



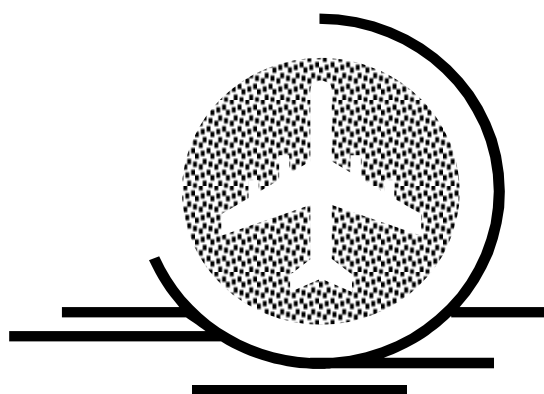
Томский государственный  
университет систем управления и  
радиоэлектроники

---

В.Г. Козлов

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

методические указания по практическим занятиям, лабораторным  
работам и самостоятельной работе студентов



ТОМСК 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ, ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Специальность “Техническая эксплуатация транспортного  
радиооборудования”

Радиоконструкторский факультет  
Кафедра “Конструирования и производства радиоаппаратуры”

2018

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ЛЕКЦИИ .....</b>	<b>3</b>
<b>3 УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ.....</b>	<b>7</b>
3.1 Основная литература: .....	7
3.2 Дополнительная литература. ....	7
3.3 Перечень методических указаний . ....	8
3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях....	8
3.5. Самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях...	10
<b>4. СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ” .....</b>	<b>11</b>
<b>5. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АУДИТОРНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТ.....</b>	<b>13</b>
5.1. Рейтинговая система оценки качества в девятом семестре, заканчивающимся зачётом. ....	13
5.2. Рейтинговая система оценки качества в десятом семестре, заканчивающимся экзаменом.....	15
5.3 Методика формирования итоговой оценки по дисциплине.....	14
<b>6. ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....</b>	<b>18</b>
<b>7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВХОДЯЩИХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ.....</b>	<b>21</b>

## 1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе.

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания специальной дисциплины «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования (ТЭРЭО)» по специальности «Техническая эксплуатация транспортного оборудования» являются формирование у студентов системы знаний по теории технической эксплуатации радиооборудования (РЭО) и умения вести практическую работу по технической эксплуатации радиооборудования.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины:

1.2.1. В результате изучения курса студенты должны иметь представление:

- об организации и структуре службы технической эксплуатации в отрасли;
- об основных задачах и проблемах технической эксплуатации транспортного радиооборудования;
- о конструктивно-эксплуатационных свойствах транспортных средств и особенностях их технической эксплуатации;
- об управлении качеством технического обслуживания;
- о методах и средствах испытания РЭО в процессе эксплуатации.

1.2.2. В результате изучения курса студенты должны знать:

- моделирование процессов технического обслуживания с помощью теории массового обслуживания (ТМО) и с использованием сетевого графика;
- стратегии технического обслуживания радиоэлектронного оборудования (ТО РЭО) ;
- правила ведения контроля правильности оформления производственной документации;
- основы сетевого планирования и управления качеством ТО;
- основную документацию при технической эксплуатации РЭО;
- основы материально-технического и кадрового обеспечения эксплуатации РЭО;
- методику оценки характеристик контролепригодности объекта эксплуатации;
- методику расчета показателей эффективности процессов технической эксплуатации (ТЭ);

- методику оценки функционального состояния радиоэлектронного оборудования по данным систем регистрации и контроля;
- методы управления эффективностью процесса технической эксплуатации; расчета оптимальной периодичности технического обслуживания ;
- методы выполнения всех форм технического обслуживания, поиска, и устранения отказов в объекте эксплуатации;
- основы теории технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования и методы построения систем эксплуатации с заданными характеристиками;
- методы расчета основных характеристик изделий как объектов эксплуатации . оценки влияния эксплуатационных режимов на надежность и другие характеристики изделий;
- методы оценки качества работы радиоэлектронного оборудования по данным устройств регистрации;
- общие сведения по технической диагностике (ТД);
- правила выдачи рекомендаций по локализации отказов объектов эксплуатации;
- методы и средства контроля и диагностирования;
- основные положения теории прогнозирования технического состояния;
- теоретические и практические рекомендации по обнаружению и устранению неисправностей в узлах РЭО и по предотвращению отказов;
- положения по осуществлению технического обучения.

1.2.3. В результате изучения курса студенты должны уметь:

- использовать и рассчитывать показатели качества технического обслуживания;
- рассчитывать периодичность и продолжительность профилактических работ;
- производить расчет запаса агрегатов и материалов на планируемый период, то есть рассчитывать количество запасного имущества и принадлежностей (ЗИП) не восстанавливаемых элементов и потребное количество ремонтируемых блоков или узлов РЭО;
- рассчитывать показатели ремонтпригодности по результатам испытаний или эксплуатации с заданной точностью и достоверностью;
- рассчитывать допуски на параметры РЭО с учетом эксплуатационных факторов (температура окружающей среды и старения элементов);

1.2.4. В результате изучения курса студенты должны иметь опыт использования современной вычислительной техники для моделирования или исследования радиотехнических узлов и систем и для решения прикладных задач технической эксплуатации.

1.3. Перечень дисциплин и разделов (тем), необходимых студентам для изучения данной дисциплины.

Данная дисциплина является федеральным СД.Ф2 компонентом в цикле рабочего учебного плана. Изучение дисциплины «Техническая эксплуатация РЭО» предполагает глубокую подготовку по всем разделам дисциплины

плин “Теория надежности”, “Теория массового обслуживания в управлении процессами гражданской авиации”, а также знание раздела “Дифференциальное и интегральное исчисление” дисциплины “Математика”. Дисциплина является базовой для специальных дисциплин, а также для дипломного проектирования.

## 2. Содержание дисциплины.

2.1. Наименование тем, их содержание, объём в часах лекционных занятий.

Девятый семестр. Лекции (26 ч; самостоятельная работа 8 ч.)

2.1.1. Тема 1. Введение Организация самостоятельной работы студентов, рейтинговая оценка успеваемости (2 ч).

2.1.2. Тема 2. Организация и структура службы технической эксплуатации отрасли и пути её совершенствования ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.3. Тема 3. Стратегии технического обслуживания (ТО) РЭО. Виды и методы ТО РЭО. Основы теории технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования и методы построения систем эксплуатации с заданными характеристиками ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.4. Тема 4. Показатели качества ТО (4 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.5. Тема 5. Моделирование процессов ТО (4 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.6. Тема 6. Методы управления эффективностью процесса технической эксплуатации. Расчет оптимальной периодичности технического обслуживания ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.7. Тема 7. Расчет ремонтпригодности РЭО ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.8. Тема 8. Сетевое планирование ТО (2 ч).

2.1.9. Тема 9. Материально-техническое и кадровое обеспечение эксплуатации РЭО ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.10. Тема 10. Учет эксплуатационных факторов при расчете допусков (4 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

Десятый семестр. (30 ч; самостоятельная работа 10 ч.)

2.1.11. Тема 11. Основная документация при технической эксплуатации РЭО (4 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.12. Тема 12. Общие сведения по технической диагностике (ТД) ( 2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.13. Тема 13. Методы контроля и диагностирования (2 ч).

2.1.14. Тема 14. Методы разработки и определения диагностических показателей РЭО (3 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.15. Тема 15. Прогнозирование состояния и качества РЭО (4 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.16. Тема 16. Применение методов интегральной диагностики при контроле и прогнозировании работоспособности ЭРЭ в РЭО (2 ч.).

2.1.17. Тема 17. Основы теории испытаний (3 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.18. Тема 18. Программы и методики проведения испытаний при эксплуатации РЭО (2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.19. Тема 19. Испытания на механические воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО (2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.20. Тема 20. Испытания на климатические воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО (2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.21. Тема 21. Испытания на биологические, химические, технологические, космические и радиационные воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО (2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.1.22. Тема 22. Хранение РЭО (2 ч., самостоятельная работа 1 ч.).

2.2. Темы для самостоятельного изучения с целью расширения знаний по разделам

Девятый семестр.

2.2.1. Организация и структура службы технической эксплуатации отрасли.

2.2.2. Стратегии технического обслуживания (ТО) РЭО.

2.2.3. Показатели качества ТО.

2.2.4. Моделирование процессов ТО.

2.2.5. Методы управления эффективностью процесса технической эксплуатации. Расчет оптимальной периодичности технического обслуживания.

2.2.6. Расчет ремонтпригодности РЭО.

2.2.7. Материально-техническое и кадровое обеспечение эксплуатации РЭО.

2.2.8. Учет эксплуатационных факторов при расчете допусков.

Десятый семестр.

2.2.9. Основная документация при технической эксплуатации РЭО.

2.2.10. Общие сведения по технической диагностике.

2.2.11. Методы разработки и определения диагностических показателей РЭО.

2.2.12. Прогнозирование состояния и качества РЭО.

2.2.13. Основы теории испытаний.

2.2.14. Программы и методики проведения испытаний при эксплуатации РЭО.

2.2.15. Испытания на механические воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО.

2.2.16. Испытания на климатические воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО.

2.2.17. Испытания на биологические, химические, технологические, космические и радиационные воздействия, возникающие при эксплуатации РЭО.

2.2.18. Хранение РЭО.

3. Учебно-методические материалы по дисциплине и самостоятельная работа студентов на практических и лабораторных занятиях

Учебно-методические материалы по дисциплине

3.1 Основная литература.

3.1.1. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования: Учебное пособие / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 133 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1276>.

3.1.2. Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Козлов В. Г., Масалов Е. В., Шостак А. С., Татаринов В. Н. - Томск, ТУСУР, – 2012. 171 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1256>.

3.1.3. Теория массового обслуживания: Учебное пособие/ Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 57 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1275>.

3.2. Дополнительная литература.

3.2.1. Леонов А.И., Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой РЭА. – М.: Легпромбытиздат, 1991. - 272 с. Экземпляры всего: 5, анл (2), аул (3).

3.2.2. Алексеенко А. Я. Адерихин И. В. Эксплуатация радиотехнических комплексов. – М.: Воениздат, 1980. - 222 с. Экземпляры всего: 12, анл (6), аул (4), счз1 (1), счз5 (1).

3.2.3. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1988. . - 255[1] с. Экземпляры всего: 12, анл (7), аул (3), счз1 (2).

3.2.4. Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры : Учебное пособие для вузов / Б. П. Хабаров, Г. В. Куликов, А. А. Парамонов ; ред. : Г. В. Куликов. - М. : Горячая линия -Телеком, 2004. - 376 с. Экземпляры всего: 32, анл (5), счз1 (1), счз5 (1), аул (25).

3.2.5. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 138 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1274>.



### 3.3. Перечень методических указаний

3.3.1. Салмина Н. Ю. Моделирование систем: методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 230102 "Автоматизированные системы обработки информации и управления" Ч. 1. - Томск : ТУСУР, 2006. - 60 с. Экземпляры всего: 27, анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (17).

3.3.2. Салмина Н. Ю. Моделирование систем : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 230102 "Автоматизированные системы обработки информации и управления" Ч. 2. - Томск: ТУСУР, 2006. - 48 с. Экземпляры всего: 48, анл (5), счз1 (5), счз5 (2), аул (36).

3.3.3. Салмина Н. Ю. Моделирование систем: программа, методические указания и контрольные работы для студентов-заочников специальности 230102. - Томск : ТУСУР, 2006. - 68 с. Экземпляры всего: 9, анл (4), счз1 (3), счз5 (2).

3.3.4. Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям и по самостоятельной работе студентов. По дисциплине «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования» для специальности 160905 / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 25 с.

[//edu.tusur.ru/training/publications/](http://edu.tusur.ru/training/publications/) .

### 3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях

Девятый (осенний) семестр: 5 занятий – 10ч, самостоятельная работа 12 ч.

Десятый (весенний) семестр: 4 занятия – 8ч, самостоятельная работа 10 ч.

3.4.1. Содержание и цель практических занятий и особенности проведения этих занятий

3.4.1.1. Практические занятия, их содержание и объём в часах.

Девятый семестр.

1. Расчет ремонтпригодности (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2. Расчет периодичности и продолжительности профилактических работ (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

3. Расчет количества ЗИП невосстанавливаемых элементов (3 ч., самостоятельная работа 4 ч.).

4. Расчет ЗИП ремонтируемых блоков и узлов (3 ч., самостоятельная работа 4 ч.).

Десятый семестр.

5. Синтез алгоритма поиска места отказа на базе информационной модели (2 ч., самостоятельная работа 3 ч.).

6. Использование статистических данных по отказам при составлении алгоритма поиска места отказа (2 ч., самостоятельная работа 3 ч.).

7. Расчёт замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием (4 ч., самостоятельная работа 4 ч.).

3.4.1.2. Цель практических занятий и особенности проведения этих занятий

Целью проведения практических занятий в девятом семестре является освоение студентами методов расчёта ремонтпригодности, периодичности и продолжительности профилактических работ, количества ЗИП невосстанавливаемых элементов и ремонтируемых блоков и узлов. Примеры расчётов ремонтпригодности, периодичности и продолжительности профилактических работ и многовариантные задачи для проведения этих расчётов приведены в основной литературе 3.1.1. Примеры расчётов количества ЗИП невосстанавливаемых элементов и ремонтируемых блоков и узлов приведены в дополнительной литературе 3.2.1.

Целями проведения практических занятий в десятом семестре является освоение студентами методов расчёта замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием и синтеза алгоритма поиска места отказа. Примеры расчёта замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием и синтеза алгоритма поиска места отказа на базе информационной модели и многовариантные задачи для проведения этих расчётов приведены в основной литературе 3.1.1. Примеры использования статистических данных по отказам при составлении алгоритма поиска места отказа приведены в дополнительной литературе 3.2.4.

Практические занятия направлены на закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях и при изучении рекомендованной литературы согласно рабочей программе дисциплины. Предусмотрены практические занятия с решением задач. В ходе практических занятий проводится оценивание теоретических знаний и умений студентов по итогам решения задач. Практические (семинарские) занятия проводятся в увязке с рассмотрением соответствующих вопросов на лекциях. Опрос и проверка остаточных знаний по вопросам проводятся как во время практических занятий, так и во время лекций.

### 3.5. Самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях

Девятый (осенний) семестр: 2 занятия – 8 ч, самостоятельная работа  
12 ч.

Десятый (весенний) семестр: 2 занятия – 8ч, самостоятельная работа  
10 ч.

3.5.1. Содержание и цель лабораторных занятий и особенности проведения этих занятий

#### 3.4.1.1. Лабораторные занятия, их содержание и объём в часах.

Девятый семестр.

1. Граничные испытания для оценки запаса параметрической надёжности с использованием математического моделирования (4 ч).

2. Сравнительные функциональные испытания для оценки стабильности модели усилительных каскадов при изменении температуры (4 ч).

Десятый семестр.

3. Функциональные испытания модели РЭУ с использованием метода планирования факторного эксперимента (8 ч).

3.5.1 Цель лабораторных занятий и особенности их проведения

Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе.

Цель работы «Граничные испытания для оценки запаса параметрической надёжности с использованием математического моделирования»:

Ознакомить студентов с методикой проведения граничных испытаний математической модели применительно к стабилизатору напряжения бортовой радиостанции для оценки запаса параметрической надёжности при изменении температуры эксплуатации в широком диапазоне.

Цель работы «Сравнительные функциональные испытания для оценки стабильности модели усилительных каскадов при изменении температуры» – на примере входных каскадов усилителя обучить студентов проведению функциональных сравнительных испытаний стабильности выходного параметра математических моделей РЭС при изменении температуры эксплуатации в широком диапазоне.

Цели работы «Функциональные испытания модели РЭУ с использованием метода планирования факторного эксперимента»:

- обучение студентов составлению планов полного факторного эксперимента (ПФЭ);

- обучение студентов проведению функциональных испытаний математической модели РЭУ с использованием метода планирования полного факторного эксперимента при изменении температуры, напряжения питания и параметров элементов в процессе эксплуатации;

- обучение студентов обработке результатов ПФЭ с целью получения математического описания функционирования РЭУ в виде полинома, дающего зависимость выходного параметра РЭУ от первичных параметров.

Занятия проводятся с использованием основной литературы 3.1.1., где приведены описания лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к лабораторным работам и в оформлении отчетов по лабораторным работам с результатами расчётов и с ответами на контрольные вопросы. Подготовка к лабораторным работам оценивается преподавателем, который допускает студентов к выполнению этих работ. Студенты, имеющие собственные компьютеры, могут полностью проделать лабораторные работы, выданные по индивидуальным заданиям, в домашних условиях. Защита отчета по лабораторным работам оценивается преподавателем с учётом правильности результатов расчётов, качества оформления и качества ответов на вопросы.

#### 4. Сводные данные по самостоятельной работе студентов по дисциплине “Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования”

Для успешного усвоения дисциплины студент должен систематически изучать лекционный материал и выполнять практические задания и активно работать на практических занятиях. Источники из перечня обязательной, дополнительной и методической литературы содержат необходимый объём материалов для освоения дисциплины.

Для систематической проработки лекционного материала студенту выделяется 8 часов самостоятельной работы в девятом семестре и 10 часов в десятом семестре.

Для успешной подготовки к практическим занятиям, для выполнения домашних заданий по практическим занятиям в виде решённых дома задач и для подготовка к контрольным работам студенту выделяется 12 часов самостоятельной работы в девятом семестре и 10 часов в десятом семестре.

Таблицы 4.1 и 4.2 содержат сводные данные по самостоятельной работе студентов в этих семестрах.

Таблица 4.1 Сводные данные по самостоятельной работе студентов в девятом семестре

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	8	Опрос (имеется 55 вопросов для контроля усвоения разделов дисциплины и для проверки остаточных знаний при проведении зачёта)
2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	12	Допуск к лаб. работам. Защита отчета по лабораторным работам.
3.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	Опрос на практических занятиях по тестам и проверка остаточных знаний по вопросам.
	Всего часов самостоятельной работы	32	

Таблица 4.1 Сводные данные по самостоятельной работе студентов в десятом семестре

№ п/п	Наименование работы	Кол-в часов	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала и подготовка к экзамену	10	Опрос (имеется 30 экзаменационных билетов и 55 вопросов для проверки остаточных знаний) Сдача экзамена
2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	10	Допуск к лаб. работам. Защита отчета по лабораторным работам.
3.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	Опрос на практических занятиях по тестам и проверка остаточных знаний по вопросам.
4.	Подготовка к экзамену	8	Сдача экзамена
	Всего часов самостоятельной работы	38	

## 5. Рейтинговая система оценки качества аудиторной и самостоятельной работ

### 5.1. Рейтинговая система оценки качества в девятом семестре, заканчивающимся зачётом

По дисциплине «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования» устанавливается рейтинговая система учета и контроля учебной деятельности студентов. Распределение баллов в течение семестра приведено в таблице 5.1.

Оценка текущих знаний студентов определяется в соответствии с «Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов» (приказ ректора от 25.02.2010 № 1902).

Максимальный объем рейтинговой оценки знаний студентов по данной дисциплине составляет 100 баллов.

Студенты, набравшие 60 баллов и более, автоматически получают зачет; набравшие менее 60 баллов, для получения зачета проходят отдельное собеседование с преподавателем по темам дисциплины.

Таблица 5.1 - Балльные оценки для элементов контроля знаний (зачет).

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1 КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	12	12	12	36
Выполнение практических занятий, домашних заданий и проверка остаточных знаний по вопросам, тестам и по оценкам за контрольные работы	12	12	12	36
Выполнение и защита результатов лабораторных работ	0	10	10	20
Компонент своевременности	2	3	3	8
Итого максимум за период:	26	37	37	100
Сдача зачета				
Нарастающим итогом	26	63	100	100

Пересчет баллов в оценки традиционную и международную за контрольные точки осуществляется согласно положению о рейтинговой системе и приведен в таблицах 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2 - Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Внутрисеместровая аттестация за КТ-1 и КТ-2 производится согласно следующей рейтинговой раскладке:

Оценка за КТ-1	Оценка за КТ-2
«ОТЛ» 29...34 баллов	«ОТЛ» 57...68 баллов
«ХОР» 21...28 баллов	«ХОР» 45...56 баллов
«УДОВ» 13...16 баллов	«УДОВ» 34...44 баллов
«НЕУД» менее 13 баллов	«НЕУД» менее 34 баллов

Таблица 5.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 - 64	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Бальная оценка выполнения практических занятий по дисциплине «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования» в течение семестра приведена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Бальная оценка выполнения практических занятий в девятом семестре

№ зан.	Тема практических занятий	Количество баллов
1	Расчет ремонтпригодности (2 ч).	8
2	Расчет периодичности и продолжительности профилактических работ (2 ч).	8
3,4	Расчет количества ЗИП невосстанавливаемых элементов (3 ч).	10
4,5		10
	Всего баллов	36

Таблица 5.5 - Бальная оценка выполнения лабораторных занятий в девятом семестре

№ зан.	Тема лабораторных занятий	Количество баллов
1	Граничные испытания для оценки запаса параметрической надёжности с использованием математического моделирования (4 ч).	10
2		10
	Сравнительные функциональные испытания для оценки стабильности модели усилительных каскадов при изменении температуры (4 ч).	
	Всего баллов	20

Согласно действующему положению о рейтинговой системе текущая посещаемость и рейтинговые баллы фиксируются в групповом журнале преподавателя. В контрольные точки семестра текущий рейтинг по дисциплине фиксируется в ведомости текущей успеваемости, передаваемой в деканат.

## 5.2. Рейтинговая система оценки качества в десятом семестре, заканчивающимся экзаменом

### 5.2.1 Бальная раскладка отдельных элементов контроля по видам занятий

По дисциплине «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования» устанавливается рейтинговая система учета и контроля учебной деятельности студентов. Распределение баллов в течение семестра приведено в таблице 4.6. Оценка текущих знаний студентов определяется в соответствии с «Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов» (приказ ректора от 25.02.2010 № 1902).



Таблица 5.6– Распределение баллов для дисциплины «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования», завершающейся экзаменом и содержащей 15 лекций (30 часов), 2 лабораторные работы (8 часов) и 4 практические занятия (8 часов)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1 КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	5	5	5	15
Выполнение практических занятий, домашних заданий и проверка остаточных знаний по вопросам и по оценкам за контрольные работы	9	9	9	27
Выполнение и защита результатов лабораторных работ	0	10	10	20
Компонент своевременности	2	3	3	8
Итого максимум за период:	16	27	27	70
Сдача экзамена (максимум)				30
Нарастающим итогом	16	43	70	100

## 5.2.2. Методика формирования пятибалльных оценок в контрольные точки

Таблица 5.7 – Правила перевода рейтинга для дисциплины «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования», завершающейся экзаменом

	КТ-1	КТ-2	Экзамен
Максимальный текущий рейтинг	13	36	100
5 «отлично»	12 – 13	32 – 36	90 – 100
4 «хорошо»	9 – 11	25 – 31	70 – 89
3 «удовлетворительно»	7 – 8	21 – 24	60 – 69
2 «неудовлетворительно»	менее 7	менее 21	менее 59
Допуск к экзамену	не менее 60		

Таблица 5.8 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

<b>Баллы на дату контрольной точки</b>	<b>Оценка</b>
90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

## 5.2.3 Методика формирования итоговой оценки по дисциплине

5.2.3.1 В преподавании используются учебные пособия 3.1.1., 3.1.2 и 3.1.3. из списка основной литературы, а также пособия 3.2.1 и 3.2.4. из списка дополнительной литературы Они содержат необходимый материал для самостоятельной работы.

5.2.3.2 Преобразование суммы баллов в традиционную оценку происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины, т.е. после успешной сдачи экзамена.

5.2.3.3 По дисциплине предусмотрен экзамен, проведение которого является обязательным. При этом балльная оценка в соотношении 70/30 распределяется на две составляющие: семестровую и экзаменационную. 70 баллов можно получить за текущую работу в семестре, а 30 баллов – за ответы на экзамене.

5.2.3.4 Для стимулирования плановости работы студента в семестре в раскладку баллов по элементам контроля введен компонент своевременности, который применяется только для студентов, без опозданий отчитывающихся по предусмотренным элементам контроля.

5.2.3.5 На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается в баллах нарастающим итогом.

5.2.3.6 Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ.

5.2.3.7 Экзаменационная составляющая балльной оценки входит в итоговую сумму баллов. Методика выставления баллов за ответы на экзамене – до 15 баллов за каждый из 2-х вопросов в билете.

5.2.3.8 Неудовлетворительной сдачей экзамена считается экзаменационная составляющая менее 10 баллов. При неудовлетворительной сдаче экзамена (<10 баллов) или неявке по неуважительной причине на экзамен экзаменационная составляющая приравнивается к нулю (0). В этом случае студент в установленном в ТУСУРе порядке обязан пересдать экзамен.

6. Вопросы для контроля остаточных знаний в результате самостоятельной работы студентов

1. Стадии жизненного цикла радиооборудования.

2. Классификация состояний радиооборудования.

3. Техническая диагностика (ТД) – как процесс получения информации о техническом состоянии (ТС).

4. Граф изменений ТС при эксплуатации РЭО при наличии системы ТО и ремонта (СТО и Р).

5. База эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭР-ТОС) гражданской авиации (ГА). Ее структура, основные задачи и хозяйственная деятельность.

6. Основные соотношения между периодом профилактических работ и средней продолжительностью технического обслуживания (ТО).

7. Стратегии технического обслуживания (ТО) РЭО.

8. Виды ТО (оперативное – ТО – 1, периодическое или недельное – ТО – 2, месячное – ТО – 3, квартальное – ТО – 4, полугодовое – ТО-5, годовое – ТО-6, сезонное ).

9. Методы технического обслуживания ТО: регламентированный метод и метод обслуживания по состоянию. ТО по наработке. Стратегия ТО по состоянию (ТОС). Разновидности ТОС: смешанная стратегия и ТО с контролем по уровню надёжности. Стратегия ТО по наработке (ТОН).

10. Структурные схемы алгоритмов ТО по наработке (ТОН) и ТО по состоянию.

11. Примеры применения теории массового обслуживания (ТМО) к задачам эксплуатации (определение коэффициентов готовности и простоя;

определение показателей надежности резервированных систем; определение потребного количества каналов обслуживания и их производительности).

12. Распределение времени текущего ремонта (экспоненциальное распределение и распределение Эрланга). Расчет ремонтпригодности.

13. Сетевой график, его элементы и правила построения. Расчет основных параметров сетевого графика и его оптимизация.

14. Среднее время между профилактиками и его оптимизация с целью уменьшения коэффициента простоя. Средняя продолжительность ТО.

15. Общие положения о комплектации РЭО запасным имуществом и принадлежностями.

16. Влияние температуры окружающей среды, нестабильности питающих напряжений и старение на погрешность выходных параметров РЭО.

17. Методы достижения требуемой точности выходных параметров при ремонте РЭО: полной и неполной взаимозаменяемости, групповой взаимозаменяемости, регулировки и подгонки.

18. Задачи технической диагностики. Система технического диагностирования (СТД) как подсистема системы СТО и Р.

19. Понятие о диагностических параметрах (ДП), о прогнозировании технического состояния, об алгоритмах диагностирования и поиска места отказа (ПМО).

20. Составление алгоритма поиска места отказа (ПМО) радиоэлектронного оборудования на базе информационной модели.

21. Синтез алгоритма поиска места отказа (ПМО) радиоэлектронного оборудования по методу половинного деления.

22. Общие сведения о прогнозировании и его видах.

23. Метод минимального риска, используемый при прогнозировании.

24. Ускоренные испытания как разновидность прогнозирования.

25. Граничные испытания для оценки запаса параметрической надежности.

26. Общие сведения о разработке информационной функциональной диагностической модели графоаналитической модели и матрицы состояний, описывающих функционирование радиоэлектронного оборудования.

27. Общие сведения о планировании факторного эксперимента и его применении при функциональных испытаниях.

28. Роль схмотехнического компьютерного моделирования в технической диагностика (ТД) и в испытаниях радиооборудования.

29. Прогнозирование надежности приборов по уровню собственных шумов и по вольтамперной характеристике. Оценка качества контакта по уровню шума или уровню третьей гармоники.

30. Классификация испытаний по цели: по условиям осуществления, по продолжительности и по величине воздействующих нагрузок, по принципам осуществления, по степени и виду воздействия на испытываемое изделие, по времени проведения испытаний.

31. Способы проведения испытаний: последовательный, параллельный, последовательно-параллельный и комбинированный.
32. Содержание программы испытаний.
33. Содержание методики испытаний.
34. Испытания на воздействие вибрации. Определение резонансных частот испытываемых изделий, испытания на виброустойчивость и вибропрочность.
35. Устройство вибростендов.
36. Испытания на воздействие ударов. Особенности испытаний на удароустойчивость и ударопрочность.
37. Устройство установок для испытания радиооборудования на воздействие ударов.
38. Испытания на воздействие акустических шумов.
39. Испытательное оборудование при испытаниях на воздействие акустических шумов.
40. Структурная схема автоматического регулирования температуры и влажности в камерах.
41. Цель и условие проведения испытаний: на воздействие повышенных и пониженных температур, на циклическое изменение температуры.
42. Цель и условие проведения испытаний на термоудар.
43. Конструкция и принцип работы камеры тепла и влаги.
44. Способы получения повышенной и пониженной влажностей воздуха.
45. Цель и условие проведения испытаний на воздействие солнечного излучения. Камеры солнечной радиации. Источники и средства измерения солнечной радиации.
46. Цель и условие проведения испытаний на воздействие пониженного и повышенного атмосферного давления. Барокамеры. Термобарокамеры. Взаимосвязь параметров давления и температуры.
47. Цель и условие проведения испытаний на статическое и динамическое воздействие пыли. Камеры пыли. Средства оценки степени воздействия пыли на изделие. Методы испытаний.
48. Цель и условие испытаний на водонепроницаемость, влагозащитность и каплезащитность, на воздействие дождя и гидростатического давления.
49. Цель и условие испытаний на воздействие плесневых грибов. Особенности камер. Методы испытаний.
50. Цель и условие испытаний на коррозионно-активные воздействия.
51. Цели и условия испытаний на радиационные (ионизирующие) воздействия. Оборудование для воспроизведения излучений: ускорители, бетатроны и т.д. Основные параметры и характеристики. Средства измерений и регистрации параметров.
52. Сроки хранения РЭО: кратковременное и длительное. Требования к РЭО, ставящемуся на хранение. Способы консервации РЭО: нанесение защитных покрытий и герметизация.

53. Виды защитных покрытий: Консистентные и жидкие смазки, ингибиторы и органические плёнки. Требования, предъявляемые к защитным покрытиям. Методы герметизации при хранении: метод зачехления и метод заклейки.

54. Контрольные выборочные испытания по методам: однократной выборки; двукратной выборки; последовательных испытаний.

55. Принцип работы камеры тепла и холода.

7. Примерный перечень вопросов, входящих в экзаменационные билеты

#### Билет №1

1 Стадии жизненного цикла радиооборудования.

2 Общие сведения о планировании факторного эксперимента и его применении при функциональных испытаниях.

#### Билет №2

1 Состояния радиооборудования.

2 Среднее время между профилактиками и его оптимизация с целью уменьшения коэффициента простоя.

#### Билет №3

1.1.1.1 1 Техническая диагностика (ТД) – как процесс получения информации о техническом состоянии (ТС).

1.1.1.2 2 Роль схемотехнического компьютерного моделирования в технической диагностика (ТД) и в испытаниях радиооборудования.

#### Билет №4

1 Граф изменений технических состояний (ТС) при эксплуатации РЭО при наличии системы ТО и ремонта (СТО и Р).

2 Прогнозирование надежности приборов по уровню собственных шумов и по вольтамперной характеристике. Оценка качества контакта по уровню шума или уровню третьей гармоники.

#### Билет №5

1 База эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС) гражданской авиации (ГА). Ее структура, основные задачи и хозяйственная деятельность.

2 Классификация испытаний по цели: по условиям осуществления, по продолжительности и по величине воздействующих нагрузок, по принципам осуществления, по степени и виду воздействия на испытываемое изделие, по времени проведения испытаний.

#### Билет №6

- 1 Стратегии технического обслуживания (ТО) РЭО.
- 2 Способы проведения испытаний: последовательный, параллельный, последовательно-параллельный и комбинированный.

#### Билет №7

- 1 Математические модели систем ТО и ремонта (СТО и Р).
- 2 Содержание программы испытаний.

#### Билет №8

- 1 Виды ТО (оперативное – ТО – 1, периодическое или понедельное- ТО – 2, месячное – ТО – 3, квартальное -ТО – 4, полугодовое –ТО-5, годовое-ТО-6, сезонное ).
- 2 Содержание методики испытаний.

#### Билет №9

- 1 Методы технического обслуживания ТО: регламентированный метод и метод обслуживания по состоянию. ТО по наработке. Стратегия ТО по состоянию (ТОС). Разновидности ТОС: смешанная стратегия и ТО с контролем по уровню надёжности. Стратегия ТО по наработке (ТОН).
- 2 Испытания на воздействие вибрации. Определение резонансных частот испытываемых изделий, испытания на виброустойчивость и вибропрочность.

#### Билет №10

- 1 Структурные схемы алгоритмов ТО по наработке (ТОН) и ТО по состоянию.
- 2 Устройство вибростендов.

#### Билет №11

- 1 Примеры применения теории массового обслуживания (ТМО) к задачам эксплуатации (определение коэффициентов готовности и простоя; определение показателей надёжности резервированных систем; определение необходимого количества каналов обслуживания и их производительности).
- 2 Испытания на воздействие ударов. Особенности испытаний на удароустойчивость и ударопрочность.

#### Билет №12

- 1 Распределение времени текущего ремонта (экспоненциальное распределение и распределение Эрланга). Расчет ремонтпригодности.
- 2 Устройство установок для испытания радиооборудования на воздействие ударов.

#### Билет №13

1.1.1.3 1 Сетевой график, его элементы и правила построения. Расчет основных параметров сетевого графика и его оптимизация.

2 Испытания на воздействие акустических шумов.

Билет №14

1 Общие положения о комплектации РЭО запасным имуществом и принадлежностями.

2 Испытательное оборудование при испытаниях на воздействие акустических шумов.

Билет №15

1 Влияние температуры окружающей среды, нестабильности питающих напряжений и старение на погрешность выходных параметров РЭО.

2

Билет №16

1 Методы достижения требуемой точности выходных параметров при ремонте РЭО: полной и неполной взаимозаменяемости, групповой взаимозаменяемости, регулировки и подгонки.

2 Структурная схема автоматического регулирования температуры и влажности в камерах.

Билет №17

1 Задачи технической диагностики. Система технического диагностирования (СТД) как подсистема системы СТО и Р.

2 Цель и условие проведения испытаний: на воздействие повышенных и пониженных температур, на циклическое изменение температуры.

Билет №18

1 Понятие о диагностических параметрах (ДП), о прогнозировании технического состояния, об алгоритмах диагностирования и поиска места отказа (ПМО).

2 Цель и условие проведения испытаний на термоудар.

Билет №19

1 Составление алгоритма поиска места отказа (ПМО) радиоэлектронного оборудования на базе информационной модели.

2 Конструкция и принцип работы камеры тепла и влаги.

Билет №20

1 Синтез алгоритма поиска места отказа (ПМО) радиоэлектронного оборудования по методу половинного деления.

2 Способы получения повышенной и пониженной влажностей воздуха.

Билет №21



1.1.1.4 1 Общие сведения о прогнозировании и его видах

2 Цель и условие проведения испытаний на воздействие солнечного излучения. Камеры солнечной радиации. Источники и средства измерения солнечной радиации.

Билет №22

1 Метод минимального риска, используемый при прогнозировании.

2 Цель и условие проведения испытаний на воздействие пониженного и повышенного атмосферного давления. Барокамеры. Термобарокамеры. Взаимосвязь параметров давления и температуры.

Билет №23

1 Ускоренные испытания как разновидность прогнозирования.

2 Методы испытаний. Цель и условие проведения испытаний на статическое и динамическое воздействие пыли. Камеры пыли и их основные параметры. Средства оценки степени воздействия пыли на изделие. Методы испытаний.

Билет №24

1 Граничные испытания для оценки запаса параметрической надежности.

2 Цель и условие испытаний на водонепроницаемость, влагозащищенность и каплезащитность, на воздействие дождя и гидростатического давления.

Билет №25

1 Общие сведения о разработке информационной функциональной диагностической модели графоаналитической модели и матрицы состояний, описывающих функционирование радиоэлектронного оборудования.

2 Цель и условие испытаний на воздействие плесневых грибов. Особенности камер. Методы испытаний.

Билет №26

1 Стратегии технического обслуживания (ТО) РЭО.

2 Цель и условие испытаний на коррозионно-активные воздействия.

Билет №27

1 Математические модели систем ТО и ремонта (СТО и Р).

2 Цели и условия испытаний на радиационные (ионизирующие) воздействия. Оборудование для воспроизведения излучений: ускорители, бетатроны и т.д. Основные параметры и характеристики. Средства измерений и регистрации параметров.

Билет №28

1 Виды ТО (оперативное – ТО – 1, периодическое или понедельное- ТО – 2, месячное – ТО – 3, квартальное -ТО – 4, полугодовое –ТО-5, годовое-ТО-6, сезонное ).

2 Сроки хранения РЭО: кратковременное и длительное. Требования к РЭО, ставящемуся на хранение. Способы консервации РЭО: нанесение защитных покрытий и герметизация.

#### Билет №29

1 Методы технического обслуживания ТО: регламентированный метод и метод обслуживания по состоянию. ТО по наработке. Стратегия ТО по состоянию (ТОС). Разновидности ТОС: смешанная стратегия и ТО с контролем по уровню надёжности. Стратегия ТО по наработке (ТОН).

2 Виды защитных покрытий: Консистентные и жидкие смазки, ингибиторы и органические плёнки. Требования, предъявляемые к защитным покрытиям. Методы герметизации при хранении: метод зачехления и метод заклепки.

#### Билет №30

1 Синтез алгоритма поиска места отказа (ПМО) радиоэлектронного оборудования по методу половинного деления.

2 Контрольные выборочные испытания по методам: однократной выборки; двукратной выборки; последовательных испытаний.