

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

В. А. Антілікаторов,
О. В. Патюков,
В. А. Таврін

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ



Харків
2020

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

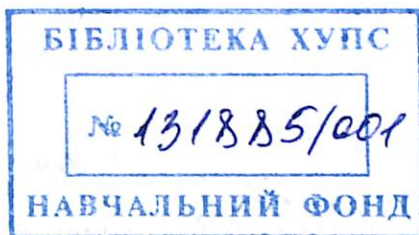
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

ФАКУЛЬТЕТ ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРІВ ЗАПАСУ ЗА КОНТРАКТОМ

В. А. Антілікаторов, О. В. Патюков, В. А. Таврін

**ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН
ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Навчальний посібник



Харків
2020

УДК 629.7.04:621.313.5 (075.8)
А72

Рекомендовано до друку вченою радою
Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
(протокол № 19 від 19.12.2017)

Рецензенти: *О. Б. Аніпко* – заслужений діяч науки і техніки України,
докт. техн. наук, професор (ХНУПС);
І. Б. Ковтонюк – докт. техн. наук, професор (ХНУПС)

Антілікаторов В. А.

А72 Електрообладнання повітряних суден військового призначення . навч.
посіб. / В. А. Антілікаторов, О. В. Патюков, В. А. Таврін. – Х. :
ХНУПС, 2020. - 292 с.

Висвітлені основні положення теорії, класифікації, склад, принципи побудови (дії), конструктивні схеми, особливості технічної експлуатації та військового ремонту систем, агрегатів і пристроїв електрообладнання повітряних суден військового призначення.

При написанні посібника автори намагалися охопити загальні відомості про електрообладнання сучасних повітряних суден військового призначення і тому не претендують на виключність повноти інформації.

Призначений для студентів, які навчаються за програмами військової підготовки офіцерів запасу з авіаційного напрямку.

Може бути корисним для викладацького складу, ад'юнктів, слухачів, курсантів вищих військових навчальних закладів.

УДК 629.7.04:621.313.5 (075.8)

© Антілікаторов В. А., Патюков О. В.,
Таврін В. А., 2020

© Харківській національний
університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, 2020

З М І С Т

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ (КОМПЛЕКСИ, ЗАСОБИ), ЯКІ КОМПЛЕКСУЮТЬСЯ З ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯМ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	9
1.1. Планер літака та його системи	9
1.2. Силова установка літака та її системи	15
1.3. Бортове обладнання повітряних суден військового призначення	25
1.4. Електрообладнання повітряних суден військового призначення	27
Питання для самоконтролю	29
2. СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	30
2.1. Призначення, класифікація та склад систем електропостачання	30
2.2. Типові структурні схеми систем електропостачання	37
2.3. Режими роботи систем електропостачання та основні показники якості електроенергії	39
Питання для самоконтролю	41
3. ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	42
3.1. Авіаційні генератори постійного струму	42
3.1.1. Будова та принцип дії авіаційних генераторів постійного струму	47
3.1.2. Схеми збудження авіаційних генераторів постійного струму	55
3.1.3. Реакція якоря	57
3.1.4. Режими роботи та основні характеристики авіаційних генераторів постійного струму	61
3.1.5. Особливості технічної експлуатації авіаційних генераторів постійного струму	67
3.2. Авіаційні генератори змінного струму	71
3.2.1. Будова та принцип дії авіаційних генераторів змінного струму	71
3.2.2. Основні характеристики авіаційних генераторів змінного струму	81

3.2.3. Особливості технічної експлуатації авіаційних генераторів змінного струму	85
3.3. Приводи авіаційних генераторів	86
3.3.1. Загальна класифікація, будова та принцип дії приводів постійної частоти обертання	87
3.3.2. Гідравлічні приводи постійної частоти обертання	90
3.3.3. Пневматичні (повітретурбінні) приводи постійної частоти обертання	92
3.3.4. Електромеханічні та механічні приводи постійної частоти обертання	93
3.4. Регулювання напруги авіаційних генераторів	94
3.4.1. Вимоги до систем регулювання частоти	94
3.4.2. Вимоги до систем регулювання напруги	95
3.4.3. Регулятори напруги авіаційних генераторів	100
3.5. Паралельна робота каналів систем електропостачання	105
3.5.1. Паралельна робота авіаційних генераторів постійного струму	107
3.5.2. Паралельна робота авіаційних генераторів змінного струму	109
3.6. Перетворювачі електроенергії	112
3.6.1. Електромашинні перетворювачі електроенергії	112
3.6.2. Статичні перетворювачі електроенергії	118
3.6.2.1. Статичні перетворювачі змінного струму в постійний	119
3.6.2.2. Статичні перетворювачі змінного струму однієї напруги в змінний струм іншої напруги	122
3.6.2.3. Статичні транзисторні перетворювачі	128
3.7. Авіаційні акумуляторні батареї	131
3.7.1. Загальні характеристики акумуляторних батарей	134
3.7.2. Свинцеві (кислотні) акумуляторні батареї	139
3.7.3. Срібно-цинкові акумуляторні батареї	145
3.7.4. Нікель-кадмієві акумуляторні батареї	149
3.7.5. Особливості технічного обслуговування акумуляторних батарей на зарядних акумуляторних станціях	152
3.7.6. Особливості експлуатації акумуляторних батарей з урахуванням досвіду проведення АТО та ООС	153
Питання для самоконтролю	154
4. АВАРІЙНІ РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ЗАХИСТ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	157
4.1. Системи керування та захисту бортових джерел електроенергії	160

4.2. Захист електричної мережі та генераторів від коротких замикань	163
4.3. Захист від аварійного підвищення (зниження) напруги в системах електропостачання постійного струму	164
4.4. Захист від аварійного підвищення (зниження) напруги в системах електропостачання змінного струму	168
4.5. Захист від аварійного підвищення (зниження) частоти	169
4.6. Захист від несиметрії напруг, обриву і зворотного чергування фаз	170
Питання для самоконтролю	170
5. СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	172
5.1. Бортова електрична мережа	174
5.2. Комутаційна апаратура систем розподілу електроенергії	180
5.3. Захисна апаратура систем розподілу електроенергії	188
5.4. Монтажне установлювальне обладнання	193
5.5. Пристрої захисту від завад і статичної електрики	200
Питання для самоконтролю	204
6. АВІАЦІЙНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ	205
6.1. Призначення, класифікація та режими роботи авіаційних електроприводів	205
6.2. Структурні схеми, основні елементи та параметри авіаційних електроприводів	209
6.3. Методи керування авіаційними електроприводами	210
6.4. Електроприводи злітно-посадкових пристроїв	212
6.5. Електроприводи гідравлічних систем	223
6.6. Електроприводи паливних систем	224
Питання для самоконтролю	227
7. ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ СИЛОВИХ УСТАНОВОК ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	229
7.1. Електричні системи керування силовими установками	230
7.2. Умови запуску авіаційного двигуна та вимоги до систем його запуску	231
7.3. Електричні системи запуску авіаційних двигунів	233
7.4. Системи керування процесом запуску та запалювання авіаційних двигунів	235
7.5. Електричні системи запалювання авіаційних двигунів	238
7.6. Електричні системи керування режимами роботи авіаційних двигунів	242
7.6.1. Електричні системи керування паливоподаванням	244

7.6.2. Система автоматичного керування авіаційним двигуном	245
Питання для самоконтролю	249
8. ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ТА СВІЛОТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	251
8.1. Електричні системи керування протипожежним обладнанням	254
8.1.1. Датчики систем сигналізації про пожежу	256
8.1.2. Системи сигналізації про пожежу типу ССП	258
8.1.3. Системи сигналізації про пожежу типу ІС	263
8.1.4. Системи пожежогасіння	265
8.2. Електричні протиобліднювальні системи	266
8.2.1. Електричні засоби протиобледеніння крила і хвостового оперення літака	269
8.2.2. Електричні засоби протиобледеніння скла кабіни літака	270
8.3. Світлотехнічне обладнання повітряних суден військового призначення	272
Питання для самоконтролю	274
9. ВІЙСЬКОВИЙ РЕМОНТ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ПРОВЕДЕННЯ АНТИТЕРОРИСТИЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ТА ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ	275
9.1. Технологія військового ремонту електрообладнання повітряних суден військового призначення	275
9.2. Військовий ремонт електрообладнання повітряних суден військового призначення з бойовими пошкодженнями	278
9.2.1. Військовий ремонт бортової електромережі з бойовими пошкодженнями	279
9.2.2. Методи ремонту елементів бортових електромереж при бойових пошкодженнях	283
Питання для самоконтролю	289
ПІСЛЯМОВА	290
ЛІТЕРАТУРА	291

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АД	– авіаційний двигун
АЗУ	– авіаційний засіб ураження
АО	– авіаційне обладнання
АОз	– авіаційне озброєння
АПА	– аеродромний пересувний агрегат
АРП	– авіаційне ремонтне підприємство
АТ	– авіаційна техніка
АТО	– антитерористична операція
ГТД	– газотурбінний двигун
ДСУ	– допоміжна силова установка
ЕРС	– електрорушійна сила
ЗАС	– зарядна акумуляторна станція
ЗНО	– засіб наземного обслуговування
ЗПП	– злітно-посадкові пристрої
ЗПС	– злітно-посадкова смуга
ЗС	– збройні сили
ІАС	– інженерно-авіаційна служба
ІТС	– інженерно-технічний склад
КАОз	– комплекс авіаційного озброєння
ККД	– коефіцієнт корисної дії
КПА	– контрольно-перевірочна апаратура
ООС	– операція об'єднаних сил
ПС	– повітряне судно
ПУ	– пункт управління
РЕБ	– радіоелектронна боротьба
РЕО	– радіоелектронне обладнання
СЕП	– система електропостачання
ТЕЧ	– техніко-експлуатаційна частина
ТРД	– турбореактивний двигун
ТРДД	– турбореактивний двоконтурний двигун
ТРДДФ	– турбореактивний двоконтурний двигун із форсажною камерою згоряння
ТРДФ	– турбореактивний двигун із форсажною камерою згоряння
ФН	– фізична нейтраль
ЦРП	– центральний розподільний пристрій
ШПРАЖ	– штепсельний роз'єм аеродромного живлення

ВСТУП

На сьогодні термін *"повітряне судно військового призначення"* визначається як апарат, що підтримується в атмосфері в результаті його взаємодії з повітрям, відмітної від взаємодії з повітрям, відбитим від земної поверхні. Повітряні судна належать до державної авіації, яка використовує їх для виконання функцій із забезпечення національної безпеки і оборони держави та захисту населення, які покладаються на ЗС України.

У ПС, важчих за повітря, застосовується *аеродинамічний принцип*. Піднімальна сила в них створюється за рахунок відкидання вниз потоку повітря, що набігає спеціально несучими поверхнями: крилом (*літаки*), несучим гвинтом (*вертольоти*), спеціальними гвинтовими установками (*літаки вертикального зльоту й посадки*). Аеродинамічна піднімальна сила створюється в результаті різниці тисків повітря під несучими поверхнями ПС і над ними. Політ, зумовлений тільки впливом аеродинамічної піднімальної сили, можливий у повітряному просторі до висот 35 – 40 км.

Зараз на озброєнні ЗС України знаходяться різні типи сучасних літаків та вертольотів військового призначення. Їх різноманітність визначається конструктивним виконанням, завданнями, що виконуються, та особливостями бойового застосування.

Процес керування ПС, а також забезпечення роботи його складових частин (комплексів, агрегатів, механізмів, пристроїв і т. д.) здійснюється за допомогою системи керування, гідравлічної системи, пневматичної системи, паливної системи і систем захисту. Усі системи комплексуються з електрообладнанням ПС.

Особлива увага приділяється використанню складових компонентів електрообладнання на бойових літаках (бомбардувальниках Су-24М; літаках-штурмовиках Су-25; багатофункціональних винищувачах МиГ-29 і Су-27).

В окремих розділах (підрозділах) посібника надані відомості з використання та відновлення засобів електрообладнання ПС з урахуванням досвіду проведення АТО та ООС.

