

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

СБОРКА, ИСПЫТАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ  
ПРИБОРОВ

Программа, методические указания и задания  
для студентов заочной формы обучения специальностей  
Т.06.01.00 «Приборостроение» и 1-38 01 01  
«Механические и электромеханические приборы и аппараты»

Минск 2003

УДК 521.31

В издании излагаются основные разделы дисциплины «Сборка, испытания, эксплуатация и ремонт приборов», подлежащие изучению, и их содержание; приведен перечень лабораторных работ, задания на контрольные работы и методические указания по их выполнению. Приведен список литературы для изучения курса.

Учебно-методический комплекс может быть полезен студентам заочной формы обучения приборостроительных специальностей.

Составители:

А.Л.Савченко, М.И.Филонова

Рецензенты:

К.Г.Щетникович, Н.В.Спиридонов

© Савченко А.Л., Филонова М.И.,  
составление, 2003

## В в е д е н и е

Качество приборов в значительной степени определяется совершенством технологических процессов их изготовления, в том числе сборки, регулировки, испытаний, а также технического обслуживания и ремонта.

Сборка является заключительным этапом процесса создания готового изделия. В общем объеме затрат времени на изготовление сборка занимает около 35 %, а стоимость сборочных работ достигает 50 %. Поэтому инженер должен иметь представление о современных методах выполнения сборочных работ, о техническом оснащении сборочного производства.

Совершенствование методов и средств испытания и контроля – один из путей повышения качества продукции. Современный инженер должен владеть вопросами испытаний изделий, анализа их результатов.

Вопросы продления срока службы изделий также актуальны в современном мире. Повышение долговечности приборов позволит сэкономить значительные материальные средства. Основные пути для этого – правильная организация эксплуатации изделий и совершенствование методов и средств их ремонта.

### **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Сборка, испытания, эксплуатация и ремонт приборов» относится к циклу специальных дисциплин и является завершающей в технологической подготовке инженера по приборостроению.

Целью данной дисциплины является изучение технологических процессов сборки, регулировки и ремонта типовых узлов измерительной техники, видов их испытаний и применяемого при этом оборудования.

Студент должен иметь представление о теоретических подходах в решении тех или иных проблем сборки, испытаний, эксплуатации и ремонта приборов.

Студент должен знать:

- технологию сборки типовых узлов приборов;
- основные виды и способы проведения испытания приборов;
- планирование работ, связанных со сборкой, испытаниями, монтажом, техническим обслуживанием и ремонтом приборов.

Студент должен владеть:

- проблемами ремонтпригодности, направлениями и методами их решения при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте;
- методикой определения и устранения неисправностей сложных современных средств измерения и бытовой техники.

Студент должен уметь использовать:

- современные технологии для сборки и восстановления типовых узлов приборов;
- знание технологических процессов сборки типовых узлов приборов для их конструирования.

Студент должен иметь опыт:

- в выявлении и устранении наиболее типовых дефектов современных приборов различного назначения;
- проведения испытаний приборов.

## **1. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ**

### **1.1. Введение**

Изделия, виды изделий. Жизненный цикл изделия. Основные понятия и определения: изделие, деталь, сборочная единица, комплекс, комплект, сборка, испытания, эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт, утилизация.

Литература: [1, с. 3,4], [2].

## **1.2. Сборка типовых узлов приборов**

Понятие о технологическом процессе сборки. Виды технологических процессов сборки. Сборка неразъемных соединений (прессовых, сварных, клеевых). Сборка разъемных неподвижных соединений (резьбовых, шпоночных, шлицевых, штифтовых). Стопорение крепежных деталей.

Литература: [1, с. 4 – 24], [3, с. 215 – 231], [4, с. 34 – 58].

Сборка узлов с опорами качения. Сборка узлов с опорами скольжения. Сборка направляющих качения. Сборка направляющих скольжения. Сборка упругих направляющих. Контроль качества сборки направляющих. Сборка механизмов передачи движения (зубчатых, фрикционных, ременных, цепных, винтовых). Сборка механических деталей с оптическими.

Литература: [1, с. 24 – 41], [4, с. 73 – 156].

Сборка электронных компонентов приборов. Виды монтажа электронных компонентов. Внутриблочный и межблочный монтаж. Изготовление коммутационных плат и намоточных изделий. Регулировка электронных компонентов.

Литература: [3, с. 95 – 328].

Охрана труда и техника безопасности при сборке.

Литература: [4, с. 252 – 267].

## **1.3. Испытания приборов**

Классификация испытаний и способов их проведения. Механические испытания. Испытания на виброустойчивость. Испытания на ударную прочность. Испытания на воздействие акустического шума. Климатические испытания. Температурные испытания. Испытания на воздействие солнечного излучения. Испытания на влагоустойчивость. Испытания на воздействие пыли. Испытания на воздействие соляного тумана.

Испытания на воздействие атмосферного и гидравлического давлений, на водонепроницаемость. Электрические испытания. Радиационные испытания. Испытания на биостойкость. Испытания на воздействие ультранизких давлений и криогенных температур. Испытания на воздействие ионизирующих излучений. Организация испытаний. Испытания приборов на соответствие требованиям безопасности. Охрана труда и техника безопасности при испытаниях приборов.

Литература: [1, с. 68 – 89], [5].

#### **1.4. Эксплуатация приборов**

Основные процессы эксплуатации приборов (техническое обслуживание, поверка, транспортирование, хранение). Опытная эксплуатация приборов. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации приборов.

Литература: [1, с. 90 – 103].

#### **1.5. Диагностика и ремонт приборов**

Диагностирование приборов. Ремонтпригодность приборов. Общие сведения о ремонтпригодности. Критерии ремонтпригодности. Меры обеспечения ремонтпригодности. Поиск неисправностей и отказавших элементов. Обеспечение приборов запасными частями. Ремонтсложность прибора. Дефектация приборов. Организация ремонта. Технология ремонта. Типовые технологические процессы ремонта. Ремонт типовых узлов приборов. Методы восстановления деталей приборов (механической обработкой на новый размер, пластической деформацией, сваркой, наплавкой, напылением, металлизацией, электролитическими методами, приклеиванием, заливкой жидким металлом, заливкой пластмассой, нанесением металлокерамического слоя, ХАДО и РВС, изменением конструкции).

Литература: [1, с. 105 – 179], [6, с. 55 – 269].

Охрана труда и техника безопасности при ремонте приборов.

Литература: [6, с. 450 – 460].

## **2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

1. Разработка технологического маршрута сборки.
2. Сборка опор качения на радиально-упорных шарикоподшипниках.
3. Контроль качества сборки направляющей качения.
4. Настройка измерительного устройства, сопрягаемого с ЭВМ.
5. Регулировка автоматического самопишущего потенциометра.
6. Испытания трансформатора на соответствие требованиям нормативной документации.
7. Испытания прибора на соответствие требованиям безопасности.
8. Диагностирование и регулировка электрической схемы прибора.

## **3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради или на листах формата А4. Объем работы – 15-20 листов, включая схемы. Работа состоит из двух заданий. Вариант задания № 1 выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки.

Задание № 1 предусматривает проработку отдельных вопросов теоретического курса. Необходимо дать подробные ответы на поставленные вопросы.

## **Варианты задания № 1**

### **Вариант 1**

1. Виды сборочных соединений.
2. Ремонт резьбовых соединений.

### **Вариант 2**

1. Типовые технологические процессы сборки.
2. Виды монтажа электронных компонентов и их сборка.

### **Вариант 3**

1. Сборочные приспособления.
2. Ремонт подшипников скольжения.

### **Вариант 4**

1. Сборка опор скольжения.
2. Организация ремонта приборов..

### **Вариант 5**

1. Сборка опор качения.
2. Ремонт шпоночных соединений.

### **Вариант 6**

1. Сборка направляющих скольжения.
2. Упрочняющая обработка.

### **Вариант 7**

1. Сборка направляющих качения.
2. Методы поиска неисправностей.

### **Вариант 8**

1. Контроль направляющих скольжения и качения.
2. Ремонтопригодность и ремонтосложность приборов.

#### Вариант 9

1. Статическая балансировка подвижных узлов.
2. Техническое обслуживание, транспортирование и хранение приборов.

#### Вариант 10

1. Динамическая балансировка подвижных узлов.
2. Биологические испытания приборов.

#### Вариант 11

1. Технологические процессы изготовления узлов с электрическими обмотками.
2. Испытания на воздействие ультранизких давлений и криогенных температур.

#### Вариант 12

1. Сборка узлов с оптическими элементами.
2. Испытания на воздействие ионизирующих излучений.

#### Вариант 13

1. Температурные испытания приборов.
2. Ремонт зубчатых колес.

#### Вариант 14

1. Испытания на влагоустойчивость.
2. Обеспечение приборов запасными частями.

#### Вариант 15

1. Испытания на воздействие солнечного излучения.
2. Восстановление деталей методом наплавки.

#### Вариант 16

1. Испытания на воздействие пыли и солевого тумана.
2. Нанесение покрытий при восстановлении деталей.

#### Вариант 17

1. Испытания на воздействие атмосферного и гидравлического давлений.
2. Инструмент и приспособления для ремонта.

#### Вариант 18

1. Испытания на виброустойчивость и вибропрочность.
2. Дефектация и диагностирование приборов.

#### Вариант 19

1. Испытания на ударную прочность.
2. Диагностика приборов.

#### Вариант 20

1. Испытания на воздействие акустического шума.
2. Опытная эксплуатация приборов.

#### Вариант 21

1. Регулировка и градуировка приборов.
2. Ремонт электронных узлов приборов.

#### Вариант 22

1. Типовые технологические процессы ремонта.
2. Сборка опор с трением скольжения.

#### Вариант 23

1. Упрочнение деталей методами пластического деформирования.
2. Температурные испытания приборов.

#### Вариант 24

1. Испытания приборов на воздействие акустического шума.
2. Сборка направляющих скольжения.

## Вариант 25

1. Сборка направляющих качения.
2. Испытания на виброустойчивость и вибропрочность.

### Задание № 2

В задании № 2 требуется составить технологический маршрут сборки узла, чертеж которого выдает преподаватель, или студент находит самостоятельно. Задание рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) Составление схемы деления изделия на элементы.
- 2) Составление технологического маршрута сборки входящих сборочных единиц.
- 3) Составление технологического маршрута сборки изделия в целом.

При описании отдельных сборочных операций необходимо указать содержание операции, применяемый инструмент и приспособления.

### Л и т е р а т у р а

1. Сборка, испытания, эксплуатация и ремонт приборов: Учебное пособие./ А.С.Козерук, Р.В.Фёдорцев, В.И.Шамкалович и др. – Мн.: БГПА, 2000. – 184 с.
2. ГОСТ 2.101–68. Виды изделий
3. Достанко А.П., Панин В.Л., Хмыль А.А., Ануфриев Л.П. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства. – Мн.: Вышэйшая школа, 2002.
4. Покровский Б.С. Механосборочные работы и их контроль. – М.: Высшая школа, 1989.
5. ГОСТ 26104–89. Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний.
6. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.

7. Асс Б.А., Уразаев З.Ф., Мясников Б.Я. Сборка, регулировка и испытание авиационных приборов. – М.: Машиностроение, 1969. – 311 с.

8. Балабанов А.Н., Канарчук В.Е. Справочник технолога мелкосерийных и ремонтных производств. – Киев: Вища школа, 1983. – 256 с.

9. Волковик Е.А. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.

10. Зерний Ю.В. Сборка и регулировка приборов точной механики: Учеб. Пособие. – М.: Всесоюзный заочный машиностроительный институт, 1984. – 88 с.

11. Коробов А.И. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование. – М.: Радио и связь, 1987. – 271 с.

12. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники/Под ред. В.А.Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 238 с.

13. Молодык Н.В., Лангрет Б.А., Бредун А.К. Восстановление деталей машин. – Киев: Урожай, 1985. – 160 с.

14. Муханов И.И. Импульсная упрочняюще-чистовая обработка деталей машин ультразвуковым инструментом. – М.: Машиностроение, 1987. – 44 с.

15. Недельский Г.В. Монтаж и ремонт торгово-технологического оборудования. – М.: Экономика, 1981. – 311 с.

16. Основы ремонта машин/Под ред. Ю.Н.Петрова. – М.: Колос, 1972. – 527 с.

17. Основы эксплуатации средств измерений / Под ред. Р.П.Покровского. – М.: Радио и связь, 1984. – 183 с.

18. Ремонт машин / Под общ. ред. И.Е.Ульмана. – М.: Колос, 1976. – 448 с.

19. Руденко П.А., Горохов В.А., Молодык Н.В., Буряк Л.Е. Повышение качества восстановления деталей машин / Под общ. ред. Н.В.Молодыка. – Киев: Урожай, 1978. – 176 с.

20. Технологические рекомендации по применению методов восстановления деталей машин. – М.: ГОСНИТИ, 1976. – 126 с.

21. Шейнгольд Е.М., Нечаев Л.Н. Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. – Л.: Машиностроение, 1973. – 399 с.

**Примечание:** учебное пособие [1] не рекомендуется для выполнения контрольной работы.

## С о д е р ж а н и е

В в е д е н и е.....	3
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
1. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ	4
2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	7
3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	7
Л и т е р а т у р а.....	11

Учебное издание

**СБОРКА, ИСПЫТАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ  
ПРИБОРОВ**

Программа, методические указания и задания  
для студентов заочной формы обучения специальностей  
Т.06.01.00 «Приборостроение» и 1-38 01 01  
«Механические и электромеханические приборы и аппараты»

Составители: САВЧЕНКО Андрей Леонидович  
ФИЛОНОВА Марина Игоревна

Редактор Т.Н.Микулик  
Компьютерная верстка Л.М.Чернышевич

---

Подписано в печать 16.07.2003.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,6. Тираж 100. Заказ 512.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.