה, שקיימים קשיים אובייקטיביים בהתפתחויות נוספות — קשיים הנובעים בעיקר משני גורמים: א. ברוב המדעים והתחומים הטכנולוגיים הגיעו להישגים כה גדולים, עד שהמשך הטיפול בהם מחייב מאמצים עצומים גם בידע וגם בהשקעות. למשל: כדי להגיע להישגים במדע הגרעיני יש צורך במתקני האצה גדולים ומורכבים, אשר רק מדינות אחדות יכולות להרשות לעצמן להקיםם. כמות החומר הבסיסי המשמש רקע למדען לביסוס הישגיו הולכת וגדלה, וקשה לקלוט את החומר הזה בפרק זמן מתקבל על הדעת. אמצעי התקשורת להעברתו (הרצאות, מאמרים) דלים הם באיכותם ובכמותם; מדעני העתיד תולים תקוות רבות ביכולת הניצול של מחשבים להגברת בית-הקיבול של זכרונם

מאז מלחמת-העולם השנייה החלה להשתרש התודעה של תרומת המדע לנצחון במלחמה. כתוצאה מכך החלו מעצבי הכוחות המזוינים בעולם לעקוב אחר הישגי המחקר המדעי, ללמדם ולנסות לצפות מה תהיה השפעת ההתפתחויות העתידיות במדעים הכלליים על מכלול אמצעי הלחימה המתוכננים להשתלב בסדר הכוחות.

קם מעמד של „חזוי עתידות“, שמטרתם הייתה גם לנבא באלה מהישגי המדע אפשר יהיה להשתמש לאמצעי-לחימה. בתחילה נישאו נבואותיהם על כנפי ההישגים של מלחמת-העולם השנייה בתחום האלקטרוניקה, הפיסיקה הגרעינית, מדעי התעופה, הטילים וכיו"ב. „חזוי עתידות“ אלה ניבאו להישגים פנטסטיים לגבי העתיד. למשל: דוד סרנוף, נשיא RCA, ניבא ב-1956 את הישגי המדע והטכניקה ב-1977: המטוסים יגיעו — כך צפה — למהירות של 5,000 מיל לשעה; אנו נחיה בבתיים, בהם יופעלו רוב האבזרים באמצעות לחיצה על כפתור, בעולם של מזג אוויר לפי רצוננו, והאנרגיה תופק מקרני השמש; אפשר יהיה לשוחח עם אנשים מכל מקום בעולם ומכל מרחק שהוא וגם לראות בעת השיחה את המדבר שבעבר השני של הקו. הישגים בתחומי הכימיה, הביולוגיה ומדעי הרפואה יאריכו את חיי האדם ב-100 שנים נוספות. כל הדברים האלה יהיו בעולם של שלום, שיהיה כולו מערבי (המדינות הקומוניסטיות ייעלמו).

כיום, כאשר מחצית תקופת ההתנבאות של סרנוף עברה, אפשר לבחון את התאמתה ביתר פכחון. ראשית, ההישגים שהושגו ופרק הזמן שעבר יכולים ללמד אותנו על הצפוי בעתיד. עתה ברור לנו, למשל, שהארכת חיי אדם ב-100 שנים תדרוש הרבה יותר מ-20 שנות עבודה (משך העשור שעבר הוארכו חיי אדם בשנה אחת בלבד). שנית, כיום, 20 שנה לאחר שהתחילה תקופת הזוהר של פיתוח

„מערכות“ 177, אוגוסט 1966

ולמציאה מהירה של האינפורמציה הדרושה לביסוס מחקרם. כל זמן שקשר זה בין מוח המדען לבין המחשב אינו קיים, ניתן לשער שהיקף פעילות המוח יהיה מוגבל.

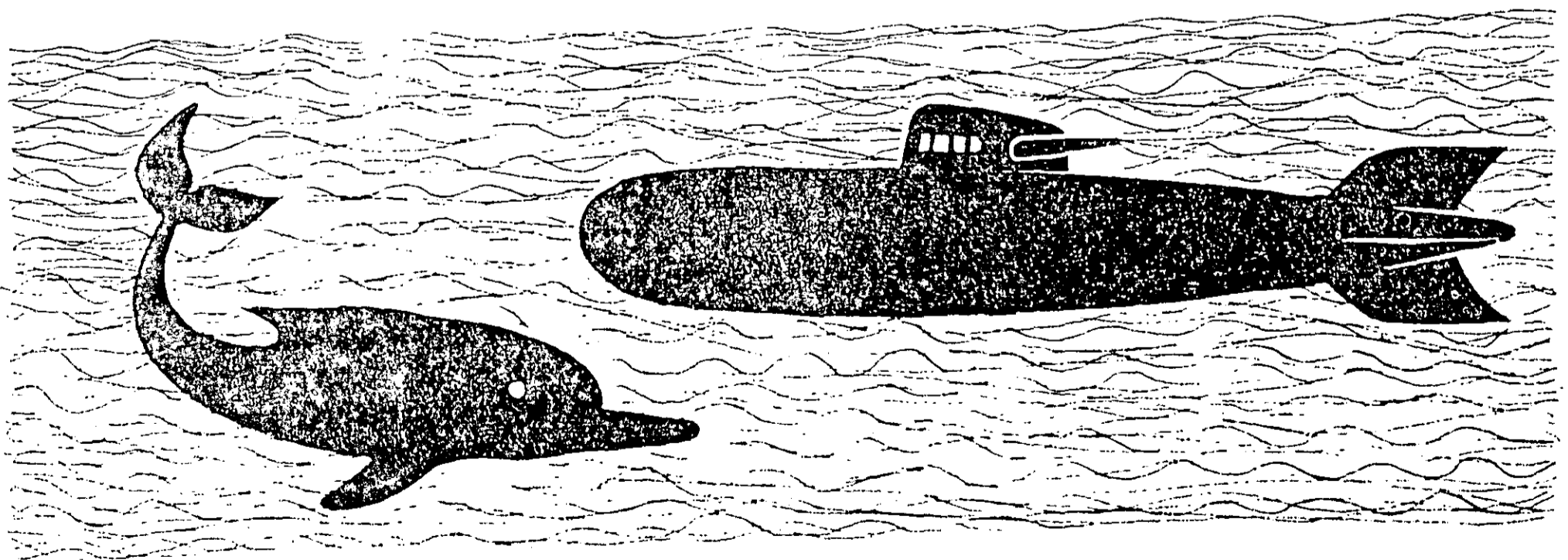
ב. בשטחים מסוימים קיימת הרגשה, שהגיעו לקצה גבול ההישגים: מכשירים אלקטרוניים מודדים במהירות של החלק הביליוני של השניה (10^{-10} שניה, המכונה — "ננו" שניה). בזמן זה עוברת קרן אור מרחק שאינו יותר מ-30 ס"מ. מדידות במהירויות יותר גדולות הן כמעט בלתי אפשריות. הרעש במשדר ובמקלט אלקטרוני אין מקורו במכשיר עצמו, אלא במקורות אחרים ביקום, וקשה יהיה להגדיל במערכות אלקטרוניות את היחס אות/רעש. אמינותן של מערכות אלקטרוניות גדלה כמעט פי 1,000 משך 10 השנים האחרונות, והיא מתחרה באמינותן של מערכות סטאטיות (גשרים, בתים). קשה להניח, שישגו הישגים גדולים מאלה. אין המסקנה שאין מקום לחידוש בשטח האלקטרוניקה, אולם דרושה הבקעה (break through) כלשהי למישור אחר כדי להגיע להישגים נוספים. למשל: הקמת מערכות ביולוגיות כחלק ממעגלים אלקטרוניים ודאי תביא להישגים שאין לשערם: אם נתייחס אל מוח האדם כאל מערכת אלקטרונית, נראה לפנינו מחשב שמשקלו כ-1,500 גרם המכיל 10^{32} תאים (10^{32} הינו 10,000 פעמים נפח כדור הארץ בסנטימטרים מעוקבים) שכל אחד מהם ניתן להשוות למעגל אלקטרוני, והם מופעלים באמצעות אנרגיה של 100 ואט בערך. אם ברצוננו לבנות מחשב דומה באמצעים הידועים לנו כיום, לא תספיק להפעלתו כלל האנרגיה המופקת בעולם. מכאן שעדיין יש מה לשפר כדי להגיע להישגי הטבע; אולם נדרשים הישגים חדשים בהבקעות למישור אחר, אשר יביאו לשדות פעולה אותם קשה לצפות כיום.

העולם בעוד 20 שנה

נתבונן בכמה מהנבואות ה"מקובלות" כיום לגבי עשרים השנים הבאות. אך לפני זאת, הסתייגות קלה: כאשר מנבאים לטוח רחוק זה, מניחים שלא יחולו בעולם תהליכים מזרזים, כגון — מלחמה בהיקף גדול או ריכוז מאמצים בלתי רצוי-נאלי בתחום מצומצם על-ידי אחת המעצמות הגדולות (לדוגמה: ריכוז המאמץ של הרוסים בתחום מדעי-החלל בשנות החמישים).

ובכן, ההתפתחויות הצפויות הן:

- מדעי הרפואה, הביולוגיה והכימיה יצליחו להשתלט על מזיקים שונים בצורה שתשפיע מאוד על הכלכלה החקלאית. יהיה שיפור רב בטיפול במחלות-רוח. אורך החיים הממוצע של אדם אמנם יתארך רק בשנתיים, אך תגדל במידה ניכרת פעילותו של אדם ממוצע, והוא יהיה פעיל גם בהודקנותו. לעומת זאת קיימת סכנה של זיהום כדור הארץ באורגניזמים מזיקים, העלולים להגיע אלינו מן החלל באמצעות לויני מחקר שנשלחו לחלל.
- בפיסיקה של אנרגיות גבוהות תחול התקדמות מוגבלת בלבד, בעיקר בשל מחירם העצום של מחקרים בתחום זה.
- לא יתגלו חומרים חדשים לשימושים מעשיים, אך היכולת לייצר חומרים בדיוק ובנקיון רב מאוד תעלה את אמינותם ותקטין את משקל המכשירים והמכונות העשויים מהם. הרר-סים יקדימו את האמריקאים בהקמת תחנת חלל לנחיתה על הירח, אך בשלב זה לא תהיה לכך משמעות צבאית או משמעות מדעית רבה. האמריקאים ינחתו על הירח בתחילת שנות השבעים, ובסוף שנות השבעים ינחתו על המאדים (במחיר של כ-20 ביליון דולר).
- תחזיות מזג האוויר ישתפרו, בעיקר בעזרת לויני מזג-אוויר, אך תחזית לטוח רחוק (5 ימים ויותר), עדיין לא תהיה מדויקת ביותר.
- לויני-תקשורת יהיו שמישים מאוד בשירותי טלפון, בטל-ביזיה ובשידורי אלחוט. אפשר יהיה להתקשר לכל נקודה על פני כדור הארץ באותה קלות בה משיגים כיום קשר טלפוני בין-עירוני. ארצות רבות יהיו תלויות בקשר כזה, וניחוק יגרום אגדרלמוסיה גדולה יותר בעתיד.
- התעבורה במטוסים על-קוליים (3 מאך), במסוקים וברכבי-בות מהירות הבנויות על עקרונות חדשים תהיה מקובלת ונפוצה. מחיר הנסיעה יהא זול, והתנועה תהיה מהירה — דבר שיביא לכך, שרוב ערי העולם יהיו דומות בצורתן ובמנהגיהן. שיפורים במכוניות יתבססו על מנועים חשמליים וטורבינות-גז שיוכנו לסוגים מסוימים של כלי רכב, אך ההשפעה העיקרית על תחבורת המכוניות תהיה בשיפור הכבישים ובפיקוח על התנועה.
- האוטומציה תתפשט בעולם ותוכנס לארצות בהן התעסוקה מוגבלת. קיימת לכן סכנה של אבטלה בארצות מתפתחות



- שימוש בקרני לייזר ב"מכ"מ בתקשורת ולהארת מטרות.
- אמצעי לחימה המבוססים על חומרים ביולוגיים המוציאים מכלל פעולה בלי להרוג.
- כלי נשק אישיים המבוססים על טילים (נגד אנשים, נגד טנקים ונגד מטוסים).

עד 1975 יבואו לידי מימוש :

- חומרים כימיים המוציאים מכלל פעולה בלי להרוג, והמשפיעים בעיקר על פעולת המוח.
- לויין סיוור-ותצפית ולויינים שיוכלו לשמש כבסיס-שיגור לטילים.
- שיפור ניכר באמצעי הלוחמה הפסיכולוגית.
- שימוש נרחב במחשבים לצורכי מודיעין וקבלת החלטות טקטיות.
- טילים בליסטיים יותר מדויקים, עם ראשים שונים ולא דוקא גרעיניים.

עד 1980 יבואו לידי מימוש :

- חומרים ביולוגיים המחסלים את רצון האויב להתנגד.
- יכולת לניהול קרב באורח אוטומטי באמצעות מכשירי טלביזיה, מחשבים ורובוטים לתפקידים מסוימים.
- טילים נגד-טילים.
- נשק השמדה המבוסס על קרינת לייזר, קרינת חלקיקים רדיו-אקטיביים או קרינה אלקטרונית אחרת.
- אפשרות השפעה על מזג-האוויר לצרכים צבאיים.

עד 1990 יבואו לידי מימוש :

- הגנה נגד מטוסים וטילים באמצעות קרני השמדה.
- שימוש בדולפינים למלחמה נגד צוללות.

עד 2010 יבואו לידי מימוש :

- היפנוט בהיקף המוני, שיאפשר לא רק ביטול הרצון להילחם, אלא אף את גיוס כוחות האויב למטרותינו.
- קרינת מחשבות האויב.
- יש להטעים, שרבים מהמומחים הסתייגו מן האפשרויות האלה והדגישו, שכלל אינם מאמינים במימושן.

*

לא נשאר לנו אלא להסיק, שאם יתממשו ההתפתחויות הצפויות במדע ובטכנולוגיה, יהיו מלחמות העתיד שונות בתכלית מהמקובלות, אולי פחות מסוכנות — ובמידת-מה אף משעשעות.



כמו: הודו, ברזיל וארצות אפריקה. תכונות-תרגום יהיו בשימוש לצרכים מסוימים, אך לא יחליפו תחומים בשר-ודם.

- ההתחרות הכלכלית בעולם כולו תביא לשיפור תהליכים של ניהול ואוטומציה. בניהול מנבאים לביות, בגלל חוסר יכולת להקיף פרטים. ישלימו עם העובדה, שבמבנים ארגוניים קיימות כפילות ואי-בהירות, והמינהל יהיה מבוסס על מו"מ ופשרות. קבלת החלטות תיעשה על סמך נתונים כמותיים, בעלי אופי כלכלי יותר מהמקובל כיום.
- המתקת מייים תהיה מקובלת, ובכמה מקרים אף כוונת מבחינה כלכלית. אולם, ספק אם תחנות כוח גרעיניות יהיו כדאיות מבחינה כלכלית.

מערכת הנשק שיפותחו בעתיד

כדי להציג את ההישגים הצפויים בפיתוח מערכות-נשק, ניתן כאן תוצאות מחקר המבוסס על משאל שנערך בין טובי המומחים בעולם. לא נתייחס לשיטת עריכת המשאל (אשר הבטיחה אפשרות של פירוט סטטיסטי נכון להערכות הזמנים בהם יתממשו המערכות), אלא נביא את פירוט מערכות-הנשק החשובות והעיקריות, אשר פיתוחן צפוי משך כ-50 השנים הבאות, ואת התממשותן כפי ששערו רוב המומחים שהשי תתפו במשאל.

עד 1970 יבואו לידי מימוש :

- אמצעים פיסולוגיים (תותחי מים, גז מדמיע), שיאפשרו להשפיע על האויב בלי להרוג.

