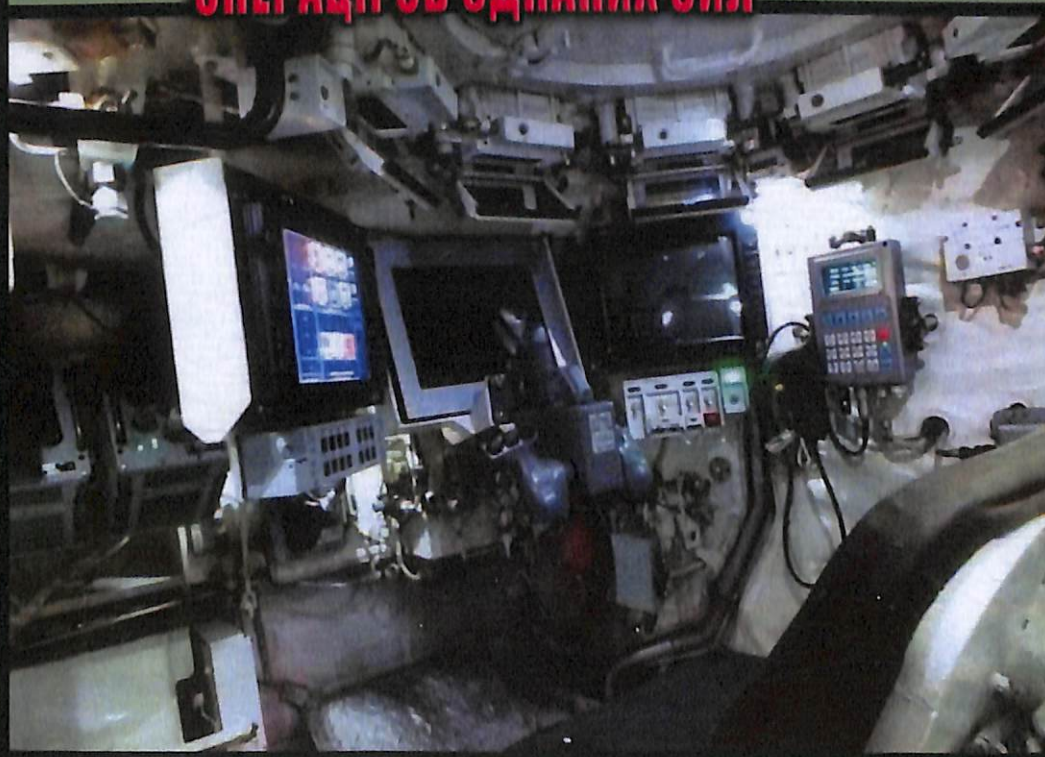


62-3
Р-8

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА**

**РЕМОНТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ Й ОЗБРОЄННЯ
В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ
ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ**

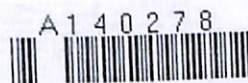
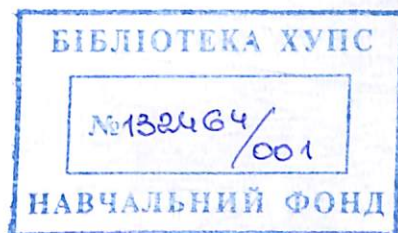


**Харків
2020**

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

РЕМОНТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ Й ОЗБРОЄННЯ
В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ
ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ

Підручник



Харків
2020

УДК 006.91:621.317(075.8) *Рекомендовано до друку вченою радою
Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба як
Р38 підручник (протокол № 18 від 24.12.2019)*

Автори: В. Б. Кононов (розд. 1); І. В. Толок (розд. 2); Ю. П. Шамаєв
(розд. 3), А. М. Науменко (розд. 4, 5, 6); В. Ю. Запека (розд. 7, 8)

Рецензенти: М. Д. Кошовий, доктор технічних наук, професор
Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут";

С. І. Кондрашов, доктор технічних наук, професор
Національного технічного університету "Харківський політехнічний
інститут";

О. В. Заболотний, доктор технічних наук, доцент
Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут".

**Ремонт та відновлення засобів вимірювальної техніки й
Р38 озброєння в умовах проведення операції об'єднаних сил;
підручник / В. Б. Кононов, І. В. Толок, Ю. П. Шамаєв та ін. – Х. :
ХНУПС, 2020 – 240 с.**

Підручник містить порядок організації ремонту вимірювальної техніки
військового призначення, основні відомості щодо методики діагностування і
локалізації несправностей, а також розглянуті прийоми пошуку несправності й
відновлення працездатності електровимірювальних та радіовимірювальних
приладів у зоні проведення ООС.

Призначений для фахівців метрологів та курсантів, студентів інженерних
спеціальностей.

УДК 006.91:621.317(075.8)

© Кононов В. Б., Толок І. В., Шамаєв Ю. П., Науменко А. М.,
Запека В. Ю., 2020

© Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, 2020

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ПЕРЕДМОВА.....	9
ВСТУП.....	10
Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ РЕМОНТУ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	
ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	13
1.1. Основні керівні документи з ремонту засобів вимірювальної	
техніки.....	13
1.2. Види та методи ремонту засобів вимірювальної техніки	15
1.3. Прийом у ремонт, облік і рух, видача, списання засобів	
вимірювальної техніки.....	19
1.4. Особливості роботи з елементами, що містять дорогоцінні	
метали	21
1.5. Організація роботи виїзних метрологічних груп з ремонту	
засобів вимірювальної техніки.....	24
Питання для самоконтролю.....	26
Розділ 2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ Й	
ЕЛЕМЕНТИ ВИРОБНИЦТВА СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮ-	
ВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	27
2.1. Принципи конструювання і схемотехніка засобів	
вимірювальної техніки	27
2.2. Радіоматеріали, які використовуються у виробництві засобів	
вимірювальної техніки	30
2.3. Елементна база сучасних засобів вимірювальної техніки	31
2.4. Друковані плати. Технічні вимоги, контроль і випробування	
друкованих плат	39
2.5. Класифікація методів виконання електричних з'єднань і	
технічні вимоги до них	41
2.6. Виконання електричних з'єднань методом зварювання.....	44
2.7. Фізико-хімічні основи паяння	48
2.8. Флюси і припої, правила їх вибору	50
2.9. Технологія виконання паяння	55
2.10. Контроль якості електричних з'єднань	56
2.11. Заходи безпеки при виконанні операцій електричних	
з'єднань.....	59
2.12. Тенденції розвитку виробництва засобів вимірювальної	
техніки	61
Питання для самоконтролю.....	63

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ	
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	64
3.1. Класифікація несправностей.....	64
3.2. Методи пошуку несправностей.....	66
3.3. Загальний порядок пошуку несправностей.....	69
3.4. Поелементне діагностування електрорадіовиробів.....	72
3.5. Післяремонтне регулювання засобів вимірювальної техніки.....	80
3.6. Узагальнена структура технологічного процесу ремонту	82
Питання для самоконтролю.....	84
Розділ 4.РЕМОНТ ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ.....	85
4.1. Загальні особливості ремонту та регулювання	
електровимірювальних приладів.....	85
4.2. Ремонт лабораторних і щитових приладів.....	96
4.3. Ремонт переносних комбінованих приладів.....	97
4.4. Ремонт приладів опору.....	99
4.5. Ремонт лічильників електричної енергії.....	101
Питання для самоконтролю	103
Розділ 5. РЕМОНТ АНАЛОГОВИХ ВУЗЛІВ РАДІОВИМІРЮ-	
ВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ВИЇЗНИМИ МЕТРОЛОГІЧНИМИ	
ГРУПАМИ В ЗОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС.....	104
5.1. Ремонт блоків живлення.....	104
5.2. Ремонт підсилювальних каскадів.....	106
5.3. Особливості ремонту задавальних генераторів.....	109
5.4. Особливості ремонту узгоджувальних пристроїв	111
5.5. Ремонт пристроїв відображення інформації.....	111
5.6. Особливості ремонту високочастотних вузлів.....	114
Питання для самоконтролю	115
Розділ 6. ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ВУЗЛІВ РАДІОВИМІ-	
РЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ ООС.....	116
6.1. Особливості діагностування цифрових вузлів.....	116
6.2. Методи діагностування цифрових вузлів.....	117
6.3. Засоби діагностування цифрових вузлів.....	120
6.3.1. Одноконтатні логічні пробники.....	120
6.3.2. Багатоконтатні логічні пробники.....	122
6.3.3. Логічні компаратори.....	123
6.3.4. Логічні імпульсні генератори.....	124
6.3.5. Вимірювачі струму.....	125
Питання для самоконтролю	127

Розділ 7. ОСНОВИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОЦЕСОРНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ ООС.....	128
7.1. Особливості ремонту і методи діагностування мікропроце- сорних засобів вимірювань.....	128
7.2. Логічний аналіз.....	130
7.3. Сигнатурний аналіз.....	134
Питання для самоконтролю	137
Розділ 8. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ У ЗОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС.....	138
8.1. Загальні рекомендації щодо організації ремонтно- відновлювальних робіт автоматизованих приводів озброєння військової техніки.....	138
8.2. Заходи безпеки при відновленні зразків озброєння та військової техніки	143
8.3. Особливості організації ремонту систем управління вогнем легкоброньованої техніки	145
8.3.1. Рекомендації щодо порядку заміни блока БУ-25-2С.....	145
8.3.2. Рекомендації щодо порядку заміни блоків стабілізатора 2Э36-І.....	150
8.3.3. Заміна блока управління стабілізатора озброєння.....	151
8.3.4. Заміна перетворювача ПТ-200Ц-ІІІ.....	152
8.3.5. Заміна підсилювача приводу вертикального наведення....	153
8.3.6. Заміна підсилювача приводу горизонтального наведення.....	154
8.3.7. Заміна фільтра живлення стабілізатора озброєння.....	155
8.3.8. Заміна приладу цілевказання стабілізатора озброєння.....	156
8.3.9. Заміна механізму повороту башти.....	157
8.3.10. Поточний ремонт механізму повороту башти.....	160
8.3.11. Заміна підйомного механізму гармати.....	162
8.3.12. Заміна пульта управління командира.....	165
8.3.13. Заміна пульта управління оператора	168
8.3.14. Заміна гіротахометра приводу вертикального наведення.....	170
8.3.15. Заміна гіротахометра приводу горизонтального наведення.....	171
8.3.16. Заміна компенсаційного гіротахометра.....	171
8.3.17. Перевірка параметрів і настроювання стабілізатора озброєння.....	172

8.3.18. Контроль моменту неврівноваженості та моменту опору підйому гармати і спареного кулемета.....	173
8.3.19. Контроль сумарного моменту опору підйому гармати і спареного кулемета.....	175
8.3.20. Контроль сумарного люфту електроприводу вертикального наведення.....	176
8.3.21. Контроль моменту люфтовибираючого пристрою механізму повороту башти.....	178
8.3.22. Контроль сумарного люфту електроприводу горизонтального наведення.....	179
8.3.23. Контроль моменту опору повороту башти на горизонтальному майданчику.....	180
8.3.24. Методика контролю функціонування і сигналізації стабілізатора за сигналами управління та блокувань.....	182
8.3.25. Контроль мінімальних швидкостей та несправностей наведення на мінімальних швидкостях у вертикальній та горизонтальній площинах у режимах АВТОМАТ та ПОЛУАВТОМАТ.....	192
8.4. Особливості організації ремонту систем управління вогнем важкоброньованої техніки	193
8.4.1. Система управління вогнем 1А33.....	193
8.4.2. Склад системи управління вогнем 1А33.....	194
8.4.3. Характерні несправності системи управління вогнем 1А33 та способи їх усунення.....	195
8.4.4. Перевірка функціонування та регулювання системи 1А33.....	200
8.4.5. Методика перевірки точності компенсації статичної похибки в площинах ГН та ВН стабілізатора 2Е26М.....	221
8.4.6. Перевірка і регулювання танкового балістичного обчислювача 1В517.....	222
8.4.7. Перевірка і регулювання дозвільного блока пострілу 1Г43.....	229
8.4.8. Перевірка функціонування датчика вітру.....	232
8.4.9. Перевірка функціонування і регулювання датчика крену.....	233
Питання для самоконтролю	234
ПІСЛЯМОВА.....	235
ЛІТЕРАТУРА.....	237

ПЕРЕДМОВА

У зоні проведення операції об'єднаних сил (ООС) з метою підготовки бронетанкового озброєння до виконання завдань за призначенням, надання допомоги у відновленні протитанкового керованого озброєння Сухопутних військ Збройних Сил України за рішенням першого заступника начальника Озброєння Збройних Сил України задіяні фахівці-метрологи зведених груп із метрологічних частин (МЧ) різних регіонів. З огляду на це, виникає необхідність у підготовці відповідних фахівців для формування зведених груп та створення підрозділів у МЧ із ремонту (відновлення працездатності) систем складного електронного обладнання озброєння й військової техніки. Тому пропонується підручник, написаний відповідно до нової програми дисципліни „Основи ремонту засобів вимірювальної техніки та систем управління вогнем зразків ОВТ”, враховує досвід АТО і ООС та сприяє підготовці таких фахівців. У ньому викладені основні відомості про конструктивно-технологічні особливості сучасних приладів та етапи виробничого циклу щодо їх виготовлення, основи організації ремонту ЗВТ та ОВТ у військових метрологічних лабораторіях і в зоні проведення ООС, а також відомості про особливості пошуку несправностей і відновлення працездатності електровимірювальних, радіовимірювальних приладів і мікропроцесорних систем та систем управління вогнем озброєння й військової техніки. Підвищення ефективності відновлювально-ремонтних робіт і поліпшення їх якості пов'язані з широким застосуванням різних форм та методів ремонту й відновлення ОВТ. Звідси виникає необхідність відповідної метрологічної підготовки фахівців у галузі конструювання і технології радіоелектронних та електронно-обчислювальних засобів та їх ремонту. Отримані знання дозволять фахівцеві-метрологу кваліфіковано вирішувати питання метрологічного забезпечення та ремонту озброєння й військової техніки не тільки у повсякденній діяльності, а також в умовах проведення ООС. Підручник призначений для підготовки дипломованих фахівців за спеціальністю 152 “Метрологія і інформаційно-вимірювальна техніка” відповідно до вимог професійного стандарту підготовки офіцерів тактичного рівня. Пропонується підручник може бути корисний курсантам та студентам інших технічних спеціальностей, а також інженерно-технічним працівникам і аспірантам.

Автори висловлюють глибоку подяку рецензентам: професорам Д. М. Кошовому, С. І. Кондрашову, О. В. Заболотному, а також співробітникам кафедри метрології і стандартизації за цінні зауваження, зроблені при підготовці підручника.

ВСТУП

Висока досконалість сучасних технічних комплексів, засобів управління і зв'язку при експлуатації озброєння та військової техніки (ОВТ) вимагає проведення постійного інструментального контролю їх параметрів, особливо при проведенні операцій в зоні ООС. При вирішенні цього завдання все більш широке використання отримують ЗВТ.

Швидкі темпи розвитку виробництва ЗВТ, з одного боку, і принципова неможливість ідеалізації його технології, з іншого, призводять до неминучих відмов окремих одиниць ЗВТ на різних етапах їх експлуатації. У той ж час підтримку бойової готовності на необхідному рівні неможливо здійснити без своєчасного й якісного відновлення широкої номенклатури ЗВТ. Тому ремонт сьогодні є невід'ємною частиною діяльності метрологічних органів Збройних Сил, а на особовий склад військових метрологічних лабораторій і ремонтних органів покладається завдання забезпечення постійної справності ЗВТ у процесі їх експлуатації.

Для глибокого і повного розуміння сутності явищ, що призводять до відмов ЗВТ, необхідне формування у фахівця в області вимірювальної техніки системи поглядів на етапи життєвого циклу засобів вимірювань, найважливішим з яких є виробництво. Саме на етапі виробництва закладаються експлуатаційні і технічні характеристики ЗВТ, їх ремонтпридатність, збережуваність, безвідмовність та довговічність. У зв'язку з цим певна увага у підручнику приділяється розгляду окремих елементів технології виробництва ЗВТ, тенденцій його розвитку, конструктивно-технологічних особливостей сучасних засобів вимірювань.

Одним з найважливіших етапів експлуатації ЗВТ є їхній ремонт. Під ремонтом розуміють комплекс робіт з відновлення працездатності або справності засобу вимірювань і відновлення ресурсу приладу та його складових частин. Основне призначення ремонту – забезпечення високої боєздатності й надійності ОВТ. При цьому технологію ремонту потрібно розглядати як частину технологічного процесу виробництва ЗВТ з довільною послідовністю операцій (залежно від характеру несправності).

Ремонт сучасних ЗВТ має ряд особливостей, зумовлених широким використанням у них виробів мікроелектроніки, мініатюрних виробів, прецизійних механічних вузлів тощо. Визначальною рисою технології ремонту вимірювальної апаратури є її одиничний характер, оскільки практично неможливе його здійснення груповим способом. Ці особливості визначають вимоги до кваліфікації персоналу, який займається ремонтом, а також зумовлюють необхідність знання законів механіки, електротехніки, радіотехніки й електроніки, метрології і володіння відповідними професійними прийомами. Нові вимоги до спеціалістів-метрологів виникають у зв'язку з проведенням ООС. озброєння та техніка є матеріальною основою бойового потенціалу Збройних Сил України, а бронетанкова техніка – головна ударна сила Сухопутних військ. У зв'язку з цим від бойової готовності бронетанкової техніки значною мірою залежить бойова готовність підрозділів, частин та з'єднань. Постійна висока бойова готовність військ забезпечується високими морально-психологічними якостями особового складу, високим рівнем злагодженості військ, науковою організацією застосування, обслуговування й використання прогресивних методів зберігання та відновлення озброєння й військової техніки. Грамотне технічне обслуговування машин забезпечується високим рівнем технічної підготовки особового складу та ґрунтовними практичними навичками екіпажів з водіння машин у різних умовах, що характерні для сучасного бою.

Підрозділи технічного забезпечення входять до складу основних підрозділів регіональних метрологічних військових частин і призначені для проведення регулювання, поточного ремонту (відновлення працездатності) систем управління вогнем, систем стабілізації озброєння та спеціального обладнання бронетанкового озброєння й військової техніки, а також спеціальної контрольно-перевірочної апаратури керованих протитанкових ракет військових частин та установ Збройних Сил України. Специфіка визначеного напрямку діяльності вимагає застосування як набутих навичок та вмінь, так і освоєння функцій, невластивих фахівцям-метрологам. Наполегливість у складних умовах, високий професіоналізм, технічна майстерність та відданість справі

сприятимуть і надалі фахівцям з технічного забезпечення відновлювати озброєння та військову техніку для укріплення обороноздатності держави.

Тому метою підручника є опанування курантами основ ремонту сучасних електро- і радіовимірювальних засобів вимірювальної техніки та систем управління вогнем зразків ОВТ, методичних основ діагностування несправностей та відновлення їх працездатності, прищеплення необхідних навичок організації і проведення ремонту штатних ЗВТ; формування знань та навичок з проведення заходів по аналізу технічного стану і попередженню потоку відмов ЗВТ; вивчення правил підготовки обладнання та основних технологічних операцій з ремонту ЗВТ; розвиток вміння самостійно працювати з технічною літературою.