



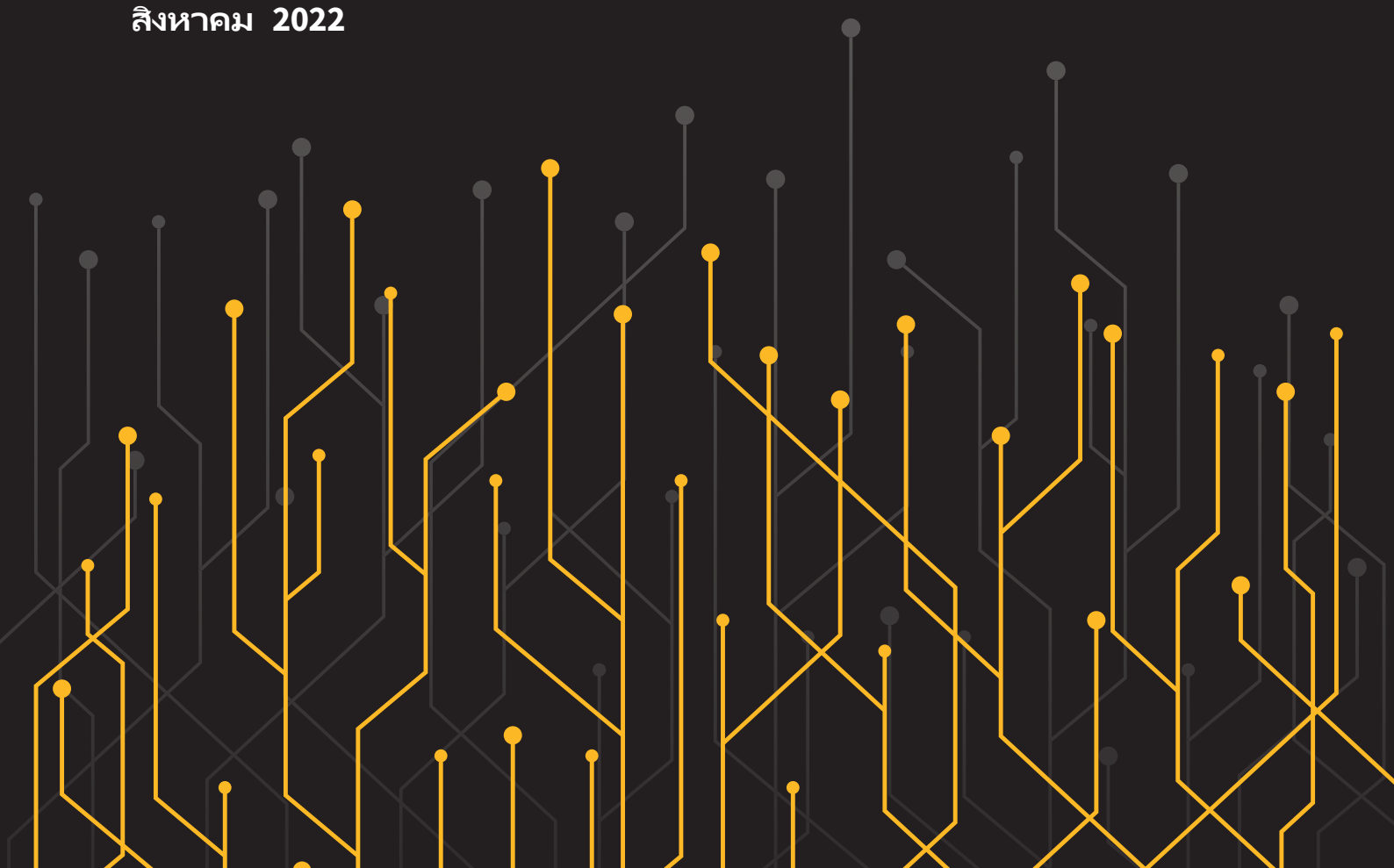
สายชูชีพซิลิคอน

อิเล็กทรอนิกส์ของทางตะวันตก เป็นแก่น
สำคัญในสงครามของรัสเซีย



เจมส์ เบอห์น (JAMES BYRNE), แกรี ซัมเมอร์วิลล์ (GARY SOMERVILLE),
โจ เบอห์น (JOE BYRNE), แจ็ค วอทลิง (JACK WATLING), นิค เรย์โนลด์ส์
(NICK REYNOLDS) และเจน เบกเคอร์ (JANE BAKER)

สิงหาคม 2022



สายซัพพลายเชน: อิเล็กทรอนิกส์ของทางตะวันตก เป็นแก่นสำคัญในสงครามของรัสเซีย

คำจำกัดความรับผิดชอบ (คำออกตัว)

เอกสารฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นโดยอูเอสไอ (RUSI) มีเอกสารฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นโดยอูเอสไอ (RUSI) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ข้อมูลเท่านั้น (จุดประสงค์ที่อนุญาต - 'Permitted Purpose') ถึงแม้ว่าอูเอสไอได้ใช้ความระมัดระวังเพื่อความมั่นใจในเนื้อหาในรายงาน (ข้อมูล) ว่าถูกต้อง ข้อมูลนี้เบื้องต้นได้มาจากการสำรวจภาคสนามในยูเครนและแหล่งข่าวที่เปิดเผย อูเอสไอไม่ได้แสดงความคิดเห็นหรือรับประกันใดๆ เกี่ยวกับข้อมูลนี้

คุณไม่สมควรนำข้อมูลนี้ไปใช้หรือเผยแพร่หรืออาศัยใช้ข้อมูลนี้ที่นอกจากจุดประสงค์ที่อนุญาต ถ้าคุณอาศัยใช้ข้อมูลนี้ก็จะมีความเสี่ยงของคุณโดยแท้ ถ้าคุณตั้งใจจะใช้ข้อมูลนี้เพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น (รวมไปถึงการใช้ข้อมูลโดยไม่มีการจำกัด เริ่มชบวนการทางกฎหมาย ทำขั้นตอนหรือไม่ทำตามขั้นตอนหรือไม่ก็ตามดำเนินการกับบุคคลหรือหน่วยงานที่ระบุชื่อ) คุณจะต้องการค้นหาว่าแบบอิสระของคุณเองและใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ตามเท่าที่กฎหมายอนุญาตอูเอสไอจะไม่รับผิดชอบต่อความสูญเสียหรือความเสียหายไม่ว่าแบบใดๆทั้งนั้น ทั้งสิ่งที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าและที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า(รวมไปถึงความไม่มีการจำกัด และการหมิ่นประมาท)ซึ่งเกิดจากหรือเกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลหรือฝ่ายที่สามได้ใช้หรืออาศัยใช้ข้อมูลใดๆนี้ การเอ่ยถึงอูเอสไอรวมไปถึงคณะกรรมการและพนักงานของอูเอสไอด้วย

สำหรับรายงานฉบับนี้คณะผู้เขียนได้ประมวลชื่อบริษัท ชื่อหน่วยงานและชื่อรายบุคคลที่บันทึกไว้เป็นภาษารัสเซียและภาษาจีน ในบางกรณีก็ต่อแปลหรือทับศัพท์พวกชื่อของบริษัท หน่วยงานและรายบุคคล ได้ใช้ความพยายามอย่างที่สุดเพื่อให้แน่ใจถึงความถูกต้องในการแปลและการทับศัพท์ คณะผู้เขียนไม่รับผิดชอบในข้อผิดพลาดที่ไม่เจตนาใดๆในด้านนี้

คณะผู้เขียนได้ใช้แหล่งข้อมูลที่เปิดเผยในการประมวลชุดข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับส่วนประกอบไม่ใคร่ อิเล็กทรอนิกส์ พร้อมด้วยหมายเลขลำดับ (serial numbers) ได้ตรวจสอบความเป็นของแท้ และระบุผู้ผลิตของพวกนี้แต่ละชิ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีอีกจำนวนมากที่ไม่สามารถระบุได้ในเอกสารของผู้ผลิตหรือของผู้ขายที่เป็นฝ่ายที่สาม ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะว่าได้ยุติการผลิตของพวกนั้นแล้ว นอกเหนือจากนั้นแล้วก็ยังมีหลายส่วนประกอบที่มีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะช่วยระบุได้อย่างถูกต้อง

การระบุรายบุคคล บริษัทต่างๆ และรัฐบาลในรายงานนี้

จุดประสงค์ของรายงานนี้คือจะอธิบายและแสดงให้เห็นว่าทหารรัสเซียได้พึ่งพาเทคโนโลยีของทางตะวันตกอย่างไร เพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ ในรายงานนี้จะระบุรายบุคคลและบริษัทรวมถึงรัฐบาลจำนวนหนึ่งซึ่งคิดว่ามีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบและผลิตส่วนประกอบที่ทางทหารรัสเซียได้จัดหาไปใช้กับอาวุธยุทโธปกรณ์ทางทหาร เพื่อป้องกันข้อกังขา อูเอสไอ (RUSI) ไม่ได้ใส่ข้อกล่าวหาใดๆว่าได้มีการกระทำผิดในส่วนของการบุคคล/บริษัท/รัฐบาลเหล่านี้ อูเอสไอไม่ได้แสดงให้เห็นหรือยืนยัน

ว่ารายบุคคล/บริษัท/รัฐบาลเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมใดๆที่หลีกเลี่ยงการคว่ำบาตร หรือได้เกี่ยวข้องกับทางตรงและทางอ้อมในการจัดหาให้ทหารรัสเซีย/หรือลูกค้าทหารรัสเซีย ซึ่งเป็นการละเมิดกฎหมายหรือกฎของนานาชาติ(หรือภายในประเทศของตัวเอง) ที่ใช้ควบคุมหรือห้ามการกระทำแบบนี้ นอกเสียจากว่าได้รับไว้อย่างชัดเจนในรายงานนี้

วิธีการ

สำหรับรายงานนี้ แผนกข่าวกรองจากแหล่งที่เปิดเผยและการวิเคราะห์ (Open Source Intelligence and Analysis - OSIA) ของอูเอสไอ (RUSI) และแผนกวิทยาศาสตร์การทหารได้ใช้ชุดข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับส่วนประกอบและไม่มีใคร อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากการแยกชิ้นส่วนของอาวุธรัสเซีย ทั้งพวกที่ยึดมาได้และพวกที่ได้ถูกใช้ไปแล้วในยูเครนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2022 การรวบรวมการประเมินตามหลักวิชาการพวกนี้ ได้เก็บไว้เป็นฐานข้อมูล ได้ไว้ใช้ในการสร้างมาตรฐาน และได้จัดเป็นหมวดหมู่เพื่อจะช่วยในการวิเคราะห์ต่อไป อูเอสไอได้ตรวจสอบของจริงจากตัวอย่างที่สำคัญของระบบอาวุธและแพลตฟอร์มต่างๆ ในช่วงที่สำรวจภาคสนาม และได้ยืนยันความเป็นของแท้และถูกต้องของข้อมูล และได้นำไปเปรียบเทียบกับคำบรรยายลักษณะของผลิตภัณฑ์และหมายเลขลำดับ (Serial Numbers) ที่ผู้ผลิตต่างๆได้ตีพิมพ์ไว้ สิ่งที่น่าสนใจก็คือตลาดมืดและตลาดสีเทาสำหรับส่วนประกอบเทียบมั้นนั้นเป็นปัญหาโลก มันเป็นเรื่องยากที่จะพยายามให้มีความร่วมมืออย่างไม่ให้รำไหลด จากหลักฐานที่ได้ประเมินไว้แล้วและดูจากประวัติอันยาวนานของไซเบเรียต และความพยายามของฝ่ายทหารรัสเซียที่มุ่งเป้าหมายในการจัดหาของจากพวกบริษัทเทคโนโลยีและไม่มีใครอิเล็กทรอนิกส์ชั้นนำของโลก

ทางคณะวิจัยได้ทำการปฏิบัติตามสมมติฐานว่าส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นของแท้ จากที่รัฐบาลรัสเซียได้มีการประเมินการภายในซึ่งคณะผู้เขียนก็ได้เห็น การประเมินนั้นจะเน้นถึงความจำเป็นที่จะต้องอาศัยผู้ผลิตต่างชาติจำนวนหนึ่ง ยิ่งทำให้มีความมั่นใจมากขึ้นว่าส่วนประกอบที่เห็นในอาวุธรัสเซียเป็นของแท้ การทำพินิจวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยเฉพาะการวิเคราะห์รังสีเอ็กซ์ (X-ray) ในอนาคตก็จะช่วยพิสูจน์ความเป็นของแท้ของส่วนประกอบที่พบในแพลตฟอร์มต่างๆ แต่ว่าการที่ยังมีการสู้รบในยูเครนก็จะทำให้การทำงานเพิ่มเติมลำบาก การเอาข้อมูลนี้ไปใช้ร่วมกับแหล่งข้อมูลอื่นที่หลากหลาย เช่นข้อมูลการขนส่งสินค้า ค่าแจ้งการนำสินค้าเข้าและส่งออก และบันทึกของบริษัทเป็นภาษารัสเซีย จะช่วยในความพยายามที่จะเข้าใจให้มากขึ้นถึงเครือข่ายการจัดหาของประเทศ ในขณะที่เราให้อาวุธเหล่านี้ตามสภาพแวดล้อมทางยุทธวิธีและทางการปฏิบัติการและทางยุทธศาสตร์

ประกาศคุณูปการ

ทางอูเอสไอขอขอบพระคุณหลายบุคคลและหลายผู้ร่วมงานที่ช่วยในรายงานนี้ รวมไปถึงโปรเฟสเซอร์ปีเตอร์ โรเบิร์ตส์ (Professor Peter Roberts) และ ดอกเตอร์มาร์คัส ชิลเลอร์ (Dr Markus Schiller) ดอกเตอร์แดนเนล ซอลส์บิวรี (Dr Daniel Salisbury) และซอน คอร์เบตต์ (Sean Corbett) CB MBE อูเอสไอขอขอบพระคุณอัลทานา เทคโนโลยีที่ให้เราใช้ฐานข้อมูล อัลทานา แอทลาส (Altana Atlas) ซึ่ง

เบอร์น, ซัมเมอร์วิลล์, เบอร์น, วอทลิง, เรย์โนลด์ส และเบคเกอร์

ช่วยให้เราเข้าใจวิธีการเคลื่อนย้ายสินค้าที่เป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) และไมโครอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบการค้าระหว่างประเทศไปยังทหารรัสเซียซึ่งเป็นลูกค้าปลายทาง

ต้องว่าบริษัทกัมสติกส์ (GUMSTIX) ที่ตั้งอยู่อเมริกาว่า ตั้งอยู่เยอรมัน ตอนนี้ได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วและปรับตัวเลขที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้อง ทางคณะผู้เขียนและรูชชอภักย์ที่อาจจะทำให้เกิดการสืบสวน การเปลี่ยนแปลงแก้ไขอันนี้ไม่ได้มีผลกระทบต่อกระบวนการวิเคราะห์และข้อสรุปในรายงานนี้



ลิขสิทธิ์

© Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, 2022



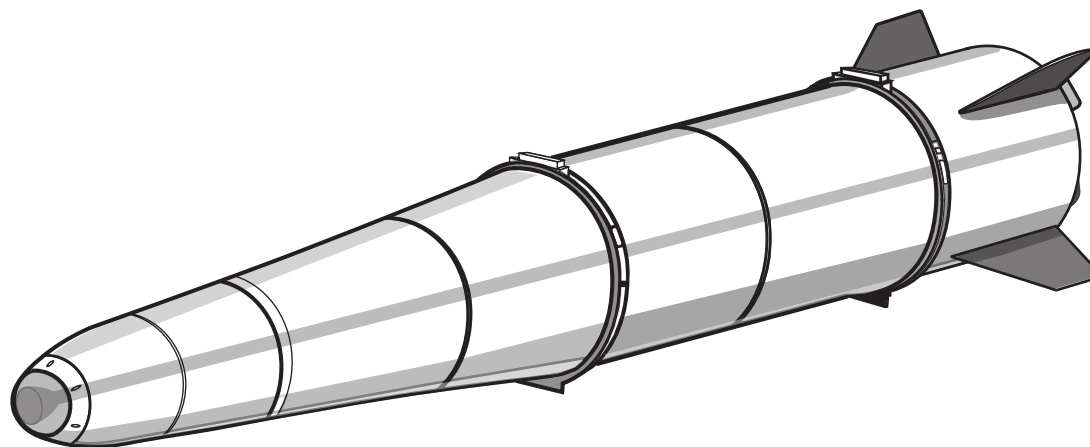
งานชิ้นนี้ใช้ใบอนุญาต a Creative Commons Attribution - Non-Commercial - No-Derivatives 4.0 International Licence. For more information, see <<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>>

ประกาศแก้ไข 8 สิงหาคม 2022

โปรดทราบ รายงานฉบับก่อนหน้า นี้ ได้ระบุอย่างไม่ถูก

คณะผู้เขียน

- เจมส์ เบอร์น (James Byrne) เป็นผู้อำนวยการหน่วยข่าวกรองจากแหล่งที่เปิดเผยและการวิเคราะห์ (Open Source Intelligence and Analysis (OSIA)) ที่ รูชช (RUSI)
- แกรี ซัมเมอร์วิลล์ (Gary Somerville) เป็นนักวิจัย ใน OSIA ที่ รูชช (RUSI)
- โจเซฟ เบอร์น (Joseph Byrne) เป็นนักวิจัย ใน OSIA ที่ รูชช (RUSI)
- แจ็ค วอทลิง (Jack Watling) เป็นนักวิจัยอาวุโส ให้แลนดวอร์แฟร์ (Land Warfare) ที่ รูชช (RUSI)
- นิค เรย์โนลด์ส (Nick Reynolds) เป็นนักวิเคราะห์การวิจัย ให้แลนดวอร์แฟร์ (Land Warfare) ที่ รูชช (RUSI)
- เจน เบคเกอร์ (Jane Baker) เป็นที่ปรึกษาอิสระ



An outline of an Iskander missile. Source: RUSI.

บทสรุป

การที่รัสเซียบุกยูเครนเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2022 ไม่ได้เป็นไปตามแผนการที่วางไว้ เริ่มบุกครูดด้วยความหวังว่าจะเข้าครองเมืองต่างๆอย่างเฉียบพลัน แต่มันกลายเป็นการต่อสู้ที่สูญเสียอย่างหนัก ซึ่งได้ทำให้ทหารรัสเซียเสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว ในรายงานนี้จะมีการตรวจสอบส่วนประกอบและการทำงานของ 27 ระบบทางทหารที่ทันสมัยที่สุดของรัสเซีย รวมไปถึงขีปนาวุธนำวิถีและระบบการสื่อสารและความซับซ้อนของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ สรุปได้ว่าการเสื่อมสมรรถภาพทางทหารของรัสเซีย**สามารถทำให้เป็นแบบนี้ได้อย่างถาวร** ถ้ามีการบังคับใช้นโยบายที่เหมาะสม

จากการตรวจสอบทางกลไกของเครื่องมือทางทหารรัสเซียที่ยึดไว้หรือที่ใช้อยู่ยูเครน รายงานนี้สรุปให้เห็นว่าขนาดของโครงการการปรับปรุงทางทหารรัสเซีย ซึ่งเป็นเวลาสิบๆปีและมีมูลค่าหลายพันล้านดอลลาร์ ที่ต้องอาศัยใช้ไมโครอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่ผลิตที่สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลีใต้ สวิสเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส และเยอรมนี ในการที่จะได้รับอนุญาตให้ใช้ส่วนประกอบของเครื่องมือทางทหารจากต่างประเทศได้ บริษัทรัสเซียจะต้องแสดงให้กระทรวงกลาโหมรัสเซียเห็นว่า**ไม่มีอะไรภายในประเทศจะใช้ทดแทนกันได้แล้ว**

ทางรัสเซียได้ค้นพบอย่างน้อย 450 ชนิดของส่วนประกอบแบบต่างๆที่มีเอกลักษณ์ว่าทำในต่างประเทศจากทั่วทั้ง 27 ระบบ ส่วนใหญ่จะผลิตจากบริษัทสหรัฐอเมริกาที่มีชื่อเสียงยาวนานเรื่องออกแบบและสร้างไมโครอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนให้ทางทหารสหรัฐอเมริกา ในจำนวนนั้นอย่างน้อย 80 ชนิดของส่วนประกอบแบบต่างๆได้รับการควบคุมโดยสหรัฐอเมริกา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วงสิบๆปีที่ผ่านมากลุ่มอุตสาหกรรมทางทหารของรัสเซียสามารถหลีกเลี่ยงการควบคุมพวกนี้ได้สำเร็จ ในรายงานนี้ให้ตัวอย่างอย่างละเอียดถึงการโจรกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สมัยสหพันธรัฐโซเวียตจนกระทั่งได้เริ่มบุกยูเครนอีกในปี 2022

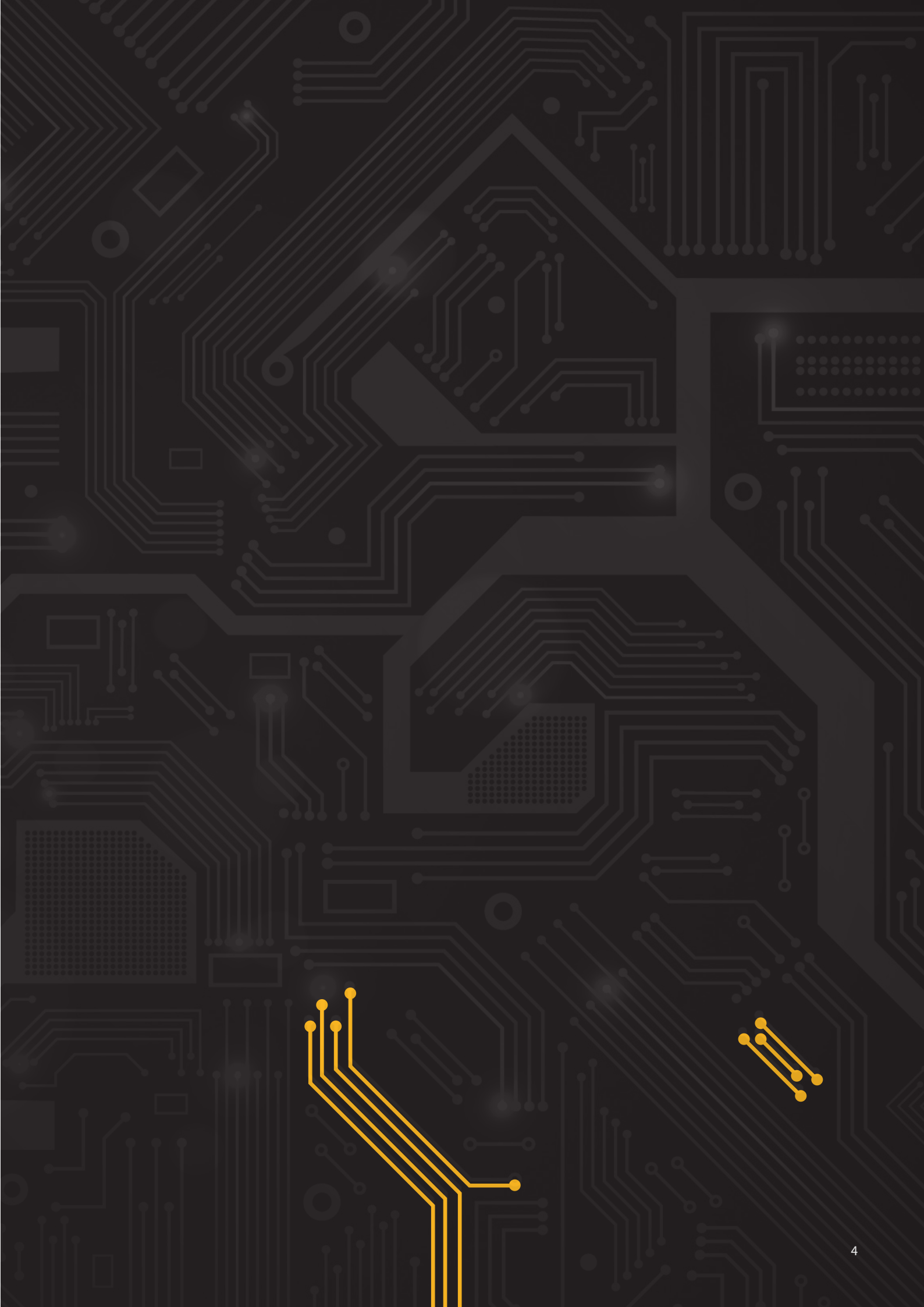
รัสเซียได้สูญเสียเครื่องมือทางทหารจำนวนมาก และคลังสรรพาวุธได้ลดลงอย่างมากในด้านขีปนาวุธนำวิถี (cruise missiles) และขีปนาวุธร่อน (ballistic missiles) หลังจากที่มีมาตรการคว่ำบาตรใหม่และได้ควบคุมการส่งออกอย่างเหนียวแน่น ทางรัฐบาลรัสเซียพยายามแก้ปัญหาที่ถูกตัดขาดจากส่วนประกอบที่จำเป็นโดย**การทดแทนการนำเข้า** การทำแบบนี้ต่อมาจะเห็นว่าใช้ไม่ได้ผล ดังนั้นตอนนี้รัสเซียต้องออกแบบอาวุธใหม่ซึ่งน่าจะมีสมรรถภาพต่อยลงหรือ**ทำการหลีกเลี่ยงมาตรการคว่ำบาตร**เลย ซึ่งกลายเป็นเรื่องจำเป็นเร่งด่วนสำหรับหน่วยงานข่าวกรองต่างๆ (special services) ของประเทศ

จากผลวิเคราะห์ของรัสเซียได้ชี้ให้เห็นว่าศูนย์กลางการถ่ายเทสินค้าในประเทศที่สามและเครือข่ายลับซึ่งจัดการโดยหน่วยงานข่าวกรองของรัสเซียกำลังหาทางสร้างเส้นทางใหม่เพื่อที่จะเข้าถึงไมโครอิเล็กทรอนิกส์จากตะวันตกให้ได้ รัสเซียมีเครือข่ายหลากหลายมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว เพื่อที่จะจัดหาสินค้าอย่างผิดกฎหมายในยุโรปและอเมริกาเหนือ โดยใช้บริษัทต่างๆ บังหน้า ใช้ใบอนุญาตสำหรับผู้ใช้ปลายทางที่ทุจริต และได้ใช้วิธีการที่เคยใช้ได้ผลที่เริ่มทำมาตั้งแต่ก่อนหน้านั้นในสมัยโซเวียต รัสเซียอาศัยพวกผู้จัดจำหน่ายไมโครอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ตามศูนย์กลางการถ่ายเทสินค้า เช่นฮ่องกง ซึ่งได้เคลื่อนย้ายปริมาณสินค้าเข้าประเทศมาตลอดในปีหลังๆนี้

ถ้าจะให้รัสเซียถูกตัดขาดจากสายซัพพลายซัพพลาย คณะรัฐบาลต่างๆจำเป็นมากที่จะต้อง

- ทบทวนและ**เข้มงวดกับมาตรการควบคุมสินค้าออกที่มีอยู่แล้ว**ในประเทศและเขตอำนาจศาลของตัวเอง
- **ให้ความร่วมมือกับนานาชาติ**ในการหาตัวและปิดเครือข่ายลับจัดหาของของรัสเซีย
- **ป้องกัน**ไม่ให้ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวกับความลับของทางการ**ผลิตโดยใช้ใบอนุญาต**ในประเทศที่สนับสนุนรัสเซีย
- ชัดขวางไม่ให้พวกประเทศที่สามและเขตอำนาจศาล**อำนวยความสะดวกในเรื่องการส่งออกหรือถ่ายเทสินค้า**ที่อยู่ภายใต้การควบคุมไปรัสเซีย

รัสเซียรีบเร่งการจัดหาของที่ทำได้เป็นจำนวนมาก ก่อนที่ปิดขาย ตอนนี้เป็นเวลาที่จะต้องปฏิบัติแล้ว



คำนำ

‘ใช่แล้วแน่นอน เราไม่สามารถทำได้ทุกอย่างในช่วงปีที่ผ่านๆมาในด้านทดแทนการนำเข้า ... แต่นี่ก็ไม่มีอะไรน่ากลัว: ในด้านสำคัญๆ ซึ่งได้รับประกันอำนาจอธิปไตยของเรา เราได้ทำในสิ่งที่จำเป็นแล้ว’¹

ในภาพซึ่งมีวิวกว้างของเมืองหนึ่งในยูเครน ศูนย์สี่เหลี่ยมที่เด่นของ Orlan-10 UAV อยู่ตรงกลางจอ UAV เป็นลาดตระเวนของรัสเซีย ได้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการโจมตีด้วยปืนใหญ่ คนคุม(กล้อง)ได้ซูมเข้า แล้วจะเห็นรถบรรทุกประเภทต่างๆและเจ้าหน้าที่ของยูเครนอยู่ล้อมรอบพวกรถบรรทุก

กล้องวิดีโอนี้ผลิตโดยโซนี่ (Sony) และตั้งบนมอเตอร์เข็มทิศผลิตโดย Hextronik ตั้งอยู่ที่สหรัฐอเมริกา มันซูมเข้าได้อย่างนุ่มนวลเพื่อให้เห็นเป้าหมายให้แน่ชัด ระบบการควบคุมการบินของ Orlan-10 ได้ประกอบเครื่องไว้ตรงเหนือเป้าหมาย ระบบนี้ได้ใช้ STM32F103VC microcontroller จากบริษัทสตีลเซอร์แลนดส์ชื่อ STMicroelectronics เครื่อง UAV ใช้

เครื่องยนต์จากบริษัทญี่ปุ่นชื่อ Saito Seisakusho เอามารวมกันทำให้เป็นเครื่องบิน Orlan-10 ที่เชื่อถือได้ โดยมีระยะปฏิบัติการได้ถึง 120 กิโลเมตร ชิปนำทางของมันคือโมดูล u-blox Neo-M8 GNSS ได้เห็นใน Orlan-10 ครั้งแรกเมื่อปี 2018.² การส่งระยะพิภักของ UAV-10 ให้กับคนควบคุมของมันอาจจะผ่านเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุที่ว่องไวซึ่งผลิตโดย Analog Devices พอได้มีการยืนยันทางสายตาแล้ว คนควบคุม Orlan-10 จะคำนวณระยะพิภักของเป้าหมาย เพื่อที่จะให้ข้อมูลตำแหน่งที่แม่นยำให้แก่กองบัญชาการที่รับผิดชอบเรื่องควบคุมการยิง พอได้ระยะพิภักแล้วก็ส่งข้อมูลเป้าหมายให้คนควบคุมเครื่องสื่อสารทางวิทยุ ซึ่งจะเป็นผู้สื่อสารผ่านเครื่องสื่อสารทางวิทยุ VHF R-168 Akveduk เพื่อจัดตั้งโซ่ส่งสารให้แก่ระบบพื้นฐานในการส่งสารและควบคุมของกองพลทหารใหญ่

Sarapul Radio Plant³ สร้าง R-168 Akveduk ซึ่งมีส่วนประกอบมากกว่า 12 ชิ้น ที่ผลิตโดยบริษัทจากตะวันออก

1 Izvestiya, ‘Vystuplenie Vladimira Putina na Jevrazijskom ekonomicheskom forume’ [‘Address of Vladimir Putin at the Eurasian Economic Forum’], 26 May 2022, <<https://iz.ru/1340365/video/vystuplenie-vladimira-putina-na-evraziiskomekonomicheskom-forume>>, accessed 18 July 2022. [Author translation from Russian: ‘Da, konechno, ne vse udalos’ sdelat’ za predyduschie gody v oblasti importzamesheniya...No eto nichego zdes’ strashnogo net: po klyuchevym napravleniyam, kotorye obespechivayut nash suverenitet, my sdelali samoe neobhodimoe’]. These remarks were made during an address to the Eurasian Economic Forum addressing efforts by Russian industry to adapt to Western sanctions. In this context the word ‘sovereignty’ likely refers to Russian economic independence, rather than territorial sovereignty.

2 Inform Napalm, ‘Russian Drone Orlan-10 Consists of Parts Produced in the USA and Other Countries – Photo Evidence’, 2 June 2018, <<https://informnapalm.org/en/russian-drone-orlan-10-consists-of-parts-produced-in-the-usa-and-other-countries-photo-evidence/>>, accessed 18 July 2022.

3 Army Guide, ‘SARAPUL RADIOPLANT OJSC’, <<http://www.army-guide.com/eng/firm1087.html>>, accessed 18 July 2022.

สายซูชีพซิลิคอน: อิเล็กทรอนิกส์ของทางตะวันตก เป็นแก่นสำคัญในสงครามของรัสเซีย

(computing unit mid-flight) ของจรวดเพื่อจะให้ได้ผลร้ายแรง ในตัวอย่างที่กล่าวถึง ผู้ควบคุม Orlan-10 ได้เห็นผลลัพธ์บนจอ เห็นไฟไหม้รถบรรทุกอย่างน้อยสองคัน และเจ้าหน้าที่ยูเครนหลายคนได้ถูกฆ่า

ในสถานการณ์ต่างๆแห่งโลกความเป็นจริงของโซ่สังหารสมมติซึ่งรัสเซียได้ทำจำลองขึ้น ได้ทำซ้ำกันเป็นร้อย ๆ ครั้งถ้าไม่ใช่เป็นพัน ๆ ครั้ง ได้ทำซ้ำในสถานการณ์ต่างๆกันตั้งแต่รัสเซียบุกยูเครน ปี 2014 และ 2022 รวมไปถึงตอนที่รัสเซียเข้าไปแทรกที่ซีเรียปี 2015 กรรมวิธีแบบนี้จะเป็นไปไม่ได้ถ้าไม่มีส่วนประกอบและอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นจากตะวันตก

ระบบต่างๆที่ได้บรรยายเบื้องต้นไม่ใช่มีแค่นั้นในขบวนการนี้สำหรับระบบอาวุธรัสเซียและแพลตฟอร์มทางทหารจะมีส่วนประกอบและอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆที่มาจากประเทศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความสำคัญมากในการทำงาน เริ่มตั้งแต่ระบบจรวด จนถึงขีปนาวุธและเครื่องส่งสัญญาณวิทยุหรือวิธีจนถึงแพลตฟอร์มสงครามอิเล็กทรอนิกส์ บ่อยครั้งที่เครื่องกลไกสงครามของเครมลิน (Kremlin) ต้องอาศัยส่วนประกอบที่ได้มาจากต่างประเทศ

ในรายงานนี้จะมีการวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่ครอบคลุมมากที่สุดเกี่ยวกับส่วนประกอบที่เผยไว้ในแหล่งที่เปิด เผย ซึ่งได้เปิดโปงรายละเอียดอย่างเต็มที่ถึงเรื่องทหารรัสเซียต้องอาศัยเทคโนโลยีจากทางตะวันตก

ชุดข้อมูลประกอบไปด้วยระบบอาวุธและแพลตฟอร์มและชิ้นส่วนของเครื่องมือรวมกันแล้วน่าจะใกล้ๆ 30 ชนิด ที่ยึดมาได้หรือจากที่กองทัพรัสเซียได้เอาใช้ในยูเครนตั้งแต่ตอนเริ่มบุกยูเครนในเดือนกุมภาพันธ์ 2022 ในหลายกรณีที่อาวุธพวกนี้ได้รับการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่ของรัสเซียตามภาคสนามในที่ต่างๆทั่วยูเครน บางชนิดก็เป็นระบบรุ่นเก่าที่น่าจะสร้างตั้งแต่หลายสิบปีที่แล้วตอนใกล้ๆปลายยุคโซเวียต อันอื่นจะเป็นแพลตฟอร์มที่ทันสมัยที่ขีปนาวุธมาไม่ก็ปืนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการปรับปรุงทางทหารของรัสเซียซึ่งมีมูลค่าหลายพันล้าน

โดยที่ไม่คำนึงถึงอายุและวันที่ทำขึ้น จะเห็นว่าแนวสำคัญอันหนึ่งยังดำรงอยู่อย่างต่อเนื่องทั้งแบบมาตรฐานธรรมดาจนถึงแบบสมัยใหม่ ก็คืออาวุธของรัสเซียประกอบไปด้วยส่วนประกอบไมโครอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่มีแหล่งผลิตที่อเมริกาเหนือยุโรป และเอเชียตะวันออก ขณะที่บางอันเช่นส่วนประกอบที่ขายทั่วไปก็จะเป็นเรื่องง่ายที่กองทัพทหารรัสเซียที่จะซื้อผ่าน

พวกขายส่งในประเทศและต่างประเทศ แต่ส่วนประกอบบางชิ้นก็อาจจะหาไม่ได้โดยเครือข่ายลับที่จัดการโดยหน่วยงานข่าวกรองต่างประเทศของรัสเซีย (SVR) และหน่วยงานข่าวกรองทหารของรัสเซีย (GRU)

ในขณะที่ข้อสรุปนี้อาจจะทำให้เกิดวิตกกังวล โดยเฉพาะรัสเซียได้โจมตียูเครน การที่เครมลินขยายการปฏิบัติการโครงการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (S&T) และการจัดหาส่วนประกอบจากตะวันตกอย่างผิดกฎหมายนั้นไม่ใช่เรื่องใหม่เป็นระยะเวลาเกือบร้อยปีที่หน่วยงานข่าวกรองของประเทศนั้นได้ให้ความสำคัญก่อนอื่นในการรวบรวมข้อมูล (S&T) และจัดหาเทคโนโลยีที่จำเป็นให้กับโครงการด้านอาวุธของรัสเซีย⁶ เพราะความหมกมุ่นกับการที่จะดำรงความเท่าเทียมกับทางตะวันตก การปฏิบัติการโครงการทางวิชาการของโซเวียตและโครงสร้างพื้นฐานใหญ่ๆที่ใช้ประมวลผลข้อมูล ต้องใช้ 100,000 คน และ 11,000 แผนกประมวลผลข้อมูล ซึ่งอยู่ในเครือข่ายของสถาบันการวิจัยของโซเวียต⁷

การวิเคราะห์ของรัสเซียได้ชี้ให้เห็นว่าความสำคัญพวกนี้ไม่มีเปลี่ยนแปลง เพราะทั้ง SVR และ GRU ได้ดำเนินการต่อไปอย่างจริงจังในการจัดหาส่วนชิ้นส่วนและส่วนประกอบและความรู้ทางเทคโนโลยีที่จำเป็นที่จะสร้างและออกแบบอาวุธในภาคสนามเพื่อขีปนาวุธตรงข้ามของพวกเขาให้ได้

ตอนนี้ได้เผชิญมาตรการคว่ำบาตรต่างๆรอบใหม่ หลังจากที่ได้บุกยูเครนเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2022 ทางเครมลินได้เผชิญกับความยากลำบากในการหาสิ่งทดแทนส่วนประกอบต่างๆเหล่านั้นในระหว่างที่สร้างสายสำรองในการจัดหาของเพื่อจะเอาเข้าประเทศ หลังจากที่ได้สูญเสียและได้ใช้ระบบอาวุธและแพลตฟอร์มที่มีคุณภาพไปเป็นจำนวนมาก ทางกลุ่มรวมอุตสาหกรรมทางทหารของรัสเซียมีความจำเป็นที่จะได้ส่วนประกอบใหม่เป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะดำรงการสู้รบต่อไป และเพื่อจัดหาอาวุธให้เหล่ากองทัพของประเทศเพื่อการสู้รบในอนาคต

ทางระดับผู้นำของรัฐบาลรัสเซียได้ให้ความสำคัญกับปัญหานี้ ทางเครมลินได้ส่งเสริมการทดแทนการนำเข้าเพื่อป้องกันการเสี่ยงกับมาตรการคว่ำบาตรของทางตะวันตกซึ่งห้ามมาหลายปีแล้วแต่ไม่ค่อยได้ผล⁸ เมื่อเดือนมิถุนายน 2014 วลาดิเมียร์ ปูตินได้เน้นความสำคัญของการทดแทนการนำเข้าให้ทางทหารรัสเซีย และได้เรียกร้องให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกว้างขวางในการสร้างส่วนประกอบทางทหารภายในประเทศ⁹

6 CIA, 'Interagency Intelligence Memorandum: The Technology Acquisition Efforts of the Soviet Intelligence Services', 18 June 1982. See also Kevin Riehle, *Russian Intelligence* (Bethesda, MD: National Intelligence University, 2021), p. 81.

7 CIA, 'Interagency Intelligence Memorandum', p. 7; Riehle, *Russian Intelligence*, pp. 138–40.

8 For more on Russian efforts at import replacements, see Tatyana Mischenko, 'Podderzhali otechestvennogo proizvoditelya. Chto takoe importzamescheniye, kak ono prohodit v Rossii' ['Supporting National Producers. What is Import- Replacement, How Is It Being Implemented in Russia?'], *SovkomBlog*, 27 January 2022, <<https://sovcombank.ru/blog/umnii-potrebitel/podderzhali-otechestvennogo-proizvoditelya-chto-takoe-importzameschenie-kak-ono-prohoditv-rossii>>, accessed 18 July 2022.

9 *Interfax*, 'Putin zayavil o neobhodimosti uskorennoogo perehoda promyshlennosti k importzamescheniyu' ['Putin Stated the Need for Industry's Hastened Transition to Import-Substitution'], 28 July 2014, <<https://www.interfax.ru/business/388216>>, accessed 18 July 2022.

เบอร์ลิน, ซัมเมอร์วิลล์, เบอร์ลิน, วอชิง, เรย์โนลด์ส์ และเบคเกอร์

แต่อย่างไรก็ตาม 8 ปีต่อมาดูเหมือนว่าจะมีความคืบหน้าน้อยมากในด้านการเริ่มริบเร่งปฏิวัติการผลิตอุปกรณ์กึ่งตัวนำ (semiconductor) ในประเทศตัวเอง ตอนนี้ความปรารถนาอันนั้นเกือบจะเป็นไปไม่ได้เนื่องจากมาตรการคว่ำบาตจากหลายๆฝ่ายที่ตั้งขึ้นมาเพื่อจะทำลายกลุ่มอุตสาหกรรมทางทหารของรัสเซีย

ถึงแม้ว่าส่วนประกอบบางอย่างจะหาได้จากประเทศจีน แต่ส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ สำหรับอาวุธรัสเซียจำนวนมากจะหาไม่ได้(จากจีน) ปราศจากสมรรถภาพการผลิตสิ่งที่เป็นภายใน(ประเทศ) รัสเซียและกองทัพของรัสเซียก็ยังเผชิญกับความเสี่ยสูงต่อความพยายามจากหลายๆฝ่ายที่ขัดขวางการเคลื่อนย้ายของส่วนประกอบเหล่านี้ และจะทำให้การบูรณกรรมเปลี่ยนแปลงมากขึ้น

๑๑ ຂໍສະຫຼຸບ

ทันทีหลังจากที่รัสเซียบุกยูเครนและได้มีกำหนดมาตรการคว่ำบาหน่า ๆ ชาติ คณะรัฐบาลของประธานาธิบดีรัสเซียได้จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อตรวจสอบหาวิธีที่อุตสาหกรรมผลิตอาวุธสงครามจะจรรโลงการผลิตระบบทางทหารที่สำคัญได้ต่อไป ห้องปฏิบัติการหลายแห่งของสถานศึกษาทางวิทยาศาสตร์และองค์กรทางทหารขนาดใหญ่ที่รัฐบาลเป็นเจ้าของได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบดูสิว่าสถานที่เหล่านี้จะผลิตส่วนประกอบในรัสเซียได้ไหม และดูสิว่าส่วนประกอบที่ถูกคว่ำบาตรตอนนี้จะทดแทนได้ไหมด้วยส่วนประกอบที่ผลิตในประเทศที่ยังเข้าถึงในการซื้อหาได้ หรือจำเป็นจะต้องหลบเลี่ยงมาตรการคว่ำบาตรเลย ผลของการพินิจวิเคราะห์ครั้งนี้ไม่เป็นที่น่าพอใจ เพื่อที่จะเอาส่วนประกอบที่ได้จากแหล่งต่างชาติมาใช้กับอาวุธรัสเซีย ทางผู้ผลิตจำเป็นต้องให้เหตุผลกับกระทรวงกลาโหมรัสเซียว่าทำไมถึงจำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบอันนี้ ผู้ผลิตจะต้องอธิบายว่าทำไมถึงผลิตอย่างประหยัดในรัสเซียไม่ได้ และทำไมส่วนประกอบทางเลือกอื่นจากประเทศสัมพันธ์มิตรใช้แทนไม่ได้ และทำไมการที่นำส่วนประกอบอันนี้มาใช้แล้วจะไม่เสี่ยงต่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ สำหรับระบบการสื่อสารของทหาร สถาปัตยกรรมเฉพาะจะต้องได้รับอนุมัติจาก FSB ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับด้านรหัสลับของรัสเซีย สรุปสั้นๆก็คือว่าส่วนประกอบที่ทำในต่างประเทศจำนวนมากที่เห็นในระบบอาวุธรัสเซียตามข้อมูลที่ระบุไว้ในรายงานนี้ ได้เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการอยู่รอดของพวกเราเหล่านี้

จากประวัติที่ผ่านมา ทางหน่วยข่าวกรองของรัสเซียได้รับความสำเร็จมากในการดำรงค้การจัดหาไมโครอิเล็กทรอนิกส์จากตะวันตก พวกเขาจัดหาอุปกรณ์เอาไว้จำนวนมากในช่วงสงครามเย็น และได้ขยายอย่างมากในการจัดหาสินค้าเหล่านี้หลังจากได้มีการยกเลิกมาตรการคว่ำบาทหลังจากเลิกสงครามเย็นแล้ว มีตัวอย่างมากมายที่ทหารรัสเซียได้จัดสรรหาส่วนประกอบเพื่อใช้ในระบบที่สำคัญเป็นจำนวนมาก เทียบเท่ากับปริมาณสิบปีล่วงหน้า เพื่อปกป้องให้ผลิตได้แน่นอนในช่วงมีมาตรการคว่ำบาท แต่อย่างไรก็ตามได้มีหลักฐานให้เห็นว่าพวกเขาไม่ได้ทำสำเร็จแบบนี้กับส่วนประกอบทุกอย่างที่ระบุไว้ในรายงานนี้ เนื่องจากรัสเซียได้สะสมคลังสรรพาวุธที่ซับซ้อนจึงทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อความมั่นคงของนาๆชาติ และได้แสดงให้เห็นแล้วในยูเครนว่ารัฐบาลรัสเซียไม่มีการยับยั้งที่จะใช้สรรพาวุธเหล่านี้ด้วยจุดประสงค์ทำสงครามบุกรุก รวมทั้งเจตนาที่เอาพลเรือนเป็นเป้าหมาย จำเป็นที่จะต้องมีการมาตรการคว่ำบาทที่เข้มแข็งและการบังคับใช้อย่างเข้มงวดในอนาคตถ้าจะไม่ให้รัสเซียเริ่มสะสมคลังสรรพาวุธอีก

การจัดสรรหาไมโครอิเล็กทรอนิกส์ของทางตะวันตกเพื่อจุดประสงค์ใช้กับทางทหารของรัสเซีย ส่วนใหญ่จะใช้ใบอนุญาตปลอมสำหรับผู้ใช้บันปลายใช้บริษัทหน้า ใช้การถ่ายเทสินค้า การค้นหาและปิดเครือข่ายพวกนี้จะต้องเป็นสิ่งแรกในการจำกัดอุตสาหกรรมผลิตอาวุธของรัสเซีย รัสเซียได้ปรับปรุงโครงสร้างใหม่ในการจัดซื้อ ได้ใช้

อนุสัญญากรุงเวียนนาไปในทางที่ผิดในการเคลื่อนย้ายส่วนประกอบที่จัดซื้อได้ภายใต้การหลอกลวง และได้ติดสินบนหรือแทรกซึมหน่วยงานควบคุมดูแล การที่จะป้องกันการเคลื่อนย้ายส่วนประกอบพวกนี้ไปรัสเซียในอนาคต จะต้องมีการเฝ้าระวังเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการใช้ประเทศที่สามอย่างกว้างขวางในการขนถ่ายส่วนประกอบที่ขายต่อเป็นที่ประจักษ์ว่าการจำกัดอุตสาหกรรมผลิตอาวุธสงครามของรัสเซียจะต้องมีความร่วมมือระหว่างประเทศอย่างเต็มที่

มันมีความสำคัญด้วยเหมือนกันกับการจัดการกับผลที่ตามมาโดยที่ไม่ได้เจตนาจากการตัดขาดการสรรหาส่วนประกอบที่จำเป็นสำหรับอาวุธยุทโธปกรณ์ที่ซับซ้อนของรัสเซีย มีประเทศจำนวนมากที่อาศัยรัสเซียเป็นผู้จัดส่งอาวุธให้ ความแน่นอนกับการได้อาวุธเหล่านั้นยังมีความสำคัญกับความมั่นคงแห่งชาติของพวกเขา สำหรับประเทศเหล่านี้ เช่น อินเดียจัดหา 45% ของอาวุธทหารได้นำเข้ามาจากรัสเซีย¹⁰ การที่จัดหาซื้อเครื่องมือรัสเซียไม่ได้จะถือว่าเป็นภัยต่อความมั่นคง นี่ก็อาจจะเป็นแรงผลักดันให้ประเทศที่อยู่ภาวะนี้ให้อำนวยความสะดวกในการหลีกเลี่ยงมาตรการการคว่ำบาตรอีกนัยหนึ่งก็คือ เพราะมีแค่ไม่กี่ประเทศที่อยู่ในภาวะนี้และมีอุตสาหกรรมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ ซึ่งมันอาจจะกระตุ้นให้เร่งเปลี่ยนผู้จำหน่ายให้

พวกเขาได้ ซึ่งก็ได้สร้างโอกาสให้พวกสัมพันธมิตรตะวันตกถ้าสามารถนำข้อเสนอที่สร้างสรรค์ให้แก่ประเทศเหล่านี้ได้ ขณะเดียวกันก็ต้องหลีกเลี่ยงการแสวงหาประโยชน์ในการค้าขายให้ทหารต่างชาติ มันอาจจะทำให้เสื่อมเสียความสัมพันธ์กับประเทศใหญ่ๆได้ด้วย ถ้าไม่มีข้อเสนอที่สร้างสรรค์ในระหว่างที่มาตรการคว่ำบาตรของทางตะวันตกได้บ่อนทำลายความมั่นคงของชาติ

พลาคุณภาพของทหารรัสเซียได้ถูกจรรยาโลงไว้ด้วยสายชูชีพซิลิคอน มันเริ่มจากรัฐอเมริกาผ่านสหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน สวิสเซอร์แลนด์ และฝรั่งเศส ไปใต้หวัน เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น ถ้าปราศจากสายชูชีพอันนี้ ทางทหารรัสเซียก็จะไปใช้เทคโนโลยีที่ล้าสมัยขึ้นเรื่อย ๆ โดยไม่มีอะไรที่จะช่วยยั้งได้อย่างแม่นยำและอย่างมีประสิทธิภาพในภาคสนามรบ เนื่องจากรัสเซียอยู่ในภาวะที่เสียเปรียบที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติแบบดั้งเดิมก็อาจจะได้เห็นว่ารัสเซียอาศัยเงินขึ้นเรื่อย ๆ ในเรื่องอาวุธยุทธภัณฑ์ หรือไม่ก็หันไปเร่งใช้นิวเคลียร์ยุทธวิธี (tactical nuclear) ในสงครามเร็วขึ้น คำถามที่สำคัญที่รายงานนี้จะถามผู้วางนโยบายก็คือ สมควรจะตัดขาดสายชูชีพซิลิคอนใหม่ และทางประเทศต่างๆเตรียมตัวใช้ประโยชน์กับโอกาสที่มีการตัดขาดหรือไม่

10 *Economic Times*, 'Russia's Share of Arms Import to India Fell from 69% in 2012-17 to 46% in 2017-21: Report', 15 March 2022, <<https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/russias-share-of-arms-import-to-india-fell-from-69-in2012-17-to-46-in-2017-21-report/articleshow/90218483.cms>>, accessed 10 July 2022.



18



31

