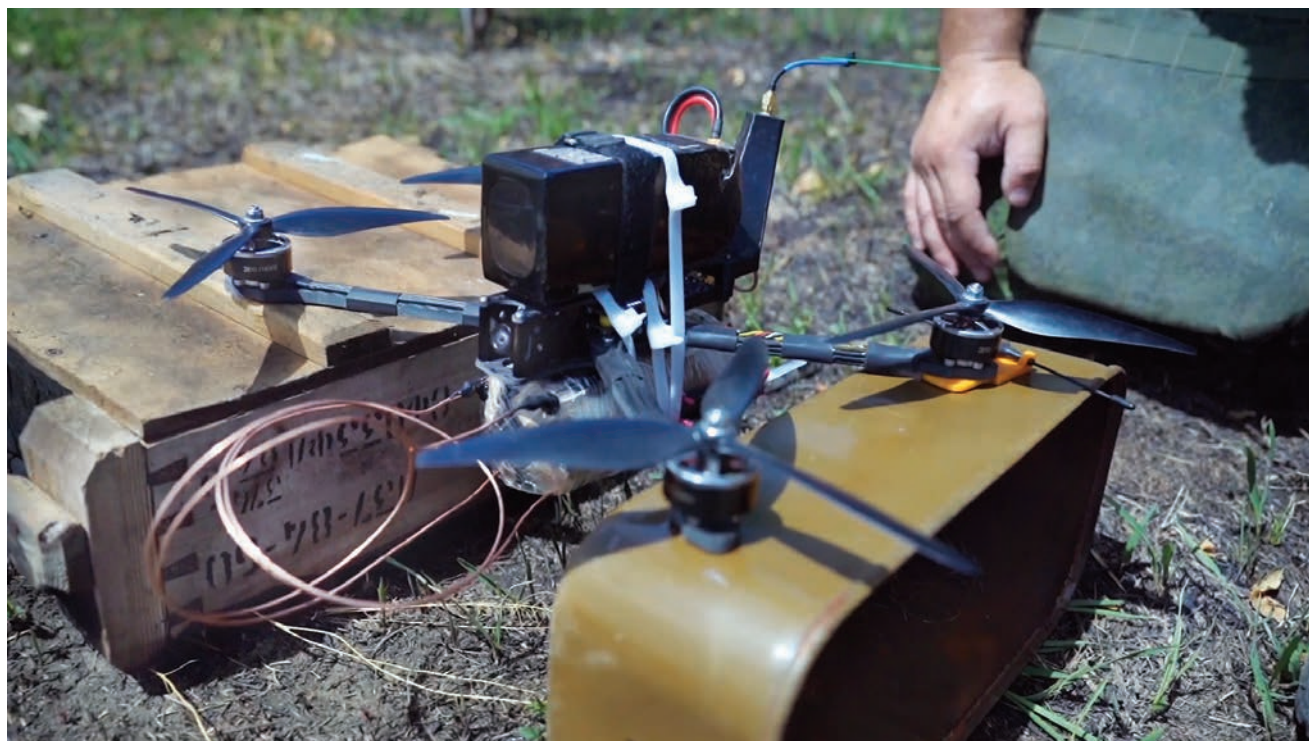


מהפכת ה-FPV ומשמעויותיה ללוחמת היבשה ויתר הממדים

לוחמת FPV משנה יסודית את כללי המשחק בשדה הקרב המודרני. היא מאפשרת פגיעה מדויקת ויעילה במטרות בטווחים ארוכים ובתנאי שטח מורכבים, תוך הפחתה ניכרת של הסיכון לחיי לוחמים ושילוב חלק במערך הלחימה הכולל. מדובר בכניסת אמל"ח חדש, אפקטיבי ובעל חשיבות מערכתית - שמאפשר יתרון יחסי משמעותי למי שמאמץ אותו בזמן, משלב אותו בתחבולה וממנף אותו לכדי עליונות מבצעית



רחפן FPV רוסי, יולי 2024. הרחפן מעניק יכולת סיוע קרוב לכוחות מסתערים ברמת קרבה ודיוק שכוחות האוויר והאש המסורתיים אינם יכולים להתחרות בה. מקור: ויקיפדיה

ממנו או "לאפר אותו" באמצעות שדרוגים נקודתיים. צבאות רוסיה ואוקראינה מתמודדים כבר למעלה משלוש שנים בזירה זו, ונאלצו בלית ברירה ללמוד, להתאים ולשנות.

FPV משנה את כללי המשחק

המרכיב המרכזי במהפכה אינו טמון רק בעצם קיומו של אמל"ח חדש, אלא בייחודיותו הטכנולוגית והתפעולית שהופכת אותו לא רק לאמצעי תקיפה, אלא לכלי משנה תפיסת לחימה. בראש ובראשונה יש להצביע על טווח הפעולה המרשים של רחפני ה-FPV שמסוגלים לפעול בטווחים של עד 10 ק"מ, כאשר דגמים מתקדמים מגיעים אף ל-20 ק"מ. המשמעות הטקטית ברורה - פגיעה מדויקת במטרות בטווחים רחוקים, בלי לחשוף את המפעילים לסיכון ישיר. טווחים מעל 20 ק"מ הם נדירים, ובטווחים של 30-40 ק"מ אפשר לראות

מהפכת ה-FPV משנה עמוקות את לוחמת היבשה ואת יתר הממדים. אין מדובר באמל"ח חדש או בחפיץ (גאדג'ט) טכנולוגי בתפוצה רחבה, אלא במהפכה של ממש המשפיעה על טכניקות הלחימה, על אופן התארגנות הכוחות ועל ניהול הקרב הטקטי - עד כדי שינוי מהות התחבולה. הרחפן התוקף, הפשוט לכאורה, מאלץ את החשיבה הצבאית להתעדכן ולזנוח תפיסות עבר שהיו רלוונטיות לעידן המלחמה הקרה או למבצעי לוחמה נגד טרור (COIN), אך אינן מספקות עוד מענה לשדה הקרב הנוכחי.

כישלונה של אוקראינה בניסיון לבצע מתקפת נגד מערכתית בקיץ 2023, תוך הישענות על סד"כ ודוקטרינת נאט"ו ואמל"ח מערבי - הוא הוכחה חיה שמה שהיה נכון אתמול כבר אינו רלוונטי היום. נדמה כי גנרלים רבים בברית נאט"ו טרם הפנימו את עומק השינוי שעבר שדה הקרב - שאי אפשר להתעלם

גיא נ', עובד בחטיבת התקשוב והסייבר
באלביט מערכות



אלוף (מיל') ד"ר יעקב בנג'ו, בתפקידו
האחרון בצה"ל ר' אג"ת. מומחה בבניין כוח
ובהפעלת כוח



ולאחריו תקיפה והשמדה.

בשל כך המגן נאלץ לפזר את מערכיו על פני שטח נרחב, תוך הסתמכות משמעותית על עמדות דמה (או לא מאוישות) שהופכות למרכיב הכרחי בהונאת האויב ובשימור ההגנה. אין עוד "עמדות מפתח" חזקות ומוגנות - המרחב ההגנתי נעשה דליל ועמוק יותר. מן העבר השני גם התוקף משנה את גישתו: ההתקפות אינן עוד תמרונים עומק בריכוז סד"כ, אלא מבוצעות באמצעות "חיצים" מבוזרים דלי עוצמה למרחקים קצרים יחסית - צק"פ מוקטן ממון או קבוצות סער רגליות מחלקתיות. אלה פועלים בקצב איטי יחסית, תוך הישענות על סיוע רחפנים וארטילריה, שמחליפים את העוצמה המרוכזת בקרקע עם עוצמה אווירית מבוזרת ומתוזמנת. ריכוז האש מהתווך האווירי - ולא ריכוז הכוח - הופך להיות מנגנון ההכרעה המרכזי. תמרון קרבי מתקיים על פני שטח רחב יותר מבעבר, כאשר רק"ם מחויב להיות בתנועה תמידית - כל עצירה עלולה להוביל להשמדה מיידית. תהליך המעבר מכינוס להיערכות מבצעית מחייב ביזור, תוך דגש על עמדות בודדות עבור כל כלי רכב או כיתת לוחמים, במטרה למנוע תקיפות מרוכזות או איכון יעיל של האויב.

FPV מתאים לשורת משימות מבצעיות ממוקדות: תקיפת כלי רכב משוריינים, פגיעה מדויקת במבנים וביצורים (באמצעות חדירה לחלונות ופתחים קטנים) וסיכול מטרות אדם איכותיות כמו צלפים או מפעילי נ"ט, לעיתים עוד בשלב התנועה העורפית - עדות לעומק החדירה והאפקטיביות של הכלי

גם המערכים הלוגיסטיים משתנים מן הקצה אל הקצה. ריכוזי תחמושת, אתרי פינוי פצועים ונקודות הספקה - כולם מתרחקים מקו המגע, תוך הסתמכות על כוחות קטנים, מהירים וגמישים לשם העברת ציוד או חילוץ. החפ"קים הופכים למלכודות מוות בנות איכון. הפתרון: כניסה למרתפים, שימוש בתקשורת קווית או לוויינית והפחתה דרמטית של שידור אלקטרוני. רק כך אפשר להפעיל גורם פו"ש בלי להפוך יעד לאיתור ולהשמדה מיידית. למרות השינוי הדרמטי בכל רמות הכוח - רמת החטיבה ממשיכה לשמש כמוקד הקרב הטקטי. הקרב החטיבתי מתנהל על פני זמן ארוך יותר, בנוי ממגוון כוחות קטנים ומבוזרים ומשמר את יכולת התחבולה באמצעות ריכוז סיוע אש מדויק - רחפנים וארטילריה - כחלק ממערך משולב עם הכוח הקרקעי. תזמון, תמרון ואפקטיביות בסיוע האווירי הקרוב, הם מרכיבים חדשים בתורת הלחימה הקלסית.⁴

את הצבא הרוסי מפעיל מערך משולב של קבועי כנף, דוגמת אורלון (לסיור) ולאנסט (לתקיפה),² בתצורה של 3-5 מוקדי שליטה בחטיבה. יכולת זו מחזקת את היתרון שמעניק FPV הן לתקיפה הן לאיסוף מודיעין ברמת דיוק גבוהה.

בצד הדיוק, הרחפנים מצוידים במצלמות המאפשרות תצפית בזמן אמת על שדה הקרב והנחיה מדויקת לעבר המטרה. יכולת זו הופכת אותם לכלי קטלני במיוחד נגד מטרות קטנות וניידות. FPV מתאים לשורת משימות מבצעיות ממוקדות: תקיפת כלי רכב משוריינים, פגיעה מדויקת במבנים וביצורים (באמצעות חדירה לחלונות ופתחים קטנים) וסיכול מטרות אדם איכותיות כמו צלפים או מפעילי נ"ט, לעיתים עוד בשלב התנועה העורפית - עדות לעומק החדירה והאפקטיביות של הכלי.

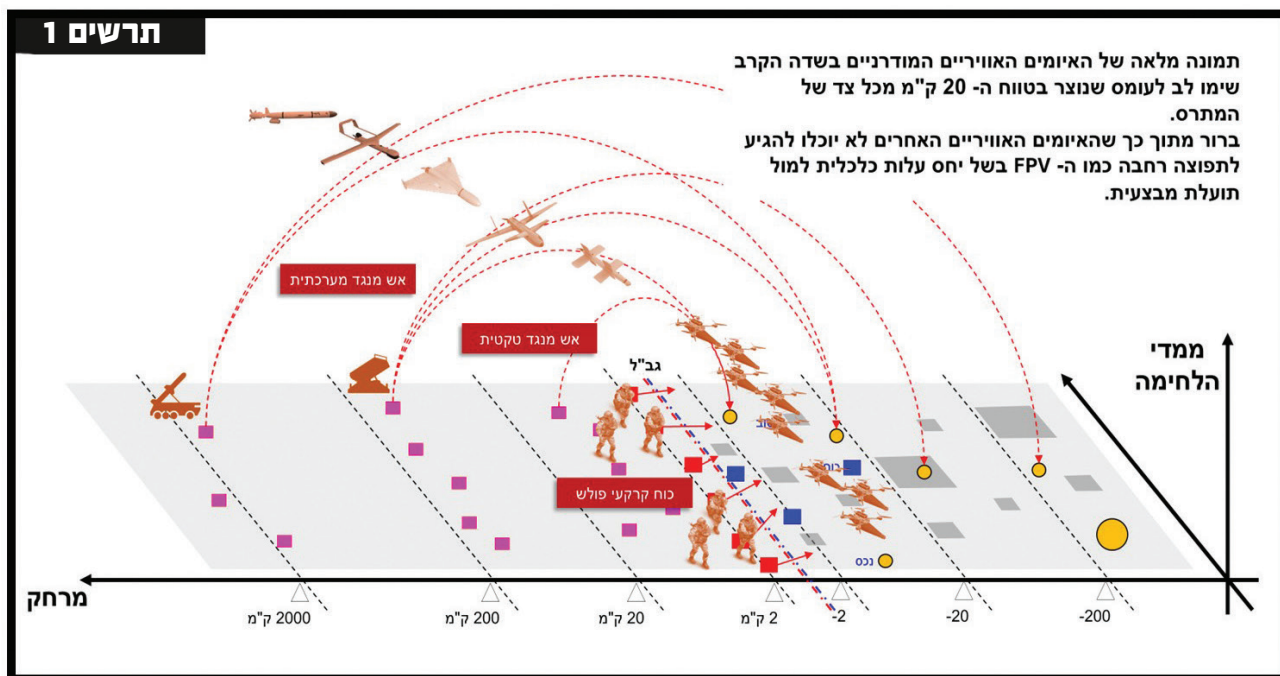
הרחפן מעניק יכולת סיוע קרוב לכוחות מסתערים ברמת קרבה ודיוק שכוחות האוויר והאש המסורתיים אינם יכולים להתחרות בה - תסריט שהוגדר בעבר בלתי אפשרי עקב מגבלות טווחי בטיחות. בה בעת, הרחפן מצטיין גם כנ"מ זול: יכולת הפלת רחפנים טקטיים קבועי כנף הפועלים למשימות איסוף, תוך שילוב בין דיוק וגובה טיסה נמוך.

בממד התמרון הרחפנים מפגינים עליונות מובהקת - ביכולתם לעקוף מכשולים ולשנות מסלול במהלך התנועה, בהתאם לתנאי השטח ולפעולות האויב. תמרון זה מאפשר גישה למרחבים לא שגורתיים, הפתעה טקטית ויכולת איגוף חדשה מהאוויר. מעבר לכך, הטווחים הארוכים מאפשרים ריכוז מסת רחפנים תוקפים מנקודות רבות בשטח, כאשר צוותים מבוזרים גיאוגרפית פועלים בו בזמן ליצירת ריכוז גיאוגרפי של אש בנקודת תקיפה ממוקדת - שילוב חדשני בין ביזור לשליטה ממוקדת. חסינותם ללוחמה אלקטרונית היא פן חשוב וחיוני בעידן המודרני, שהתאפשר בשל המעבר להפעלה מבוססת סיב אופטי. מהלך זה העניק להם יתרון מובהק: לא רק שהם חסינים ללוחמה אלקטרונית אלא שגם המפעילים זוכים לחסינות. אי אפשר לאכנס בעת הפעלה בסיב אופטי, מה שמקטין משמעותית את סיכויי השיבוש או הנטרול מהצד שכנגד.³

שינויים טקטיים בלחימה - קריסת הדוקטרינה הקלסית

ההתפתחות הדרמטית של רחפני ה-FPV והפיכתם לאמל"ח בעל תפוצה רחבה ויעילות גבוהה לא רק שיצרה אתגר טכנולוגי חדש, אלא הולידה שינויים עמוקים בשדה הקרב הטקטי ובטכניקות הלחימה של כוחות היבשה. הקרב הקלסי, המושתת על ריכוז סד"כ, מרכזי כובד ברורים ושימוש במסה כתנאי להצלחה - מתמוטט תחת עינו הפקוחה והקטלנית של הרחפן הזעיר. בראש ובראשונה נחשף שינוי יסודי: אי אפשר לרכז סד"כ פלוגתי ומעלה בלי להיחשף. למעשה, כל ניסיון לריכוז כוח מעל היקף של פלוגה מוקטנת, מוביל לגילוי מידי

תרשים 1



תיאום מלא עם כוחות קרקעיים ואוויריים. כל אלה מאפשרים פעולה מבצעית מדויקת, קטלנית ומהירה, עד כדי כך שמרחב קו המגע בעימות הפך ל"מכתש מוות" שבו לא ניתן לשהות בשטח פתוח יותר מרבע שעה. הגבול שבין לחימה ישירה לעומק הופך מעורפל - קווי החזית מתרחבים לעומק של 40 ק"מ ויותר, וכמעט שאין בו מטרות ניידות גלויות מכיוון שכל מטרה סטטית מושמדת במהירות. מרחב החזית התרוקן.

השלכות הגישה המערכתית אינן מסתיימות בציר ההתקפי - גם ההגנה הפכה לסוגיה מערכתית. מפקדים שניסו להתמודד עם מערך ה-FPV באמצעות ירי נרחב לעומק על אזורי ההפעלה של מפעילי הרחפנים הצליחו במידה מוגבלת בלבד. ככל שגדל טווח האמל"ח (45 ק"מ ויותר) התרוקנה האפקטיביות של אמצעים ישנים, והטקטיקות הקיימות הפכו לשאלות פתוחות. ההכרעה כבר אינה מושגת בכוח האש בלבד - היא תוצאה של ניהול מערכתי מדויק. לצד זאת התפתחו שינויים מהותיים בהתארגנות הכוח בשטח, שנועדו לתמוך בהפעלה היעילה של FPV. בקרב חטיבתי ממוצע נעשה שימוש בעשרות רחפנים ביום, וכמעט כל חטיבה מחזיקה יותר מעשרה צוותים ייעודיים - כאשר כ-90% מהם מוקדשים ל-FPV תוקף ו-10% לאיסוף. צוות רחפנים נעשה מרכיב קבוע בכל צק"ג, ולעיתים גם בצק"פ. כל צוות מורכב מצמד תפקודים - מאתר ותוקף - עם שליטה מרוכזת על ידי מ"פ, מג"ד או מח"ט, המפעילים את הרחפנים והארטילריה כחלק ממערך הסיוע הקרוב. היכולת לתזמן ולתאם את פעולת הרחפנים לצד הכוחות הקרקעיים הופכת למפתח מרכזי בהשגת הישגים טקטיים בשדה הקרב. התפתחות זו שינתה את כללי ההפעלה המסורתיים - הרחפן כבר אינו רק תומך בכוח, אלא מחליף לעיתים את מרכיבי האש המסורתיים, ובעיקר יוצר שכבת תקיפה נוספת הנעה בקצב שונה, מעל ובין הכוחות, תוך שהוא מספק גמישות מבצעית מהירה בעלות נמוכה.⁵

המהפכה כיכולת מערכתית - מתיאום טקטי לתפיסת לחימה כוללת

מה שהחל כאמל"ח חדשני בשימוש בלתי סדיר, הפך במערכה בין רוסיה ואוקראינה (2022-) למרכיב מרכזי בתפיסת הלחימה המודרנית - תהליך שהתרחש תוך פחות משנה. מהות השינוי טמונה במעבר מגישה טקטית מבוססת לתפיסה מבצעית מערכתית סדורה שבה הפעילו רחפני FPV באופן שיטתי, מתואם ומובנה כחלק בלתי נפרד ממערך הקרב. בליבת התפיסה עומדת חלוקה ברורה בין מאתרים - רחפנים קלים וזולים שנעים בחופשיות בעומק החזית ומאתרים מטרות, ובין ציידים - שמקבלים את המטרות, מדרגים אותן לפי סדרי עדיפות ומבצעים תקיפה מדויקת בהתאם. מדובר באבולוציה מבצעית: הרחפן חדל מלהיות אמצעי עזר נקודתי, והפך לכלי לחימה מערכתי המחייב ארגון, הפעלה, שליטה וסיוע מהדרג המטכ"לי ועד לרמת הכיתה.

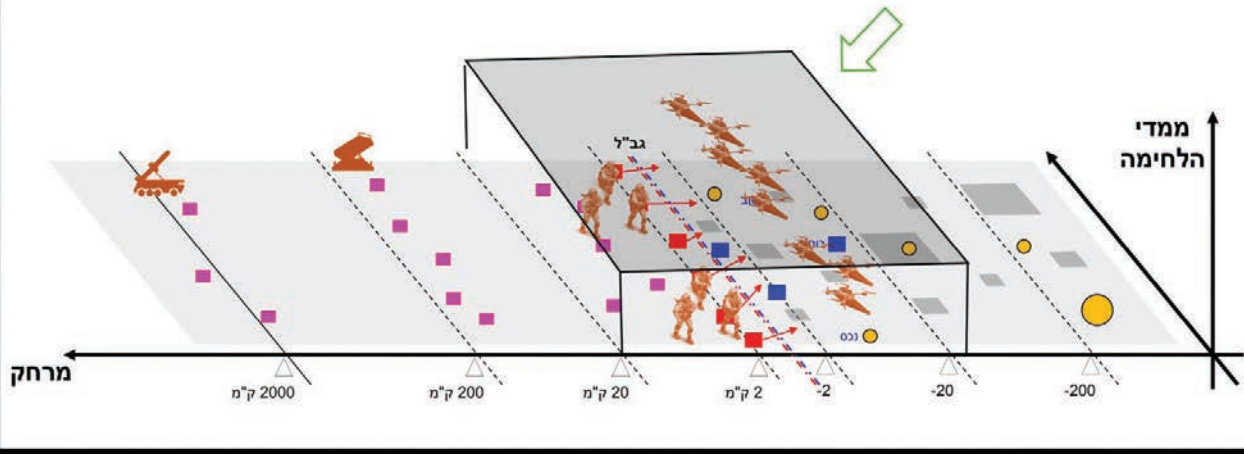
מה שהחל כאמל"ח חדשני בשימוש בלתי סדיר, הפך במערכה בין רוסיה ואוקראינה (2022-) למרכיב מרכזי בתפיסת הלחימה המודרנית - תהליך שהתרחש תוך פחות משנה. מהות השינוי טמונה במעבר מגישה טקטית מבוססת לתפיסה מבצעית מערכתית סדורה שבה הפעילו רחפני FPV באופן שיטתי, מתואם ומובנה כחלק בלתי נפרד ממערך הקרב

נתונים עדכניים מצביעים על ייצור של למעלה ממיליון כלים מבצעיים לכל אחד מהצדדים, שמספיקה לשנות את כללי המשחק. השילוב של FPV כחלק ממערך הלחימה הכולל בא לידי ביטוי ביכולות סיוע, איסוף, תקיפה ומודיעין - תוך

תרשים 2

הריבוע האפור נועד להמחיש את המרחב האווירי החדש (האם הוא 1500 מטר או 3000 מטר זוהי סוגיה שולית שצריכה להישאל ביחס ליכולות של הכוח האווירי ליצר עליונות אווירית לכוח היבשתי).

מיקוד במרחב הלחימה בעומק של 40 ק"מ. ברור מתוך כך שמושגים כמו עליונות אווירית הגנה אווירית אינם חונים יותר אך ורק בזרוע ובכוח האווירי אלא נחלתם ודרישתם של כוחות היבשה לעצמאות מוחלטת גם מבחינת יכולות התקפיות וגם מבחינת יכולות הגנתיות.



איסוף ותקיפה. והבשורה הגדולה: אפילו מערך הנ"ט, שהיה עמוד התווך של הגנה מול תמרון שריון - איבד מחשיבותו. FPV מציע תקיפה זולה, פשוטה, זמינה ובעיקר רב-כמותית. הקונספט של "מספרים גדולים מנצחים" חוזר לשדה הקרב, רק מהאוויר.

השלכות מהפכת ה-FPV אינן פוסחות גם על שאלת העליונות האווירית. חיל האוויר בתצורתו הנוכחית מתקשה להבטיח עליונות אווירית ברום הקרוב - כלומר באותו מרחב שבו פועל הכוח היבשתי. לא זו בלבד, אלא שגם חופש הפעולה האווירי של הכוח האווירי המאויש נפגע - עד כדי כך שכל מסוקי הקרב והתובלה נעלמו מקווי המגע מחשש ל-FPV.

השלכות מהפכת ה-FPV אינן פוסחות גם על שאלת העליונות האווירית. חיל האוויר בתצורתו הנוכחית מתקשה להבטיח עליונות אווירית ברום הקרוב - כלומר באותו מרחב שבו פועל הכוח היבשתי. לא זו בלבד, אלא שגם חופש הפעולה האווירי של הכוח האווירי המאויש נפגע - עד כדי כך שכל מסוקי הקרב והתובלה נעלמו מקווי המגע מחשש ל-FPV. בפועל, הכוחות הקרקעיים נדרשים "ללחום לבד" בזירה האווירית - תוקף ומגן כאחד נלחמים ברום הקרוב על שליטה נקודתית ואזורית, במנותק מהזרועות האחרות. זהו שינוי עמוק במבנה הלחימה המשולבת - מצב שבו האוויר כבר אינו מרחב בטוח, אלא מרחב קרב עצמאי.

לצד אלה עולה שאלה מרתקת - כיצד ייראה יחס אדם-מכונה בעידן ה-FPV? רחפנים מקושרים כיום לרוב באמצעות סיבים אופטיים, מה שמאפשר תקשורת חזקה, עמידות גבוהה בלוחמה אלקטרונית ובעיקר - פוטנציאל טכנולוגי אדיר. ניתן להעריך בביטחון שלא ירחק היום שבו מערכות AI ולמידת

המהפכה שמנפצת עלויות, תחליפים ואיזונים

ככל שהשימוש ברחפני FPV הולך ומתמסד לכדי מערך מבצעי סדור, עולות שאלות יסוד שטורדות את החשיבה הצבאית העולמית. אחת המרכזיות והמהדהדות ביותר נוגעת ליחס עלות-תועלת. רחפן FPV חמוש, לרוב תוצרת מדף או הרכבה חצי מאולתרת, עולה כ-500 דולר בלבד. גם אם נניח ששיעור הפגיעה האפקטיבי עומד על אחד מחמישה - הרי שעלות תקיפה אחת באמצעות רחפנים אינה חורגת מ-2,500 דולר. בהשוואה: טיל ג'אוולין עולה כ-78 אלף דולר, פגז 155 מ"מ פשוט עם מרעום - כ-3,000 דולר; טיל קורנט - 30 אלף דולר; וטיל הלפייר כ-150 אלף דולר.

אך השאלה אינה רק כלכלית. FPV מציב אתגר עומק בזהותו ובתפקודו כתחליף. ברחבי שדה הקרב באוקראינה, הוא הפך להיות אמל"ח מחליף כמעט אוניברסלי. בתחום סגירת המעגלים המודיעינית הוא תפס את מקומם של מל"טים טקטיים. לא בזכות איכותם הגבוהה, אלא עקב חסיונותם הגבוהה ותפוצתם הרחבה. בתחום התקיפה המדויקת החליף את מגוון אמצעי האש המסורתיים: טילי נ"ט, תותחים בכינון ישיר כולל תותחי טנקים ואף תותחי ארטילריה רגילים. למעשה, בכל מקום שבו דרושה פגיעה מדויקת - הפך לאופציה ראשונה ולא לגיבוי.

מעבר לכך, הוא כבש גם את הרובד המערכת: מערכי מסוקי הקרב, שבעבר היו נדבך הכרחי בלחימה משולבת, איבדו רלוונטיות כאשר מסוקים פשוט חדלו להופיע בקו החזית מחשש להשמדה מיידית על ידי FPV. גם מערך הצילום ארוך הטווח נשחק - רחפנים מסוגלים לנוע לעבר המטרה, לאשש אותה בשטח ולתקוף באותו ששן מבצעי - מה שמייתר את סגירת המעגל הקלסית. יתרה מכך, את מערך הכטמ"ם הטקטי שסובל ממחסור תמידי בכלים ומתקלות תקשורת, החליף בפועל FPV זול ויעיל. אין כמעט יחידה מבצעית - ארטילריה, שריון או חי"ר - שלא אימצה את הרחפן כ"יד שלישית": סיוע,



נחת אמריקני משגר כטב"ם במהלך תרגיל באוקראינה, יולי 2017. על צבא היבשה לאמץ הפעלה מערכתית של FPV כחלק בלתי נפרד מהתחבולה המבצעית, ולשלב בגמישות בתמרון. צילום: צבא ארצות הברית

מערכת. הדבר מביא לקטוע (פרגמנטציה) רעיוני, שבו כל זרוע בוחנת רק ממד אחד: האם מדובר ברחפן? בראש נפץ? באחריות חיל האוויר, היבשה, או המודיעין? מי אמור לתפעל ואיפה מכשירים? שאלות אלה המאפיינות שלב טרום-תפיסת, מובילות לעיכוב מבני בהבנת הפוטנציאל והשינוי הנדרש. זהו בדיוק אותו מצב שבו מצאו עצמם הצבאות בין שתי מלחמות העולם - עת הומצא הטנק, אך רק מתי מעט הצליחו לדמיין אותו כמכפיל כוח מערכתי ולא כאמצעי סיוע לחי"ר.

הנחת העבודה הסבירה בנוגע לאויב צריכה להיות כי יאמץ את תובנות הפעלת ה-FPV במלואן - מערך FPV אדום במיטבו. יש להאיץ את קצב ההתקדמות, לאמץ גישה טקטית ומערכתית להפעלת נשק זה ולהביא לכלל שורות הכוח בתפוצה רחבה ומבצעית

החסם התפיסתי המשמעותי ביותר הוא חוסר ההבנה של מה הכמות עושה. העובדה שרוסיה ואוקראינה מייצרות למעלה ממיליון FPV - ללא תלות בסין או במערב - נתפסת במסגרות קלסיות כמספר דמיוני. אולם ברגע שמפנימים את משמעות המסה - לדוגמה מתקפה מסונכרנת של 10,000 FPV לעומק של 10 ק"מ - אפשר להבין עד כמה מדובר בשינוי אופרטיבי ואסטרטגי עמוק. כל ניסיון להשוות זאת לנוק שמסוגלת לגרום מערכת נשק מסורתית ממחיש את הפער: אין כיום

מכונה ייכנסו לשירות מבצעי, ויאפשרו אופטימיזציה של מערך FPV שלם. במקום להפעיל כל רחפן ידני, יוקצו משימות ל"נחילים" בהתאם לטווחים, לחימושים, לחיישנים, לסוגי מטרות ולתנאי השטח. מהלך כזה יביא להפחתה דרמטית בכמות המפעילים הנדרשת, יוזיל עלויות הכשרה וישפר את קצב התגובה והדיוק של התקיפות - והכול ללא צורך במעורבות אנושית ישירה.

החשיבה הצבאית ביחס למהפכה: בין עיוורון תפיסתי להזדמנות אסטרטגית

למרות נתוני השטח הברורים, ניסויי הקרב המרובים והאפקטיביות יוצאת הדופן של רחפני FPV, החשיבה הצבאית ברוב צבאות העולם עדיין מפגרת אחר המציאות המבצעית. חסמים תפיסתיים משמעותיים מונעים את עיצובם של פתרונות הולמים, ומותירים את המערכים המבצעיים בעידן טרום-רחפנים בעוד שדה הקרב מתנהל כבר בליגה אחרת. בתחילת המלחמה באוקראינה נתפס רחפן תוקף כיכולת מוגבלת להשלכת מטען מגובה - שהובילה למענה לא רלוונטי בדמות סבכות ורשתות על רק"ם. עם זאת חסינותו של ה-FPV ללוחמה אלקטרונית והמעבר למתאר תקיפה אופקי - שקטלניותו גבוהה פי כמה - הפכו את הכלי לאיום שאי אפשר להתגונן מפניו באמצעים הקיימים.

מעבר לכך, צבאות - עקב מבנה בירוקרטי, היררכי ותחום אחריות נוקשה - מתקשים לתפוס את התופעה כשלם



רחפן FPV אוקראיני חמוש בחומר נפץ. צילום: ויקיפדיה

ובצד כחול נדרשת לא רק הפעלתו אלא גם פיתוח מקביל של טכנולוגיות הגנה יעילות בפני FPV אדום. נכון לעכשיו מחיר ההתקפה נמוך בהרבה ממחיר ההגנה, אך ההיסטוריה מלמדת שכאשר המגן מצליח לפתח מענה - הוא הופך לבעל יתרון התקפי.⁶

סיכום

לוחמת FPV משנה יסודית את כללי המשחק בשדה הקרב המודרני. היא מאפשרת פגיעה מדויקת ויעילה במטרות בטווחים ארוכים ובתנאי שטח מורכבים, תוך הפחתה ניכרת של הסיכון לחיי לוחמים ושילוב חלק במערך הלחימה הכולל. עוצמת האתגר שמציב אמל"ח זה אינה נובעת רק מטכנולוגיה מתקדמת או מעלות נמוכה - אלא מהיקף היישומים המבצעיים שאפשר להפיק ממנו בגישה מערכתית שלמה, הכוללת תיאום רב-זרועי, איסוף, תקיפה, שליטה ותמרון.

גם אם במבט ראשון מדובר בתופעה מערערת, הרי שלמעשה אלו בשורות טובות. מדובר בכניסת אמל"ח חדש, אפקטיבי ובעל חשיבות מערכתית - שמאפשר יתרון יחסי משמעותי למי שמאמץ אותו בזמן, משלב אותו בתחבולה וממנף אותו לכדי עליונות מבצעית. מנגד, עבור מי שאינו נערך בהתאם - המחיר עלול להיות כפול. מי שטרם פיתח מענה מלא לאיומים קיימים, כמו טילי נ"ט, ועל אחת כמה וכמה טרם נערך לאיום ה-FPV - ימצא עצמו בנחיתות חמורה מול צורך כפול של פתרון בעיות ישנות וחדשות בעת ובעונה אחת.

ההערות למאמר זה מתפרסמות בסוף הגיליון.

מענה יעיל ליכולת הזו, וצבא שלא ייערך מולה - יפסיד עוד לפני יריית הפתיחה.

המחשבה כי המהפכה תישאר כתופעה מתוחמת למלחמת רוסיה-אוקראינה שגויה מן היסוד, כפי שההיסטוריה מוכיחה פעם אחרי פעם. מפעלים שייצרו במהלך מלחמה ימשיכו לייצר במהלך שלום, וימכרו את מרכולתם האמל"חית, כמו גם התפיסות, לכל דורש. לכן ההבנה כי מהפכה זו כבר כעת בשלבי זליגה לתוך המזרח התיכון צריכה להטריד כל בר דעת.

משמעויות עבור צה"ל - בין דחיפות מבצעית להזדמנות אסטרטגית

בעת שבה רק רוסיה ואוקראינה הגיעו לתפוקה מלאה של מערך FPV מבצעי, וממשיכות גם כיום להעמיק ולהרחיב, ברור כי צה"ל נדרש לעשות קפיצה קדימה לא ברמת הניסוי או הפיילוט, אלא בקנה מידה מערכתי של ממש. הנחת העבודה הסבירה בנוגע לאויב צריכה להיות כי יאמץ את תובנות הפעלת ה-FPV במלואן - מערך FPV אדום במיטבו. יש להאיץ את קצב ההתקדמות, לאמץ גישה טקטית ומערכתית להפעלת נשק זה ולהביאו לכלל שורות הכוח בתפוצה רחבה ומבצעית. ההתנסות של צה"ל במלחמה האחרונה הבליטה היטב את הפערים - הרחפנים נכנסו לזירה המבצעית בשל דינמיקה של שטח ולא כחלק מתפיסה מגובשת, כאשר סוגיות תרבותיות ומאבקים בין-זרועיים עיכבו את הפעלתם. המלחמה, כידוע, אינה מתעניינת באגו מקצועי אלא רק בתוצאה.

העולם הצבאי כיום עוסק בשני מרחבים עיקריים הנוגעים ל-FPV, ושניהם רלוונטיים ישירות לצה"ל. המרחב הראשון הוא הקרב המשולב, שבמוקדו שאלת ההתארגנות והטכניקות של הפעלת הכוח הקרקעי. על צבא היבשה לאמץ הפעלה מערכתית של FPV כחלק בלתי נפרד מהתחבולה המבצעית, ולשלב בגמישות בתמרון. כל זאת תוך שמירה על עליונות אווירית ברום הקרוב, כלומר דאגה להגנה עצמית של הכוח המתמרן מפני FPV אדום כדי להבטיח לו חופש תנועה. המרחב השני הוא ההגנה האווירית, שכן FPV אינו עוד רקטה קצרה או איום סטנדרטי שצה"ל מורגל להדוף. מדובר באיום אופקי, בטווחים של 20 ק"מ, ביכולת תקיפה המונית - סכנה מהותית לעורף, המחייבת פתרונות אחרים לגמרי ברמה האמל"חית, הטקטית והמערכתית.

הדרך לפתרון אינה במענה נקודתי, אלא בהחדרה רחבת היקף של סוג מסוים של FPV לכלל יחידות צה"ל באופן שיבנה מסה קריטית, שממנה אפשר יהיה לגזור צורות מבצעיות חדשות ולהביא להסדרה מלאה של המערך. לצורך כך יש לפרוץ חסמים בירוקרטיים, בעיקר בצירי הבטיחות והש"ב, כדי לאפשר את השימוש באמל"ח זול ויעיל גם ליחידות הקצה. יש להעמיד קצין חיל ייעודי שירכוז את כלל ההיבטים המקצועיים של התחום. כמו כן יש להקים מנהלת אמל"ח ייעודית למערך ולכל מרחב הרום הקרוב לקרקע - בשונה מהחלוקה הנוכחית בין קצין ראשי לחיל התותחנים, קצין ראשי לחיל הגנת גבולות ואותו הדין לחיל האוויר ולאמ"ן - חלוקה שלא מאפשרת מיצוי יכולות. נוסף על כך יש צורך בהקמת מאמנים (סימולטורים) ייעודיים שיאפשרו אימון והכשרה איכותיים בזמן קצר, והתאמה של מערך האחזקה לתמיכה ברציפות הלחימה של המערך בשטח. כל זאת תחת ההנחה כי יוקם מערך ייצור המוני לספק את המסה הנדרשת. ה-FPV הוא נשק מהפכני,

- VIDEO, 26:32. POSTED BY "WALL STREET JOURNAL," FEBRUARY 16, 2024. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=P0CcM7dM7NI](https://www.youtube.com/watch?v=P0CcM7dM7NI); "INSIDE UKRAINE'S SURPRISING SUCCESS AGAINST RUSSIA'S MILITARY." YOUTUBE VIDEO, 12:48. POSTED BY "VOX," DECEMBER 21, 2022. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=l_8HH7iNQDE](https://www.youtube.com/watch?v=l_8HH7iNQDE); "RUSSIA'S WAR IN UKRAINE: EXPLAINING THE CONFLICT | START HERE." YOUTUBE VIDEO, 12:36. POSTED BY "AL JAZEERA ENGLISH," FEBRUARY 28, 2022. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=Xs8WA8LXJf8](https://www.youtube.com/watch?v=Xs8WA8LXJf8); "THE EVOLUTION OF WARFARE IN UKRAINE | FRONTLINE." YOUTUBE VIDEO, 26:23. POSTED BY "FRONTLINE PBS | OFFICIAL," FEBRUARY 13, 2024. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=DtSrjVb3E9U](https://www.youtube.com/watch?v=DtSrjVb3E9U); "WHY THE US MILITARY IS DEVELOPING THOUSANDS OF DRONES." YOUTUBE VIDEO, 11:15. POSTED BY "CNBC," OCTOBER 1, 2023. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=g730zKNITNY](https://www.youtube.com/watch?v=g730zKNITNY)
- 4 HORN, D., & HOHMAN, R.M. (2024, FEBRUARY 21). FULL SPEED AHEAD: INTEGRATING KINETIC DRONES INTO THE COMBINED-ARMS BATTALION. ASSOCIATION OF THE UNITED STATES ARMY; KOFMAN, M., & WATLING, J. (2024, FEBRUARY 22). TACTICAL DEVELOPMENTS DURING THE THIRD YEAR OF THE RUSSO-UKRAINIAN WAR. ROYAL UNITED SERVICES INSTITUTE
- 5 GIFFEN, D.M. (2024). THE AIR-GROUND LITTORAL AND GREAT POWER CONFLICT. ÆTHER: A JOURNAL OF STRATEGIC AIRPOWER & SPACEPOWER 3, NO. 3, PP. 53-66; GVENTER, C.W. (2023, DECEMBER 18). ARMY AVIATION AND DECISIVENESS IN THE AIR-GROUND LITTORAL. ASSOCIATION OF THE UNITED STATES ARMY
- 6 הדוגמה הקלסית לכך היא "מעיל הרוח" – שינה את מאזן הכוחות מול טילי נ"ט. כך גם במקרה זה – מי שיפתח ראשון את ההגנה היעילה נגד FPV – יחזיק בידיו את המפתח למערכה הבאה
- לוחמה ממונפת בינה מלאכותית (עמ' 32)**
- 1 "מכונה תבונית" הוא כינוי למכונה (כמו מערכת נשק או חימוש) בעלת בינה מלאכותית. "בינה מלאכותית" היא מערכת המסוגלת לפתור בצורה רציונלית בעיות מורכבות או לנקוט פעולות כדי להשיג את מטרותיה בנסיבות שונות שבהן היא נתקלת. ההגדרה מבוססת על EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL COMMITTEE ON TECHNOLOGY, "PREPARING FOR THE FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE", OCTOBER 2016, ACCESSED 5 FEBRUARY 2018. יש גם הגדרות אחרות, כמו כושר חשיבה או כושר ביטוי של מחשב או רובוט, הקרובות לאלה האנושיות. אמ"ץ-תוה"ד, המילון למונחי תורה צבאית (טיוטה פנימית), מטכ"ל-10, תש"ף-2020
- 2 ההגדרות מבוססות על. MATTIS, J. (2018, MAY). MINISTRY OF DEFENCE. HUMAN-MACHINE TEAMING, JOINT CONCEPT NOTE 1/18, P. 47
- PREWAR PLANNING AND THE OCCUPATION OF IRAQ. RAND CORPORATION, P. 18
- 21 מתחת לשר ההגנה האמריקני יש שרים נפרדים לזרוע האוויר, זרוע היבשה וזרוע הים. זרוע הנחתים כפופה לשר הימיה
- BARRY, B. (2020). BLOOD, METAL AND DUST: HOW VICTORY TURNED INTO DEFEAT IN AFGHANISTAN AND IRAQ. OSPREY, P. 119
- 22 DOBBINS, J., ET AL. (2003). AMERICA'S ROLE IN NATION BUILDING: FROM GERMANY TO IRAQ. RAND CORPORATION
- 23 BENSACHEL (2008), P. 43
- 24 IBID, P. 18; QUINLIVAN, J.T. (1995). FORCE REQUIREMENTS IN STABILITY OPERATIONS. PARAMETERS VOL 25, NO. 1, PP. 59-69
- 25 UN NEWS (2011, MARCH 17). SECURITY COUNCIL AUTHORISES "ALL NECESSARY MEASURES" TO PROTECT CIVILIANS IN LIBYA. [HTTPS://NEWS.UN.ORG/EN/STORY/2011/03/369382](https://news.un.org/en/story/2011/03/369382)
- 26 OBAMA, B. (2011 MARCH 21). LETTER FROM THE PRESIDENT TO THE SPEAKER OF THE HOUSE OF REPRESENTATIVES AND THE PRESIDENT PRO TEMPORE OF THE SENATE. [HTTP://C-SPAN.ORG/UPLOADEDFILES/CONTENT/DOCUMENTS/2011LIBYA.MILITARY.REL.PDF](http://c-span.org/uploadedfiles/content/documents/2011libya.military.rel.pdf)
- 27 OBAMA, B. (2011 MARCH 28). REMARKS BY THE PRESIDENT IN ADDRESS TO THE NATION ON LIBYA. (SPEECH, WASHINGTON D.C. [HTTPS://OBAMAWHITEHOUSE.ARCHIVES.GOV/THE-PRESS-OFFICE/2011/03/28/REMARKS-PRESIDENT-ADDRESS-NATION-LIBYA](https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2011/03/28/remarks-president-address-nation-libya)
- 28 CHIVVIS, C.S., & MARTINI, J. (2014). LIBYA AFTER QADDAFI: LESSONS AND IMPLICATIONS FOR THE FUTURE. RAND CORPORATION, P. IX
- 29 IBID, P. 4
- מהפכת ה-FPV ומשמעויותיה ללוחמת היבשה ויתר הממדים (עמ' 26)**
- 1 FIRST PERSON VIEW – כינוי לרחפן מתאבד זול
- 2 אורלון (ORLON) – כטב"ם סיור טקטי תוצרת רוסיה; לאנסט (LANCET) – משוטט מתאבד טקטי מאותה תוצרת
- 3 אלפי סרטונים ומאמרים רצים ברשת בנושא זה. בחרנו לצרף כאן את הסרטונים שממחישים מבחינתנו את הכתוב במאמר: "A-10 THUNDERBOLT II IN ACTION • HEAVY HITTING AIR POWER." YOUTUBE VIDEO, 8:11. POSTED BY "US MILITARY CHANNEL," MARCH 1, 2024. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=zBPdQXs8KLW](https://www.youtube.com/watch?v=zBPdQXs8KLW); "AUSA 2023 - ARMY MODERNIZATION AND FUTURE CAPABILITIES." YOUTUBE VIDEO, 1:23:24. POSTED BY "DEFENSE NOW," OCTOBER 10, 2023. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=69IQUcXmVBI](https://www.youtube.com/watch?v=69IQUcXmVBI); "HOW THE US MILITARY'S DRONE SWARMS WILL DOMINATE FUTURE WARS." YOUTUBE VIDEO, 8:08. POSTED BY "SANDBOXX," AUGUST 29, 2023. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=QWr75sNGRYW](https://www.youtube.com/watch?v=QWr75sNGRYW); "INSIDE UKRAINE'S DRONE WAR | WSJ DOCUMENTARY." YOUTUBE