

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота  
ФГБОУ ВО «КГТУ»  
БГАРФ

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. декана радиотехнического факультета

 / В.А. Баженов /

27 июня 2018 г.

**Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине**  
(приложение к рабочей программе дисциплины)

**Надёжность и техническая диагностика**  
(наименование дисциплины)

базовой части образовательной программы

по специальности

**25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»**  
(код и наименование специальности)

специализаций:

**«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»**  
(код и наименование специализации)

**«Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»**  
(код и наименование специализации)

Факультет **радиотехнический (РТФ)**  
(наименование)

Кафедра **судовых радиотехнических систем (СРТС)**  
(наименование)

Калининград 2018

## 1 Результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основные определения и понятия теории надёжности, свойства показателей надёжности судового РЭО, закономерности и физические процессы возникновения отказов; математические модели надёжности, способы анализа и расчёта показателей надёжности судового радиоэлектронного оборудования; методы анализа и оценки судового РЭО как объектов эксплуатации, оценки влияния эксплуатационных факторов на надёжность и другие эксплуатационные характеристики; основные направления повышения надёжности судового РЭО на этапах проектирования, производства и эксплуатации; причины возникновения отказов и неисправностей, основные состояния судового РЭО, методы оценки его технического состояния, методы локализации мест отказов и неисправностей, основные методы прогнозирования технического состояния РЭО, принципы построения судовых систем технического диагностирования

**Уметь:** оценивать показатели надёжности судового РЭО конкретного типа, производить расчёт и оптимизацию; формировать требования по обеспечению надёжности РЭО, оптимальные технические решения; проводить испытания на надёжность, обработку полученных результатов и делать практические выводы и рекомендации по повышению надёжности; анализировать причины возникновения отказов, способы и средства их предупреждения и устранения последствий; определять вид технического состояния судового РЭО; создавать диагностическую модель конкретного РЭО; формировать оптимальный набор параметров для оценки работоспособности судового РЭО, строить оптимальные алгоритмы поиска неисправностей; определять оптимальные режимы эксплуатации на всех этапах жизни судового радиоэлектронного оборудования.

**Владеть:** методами управления техническим состоянием СРЭО на основе обработки информации о надёжности, получаемой с помощью диагностических средств и судовых вычислительных комплексов.

### 1.1 Перечень компетенций обучающегося, формируемых в результате освоения дисциплины и уровни сформированности компетенций

- уровень 1 – пороговый;
- уровень 2 – продвинутый;
- уровень 3 – высокий.

**ОПК-4: Готовность к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, пониманием значимости своей будущей специальности.**

**ОПК-4.2: Понимание значимости своей будущей специальности.**

**Знать:**

Уровень 1: основные этапы развития и становления специальности;

Уровень 2: роль и значимость специальности в современном мире;

Уровень 3: перспективы развития специальности.

**Уметь:**

Уровень 1: определять роль специалиста в реализации производственных процессов;

Уровень 2: устанавливать производственные связи с другими участниками работ;

Уровень 3: нести этическую, материальную и моральную ответственность специалиста в рамках профессиональной деятельности.

***Владеть:***

Уровень 1: понятийным аппаратом в профессиональной области;

Уровень 2: современной терминологией в профессиональной области;

Уровень 3: терминологией, определяющей меж профессиональные связи.

***ПК-1: Способность возглавить проведение комплекса планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности транспортного радиоэлектронного оборудования, его силовых и энергетических систем к использованию по назначению с наименьшими эксплуатационными затратами.***

***ПК-1.1: Способность возглавить проведение комплекса планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности транспортного радиоэлектронного оборудования.***

***Знать:***

Уровень 1: принципы и методы прогнозирования отказов радиотехнических систем, нормативные акты и руководящие документы по планированию и проведению профилактики и ремонта радиотехнических систем, требования технической документации всех типов эксплуатируемого радиотехнического оборудования;

Уровень 2: принципы и методы прогнозирования отказов радиотехнического оборудования, требования технической документации всех типов эксплуатируемого радиотехнического оборудования;

Уровень 3: принципы и методы прогнозирования отказов радиотехнического оборудования, требования технической документации к параметрам отдельных видов эксплуатируемого радиотехнического оборудования.

***Уметь:***

Уровень 1: обобщать результаты технического обслуживания радиотехнических систем и использовать их для прогнозирования отказов и планирования мероприятий по их предупреждению;

Уровень 2: обобщать результаты технического обслуживания радиотехнического оборудования и использовать их для прогнозирования отказов;

Уровень 3: использовать результаты технического обслуживания радиотехнического оборудования для прогнозирования отказов.

***Владеть:***

Уровень 1: практическими навыками прогнозирования отказов радиотехнических систем, планирования мероприятий по их предупреждению, руководства работами по повышению надежности эксплуатируемого радиотехнического оборудования;

Уровень 2: практическими навыками прогнозирования отказов радиотехнического оборудования, руководства мероприятиями по их предупреждению;

Уровень 3: практическими навыками прогнозирования отказов отдельных видов радиотехнического оборудования, руководства мероприятиями по их предупреждению.

***ПК-2: Готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования.***

***ПК-2.1:** Готовность к проведению испытаний установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования;*

***ПК-2.2:** Готовность к определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования.*

***Знать:***

**Уровень 1:** содержание технического обслуживания судового РЭО, порядок проведения проверки работоспособности, методы выявления и устранения неисправностей;

**Уровень 2:** правила технической эксплуатации средств радиосвязи, электронавигации и промысловой гидроакустики; особенности систем судового радиоэлектронного оборудования, содержание и технологию их технического обслуживания, проверки работоспособности, методы выявления неисправностей;

**Уровень 3:** конструкцию и эксплуатационно-технические характеристики, принципы работы конкретных типов судового РЭО и их систем, правила технической эксплуатации; методы и средства оценки технического состояния судового оборудования; порядок проведения дефектации и проверки работоспособности, методы выявления неисправностей.

***Уметь:***

**Уровень 1:** производить оценку функционирования состояния объектов судового РЭО; поиск неисправностей судового радиоэлектронного оборудования;

**Уровень 2:** анализировать причины возникновения отказов; производить оценку функционирования состояния объектов судового РЭО; проводить различные виды технического обслуживания судового РЭО; проводить поиск и устранение неисправностей судового радиоэлектронного оборудования;

**Уровень 3:** осуществлять испытания на надежность судового РЭО, обрабатывать их результаты и делать конкретные практические выводы по обеспечению надежности; анализировать причины возникновения отказов, способы и средства их устранения и предупреждения последствий отказов; определять вид технического состояния судового РЭО; проводить поиск и устранение неисправностей судового радиоэлектронного оборудования

***Владеть:***

**Уровень 1:** средствами оценки технического состояния судового оборудования;

**Уровень 2:** методами проведения испытаний различных образцов судового РЭО; методами анализа причин возникновения отказов;

**Уровень 3:** методами разработки и организации технологических процессов испытаний и контроля работоспособности судового РЭО с использованием вычислительной техники; навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при поиске неисправностей судового РЭО.

***ПК-24:* Способность анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований, а также разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик:**

***ПК-24.1:** Способность анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований;*

***ПК-24.2:** Способность разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик.*

**Знать:**

Уровень 1: конструкцию, эксплуатационно-технические характеристики, принципы работы конкретных типов судового РЭО и их систем; правила технической эксплуатации; содержание технического обслуживания, порядок проведения проверки работоспособности;

Уровень 2: нормативно-техническую документацию по технической эксплуатации судового РЭО; правила технической эксплуатации средств радиосвязи, электрорадионавигации и промысловой гидроакустики; методы выявления неисправностей;

Уровень 3: оптимальные режимы диагностирования работоспособности судового радиоэлектронного оборудования; методы выявления неисправностей; достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в области испытаний судового РЭО;

**Уметь:**

Уровень 1: оценивать аппаратными измерительными средствами показатели качества типовых узлов радиотехнических систем судового РЭО;

Уровень 2: производить оценку функционального состояния объектов судового РЭО; проводить различные виды технического диагностирования технического состояния судового РЭО;

Уровень 3: определять оптимальные режимы контроля технического состояния судового радиоэлектронного оборудования; проводить работы по техническому диагностированию судового РЭО силами судовых радиоспециалистов; проводить поиск неисправностей судового радиоэлектронного оборудования.

**Владеть:**

Уровень 1: навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при поиске неисправностей судового РЭО; использования вычислительной техники для решения различных задач по технической диагностике;

Уровень 2: навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при поиске и устранении неисправностей судового РЭО; проведения испытаний и технического диагностирования различных образцов судового РЭО, использования вычислительной техники для решения различных задач по технической диагностике.

Уровень 3: методами проведения диагностики судового РЭО; навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при поиске и устранении неисправностей судового РЭО; проведения испытаний и технического диагностирования различных образцов судового РЭО, использования вычислительной техники для решения различных задач по технической диагностике.

***ПСК-2.1:** Способность осуществлять техническую эксплуатацию информационных и телекоммуникационных систем:*

***ПСК-2.1.1:** Способность осуществлять техническую эксплуатацию телекоммуникационных систем.*

**Знать:**

Уровень 1: основные положения по техническому обслуживанию телекоммуникационных систем в процессе эксплуатации;

Уровень 2: основные положения по организации технической эксплуатации; общие положения по техническому обслуживанию в процессе эксплуатации;

Уровень 3: основные положения по организации технической эксплуатации и управления; общие положения по техническому обслуживанию в процессе эксплуатации телекоммуникационных систем.

***Уметь:***

Уровень 1: осуществлять контроль за техническим состоянием и профилактическое обслуживание телекоммуникационных систем;

Уровень 2: осуществлять контроль за техническим состоянием, профилактическое обслуживание и текущий ремонт телекоммуникационных систем;

Уровень 3: осуществлять контроль за техническим состоянием, профилактическое обслуживание, текущий и капитальный ремонт телекоммуникационных систем.

***Владеть:***

Уровень 1: навыками работы с аппаратными и программными средствами контроля работоспособности телекоммуникационных систем;

Уровень 2: навыками работы с аппаратными и программными средствами контроля работоспособности оборудования, методами обнаружения и устранения неисправностей, возникающих в системах телекоммуникации;

Уровень 3: навыками работы с аппаратными и программными средствами контроля работоспособности оборудования, методами обнаружения и устранения неисправностей, возникающих в приборах и программах системах телекоммуникации, методами и способами технического обслуживания.

***ПСК - 3.1: Способность выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи и радионавигации:***

***ПСК-3.1.2: Способность выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радионавигации;***

***ПСК-3.1.3: Способность выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи.***

***Знать:***

Уровень 1: конструкцию, эксплуатационно-технические характеристики, принципы работы конкретных типов судового РЭО и их систем, правила технической эксплуатации и технического обслуживания, проверки работоспособности;

Уровень 2: нормативно-техническую документацию по технической эксплуатации судового РЭО; правила технической эксплуатации средств радиосвязи, электрорадионавигации и промышленной гидроакустики; содержание и технологию их технического обслуживания, порядок проведения проверки работоспособности, методы выявления и устранения неисправностей;

Уровень 3: оптимальные режимы эксплуатации судового радиоэлектронного оборудования, различные виды технического обслуживания судового РЭО; организацию ремонт судового РЭО силами судовых радиоспециалистов и береговых предприятий (сервисными центрами); этапы текущего и восстановительного ремонта, способы поиска и устранения неисправностей судового радиоэлектронного оборудования.

***Уметь:***

Уровень 1: производить оценку функционального состояния объектов судового РЭО; проводить различные виды его технического обслуживания;

Уровень 2: производить оценку функционального состояния объектов судового РЭО; проводить различные виды технического обслуживания, текущий и восстановительный ремонт, поиск и устранение неисправностей судового радиоэлектронного оборудования;

Уровень 3: определять оптимальные стратегии и режимы эксплуатации судового радиоэлектронного оборудования, проводить различные виды технического обслуживания судового РЭО; организовывать ремонт судового РЭО силами судовых радиоспециалистов и береговых предприятий (сервисными центрами); организовывать проведение основных этапов швартовых и ходовых приемо-сдаточных испытаний судов и судового РЭО, проводить текущий и восстановительный ремонт, поиск и устранение неисправностей судового радиоэлектронного оборудования.

***Владеть:***

Уровень 1: навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при диагностике неисправностей судового РЭО; использования вычислительной техники для решения различных задач по технической эксплуатации;

Уровень 2: навыками разработки технологических процессов испытаний и контроля работоспособности судового РЭО с использованием вычислительной техники; навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при диагностике неисправностей судового РЭО;

Уровень 3: методами организации и выполнения технической диагностики судового РЭО в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации; методами разработки технологических процессов испытаний и контроля работоспособности судового РЭО с использованием вычислительной техники; навыками экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой при поиске и устранении неисправностей судового РЭО; проведения испытаний и технического обслуживания различных образцов судового РЭО.

***КК-5: Способность выполнять действия, связанные с эксплуатацией, профилактическим ремонтом и обслуживанием оборудования радиосвязи и радионавигации в соответствии с кодексом ПДНВ, положениями Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС:***

***КК-5.3: Способность выполнять действия, связанные с профилактическим ремонтом и обслуживанием оборудования радиосвязи и радионавигации в соответствии с кодексом ПДНВ, положениями Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС.***

***Знать:***

Уровень 1: требования технической документации оборудования радиосвязи и радионавигации ГМСС, касающиеся методов контроля и его технического состояния.

Уровень 2: положения Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС, касающиеся проведения диагностических мероприятий по определению технического состояния оборудования радиосвязи и радионавигации.

Уровень 3: требования кодекса ПДНВ, положения Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС, касающиеся вопросов повышения надежности оборудования

радиосвязи и радионавигации; требования технической документации оборудования радиосвязи и радионавигации ГМСС, касающиеся методов проведения его профилактического обслуживания с целью повышения надежности и обеспечения работоспособности.

**Уметь:**

Уровень 1: применять необходимые инструменты, приспособления и контрольно-измерительное оборудование для проведения необходимых контрольно-измерительных работ.

Уровень 2: использовать диагностическое моделирование для определения работоспособности и поиска неисправностей оборудования радиосвязи и радионавигации ГМСС; применять необходимые инструменты, приспособления и контрольно-измерительное оборудование для проведения необходимых контрольно-измерительных и профилактических работ.

Уровень 3: применять теорию и практику диагностирования состояния оборудования радиосвязи и радионавигации ГМСС; использовать диагностическое моделирование для определения работоспособности и поиска неисправностей оборудования радиосвязи и радионавигации ГМСС.

**Владеть:**

Уровень 1: методами и способами проведения контрольно-измерительных работ, поиска неисправностей оборудования радиосвязи и радионавигации ГМССБ.

Уровень 2: навыками руководства проведением работ по поиску и устранению неисправностей оборудования ГМССБ в соответствии с требованиями технической документации.

Уровень 3: навыками планирования диагностических мероприятий с целью повышения надежности и увеличения сроков безотказной работы оборудования ГМССБ; методами и способами проведения работ по тестированию текущего состояния указанного оборудования в соответствии с требованиями технической документации, требования кодекса ПДНВ, положения Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС

**1.2 Этапы формирования компетенций в результате освоения дисциплины**

Этап формирования	Код формируемой компетенции						
	ОПК-4.2	ПК-1.1	ПК-2.1 ПК-2.2	ПК-24.1 ПК-24.2	ПСК-2.1.1	ПСК-3.1.2 ПСК-3.1.3	КК-5.3
Раздел 1. Основы теории надёжности судового РЭО		+		+		+	
Раздел 2. Основы технической диагностики судового РЭО	+		+	+	+	+	+

**2. Перечень оценочных средств поэтапного формирования результатов освоения дисциплины**

**2.1 Задания по темам практических занятий**



Степень освоения обучающимися компетенций оценивается в ходе контроля за выполнением практических заданий согласно следующему перечню:

1. Расчёт показателей безотказности невосстанавливаемых объектов (ОПК-4.2, ПК-1.1, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3).

2. Расчёт показателей безотказности восстанавливаемых объектов (ОПК-4.2, ПК-1.1, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3).

3. Расчёт показателей ремонтпригодности объектов РЭО (ПК-1.1, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3).

4. Расчёт показателей безотказности судового РЭО при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов на структурной схеме надёжности (ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3).

5. Расчёт надёжности резервированных систем судового РЭО при нагруженном и ненагруженном резервировании (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3).

6. Расчёт надёжности резервированных систем судового РЭО при постоянном резервировании (ПК-2, ПК-24).

7. Построение таблиц функций неисправностей по заданной логической модели объекта судового РЭО. (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3, КК-5.3).

8. Построение оптимизированных условных алгоритмов поиска неисправностей РЭО. (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3, КК-5.3).

9. Расчет среднего времени отыскания неисправностей по данному условному алгоритму поиска неисправностей (ПК-2.2, ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.3, КК-5.3).

## **2.2 Контрольная работа для студентов заочной формы обучения**

Степень поэтапного освоения обучающимися компетенций ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-24, ПСК-3.1, КК-5.3 подвергается оценке в ходе защиты контрольных работ № 1 и № 2.

## **2.3. Вопросы к экзамену (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-24.1, ПК-24.2, ПСК-3.1.2, ПСК-3.1.3, КК-5.3)**

## **3 Оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины**

### **3.1 Типовые задания по темам практических занятий**

#### ***Практическое задание №1. Расчёт показателей безотказности невосстанавливаемых объектов***

Задача 1: Нарботка до отказа судового радиопеленгатора подчинена экспоненциальному закону распределения с параметром  $\lambda = 10^{-3}$  (1/ч).

Необходимо рассчитать:

- вероятность безотказной работы в течение наработки  $P(T_{ср})$ ;
- гамма – процентную наработку до отказа для  $\gamma = 90\%$ :  $T_\gamma$ .

Задача 2: Нарботка до отказа судового эхолота подчинена экспоненциальному закону распределения. Вероятность отказа эхолота на интервале  $[t_1, t_2]$ , при  $t_1=1000$  ч,  $t_2=1500$  ч. Вероятность отказа  $q(t) = 0,2$ .

Необходимо определить:

- интенсивность отказов  $\lambda(t)$ ;
- среднюю наработку до отказа  $T_{\text{ср}}$ .

Задача 3: Нарботка до отказа редуктора вращения антенны судовой РЛС подчинена распределению Вейбулла – Гнеденко с параметрами:  $\eta = 10^{-3}$  (1/ч);  $\delta = 1,05$ .

Необходимо определить:

- вероятность безотказной работы редуктора в течение интервала времени 1000 ч:  $P(t = 1000)$ ;
- вероятность безотказной работы редуктора на интервалах наработки [1000, 1500] и [5000, 5500] ч, при условии, что до начала этих интервалов редуктор работал безотказно;
- среднюю наработку до отказа  $T_{\text{ср}}$ ;
- гамма – процентную наработку до отказа  $T_{\gamma}$ , для значений:  $\gamma = 80\%$  и  $\gamma = 90\%$ .

Задача 4: Нарботка до отказа типового элемента замены судовой РЛС подчинена нормальному закону распределения с параметрами:  $T_{\text{ср}} = 20000$  ч и  $\sigma T = 5000$  ч.

Необходимо определить:

- вероятность безотказной работы ТЭЗ в течение интервалов времени 5000, 10000, 15000 и 20000 ч;
- вероятность безотказной работы ТЭЗ на интервалах наработки [10000, 12000] и [15000, 17000] ч, при условии, что до начала этих интервалов ТЭЗ работал безотказно;
- значения интенсивности отказов  $\lambda(t)$  при наработке:  $t = 5000$ ; 10000; 15000; 20000 ч;
- гамма – процентную наработку до отказа  $T_{\gamma}$ , для значений:  $\gamma = 80\%$  и  $\gamma = 90\%$ .

Для решения данной задачи необходимо воспользоваться таблицей №1.2, в которой приведены значения функций Лапласа.

Задача 5: Нарботка до отказа типового элемента замены судовой РЛС подчинена нормальному закону распределения с параметрами:  $T_{\text{ср}} = 20000$  ч и  $\sigma T = 5000$  ч.

Необходимо определить:

- вероятность безотказной работы ТЭЗ в течение интервалов времени 5000, 10000, 15000 и 20000 ч;
- вероятность безотказной работы ТЭЗ на интервалах наработки [10000, 12000] и [15000, 17000] ч, при условии, что до начала этих интервалов ТЭЗ работал безотказно;
- значения интенсивности отказов  $\lambda(t)$  при наработке:  $t = 5000$ ; 10000; 15000; 20000 ч;
- гамма – процентную наработку до отказа  $T_{\gamma}$ , для значений:  $\gamma = 80\%$  и  $\gamma = 90\%$ .

90 %.

Для решения данной задачи необходимо воспользоваться таблицей №1.2, в которой приведены значения функций Лапласа.

**Практическое задание 2. Расчёт показателей безотказности восстанавливаемых объектов**

**Задача 1.** Восстанавливаемый объект имеет наработку, соответствующую этапу его нормальной эксплуатации и для этого этапа известна средняя наработка на отказ  $t_0 = 400$  ч.

Необходимо определить вероятность безотказной работы  $P(t)$ , в течение наработки  $t = 200, 400, 800$  ч.

Построить график.

Сделать выводы.

**Задача 2.** Нарботка до отказа восстанавливаемого объекта подчинена экспоненциальному закону распределения с интенсивностью отказов  $\lambda = 10^{-2}$  1/ч.

Необходимо определить среднее число отказов объекта  $M$  в течение наработки  $t = 1000$  ч.

**Задача 3.** В процессе эксплуатации судовой навигационной РЛС в течение года суммарная наработка составила  $T_{\Sigma} = 4485$  ч. За этот период было произведено 384 включений – выключений РЛС ( $N_{\text{ц}} = 384$ ). Известно, что параметры потоков отказов РЛС во включенном и выключенном состоянии соответственно равны:

$$\omega_p = 10^{-2} \text{ 1/ч};$$

$$\omega_{\text{ож}} = 10^{-5} \text{ 1/ч}.$$

При этом коэффициент цикличности  $K_{\text{ц}} = 5$  ч/цикл.

Необходимо определить:

Наработку на отказ судовой навигационной РЛС с учетом циклического режима ее работы  $T_0$ .

**Практическое задание 3. Расчёт показателей ремонтпригодности объектов СРЭО.**

**Задача 1.** Время восстановления первого объекта распределено по экспоненциальному закону, а второго по закону Эрланга 2-го порядка. Среднее время восстановления для обоих объектов одинаково и равно 2 часа  $T_B = 2$  ч.

Необходимо определить вероятность восстановления первого и второго объектов через 0,5; 1; 2; 4 часа  $V(t)$ .

**Задача 2.** Случайное время восстановления судового РЭО равно сумме двух случайных величин:

– время обнаружения отказа;

– время устранения отказа.

Необходимо определить:

Вероятность восстановления объекта судового РЭО  $V(t)$  за время, не превы-

шающее 1 час  $t = 1$  ч, если среднее время восстановления  $TВ = 2$  ч.

**Задача 3.** На судне имеется  $N_0 = 20$  однотипных объектов РЭО (по элементной базе) для этого типа объектов имеются показатели надежности:

- наработка на отказ  $T_0 = 100$  ч;
- среднее время восстановления  $TВ = 3$  ч.

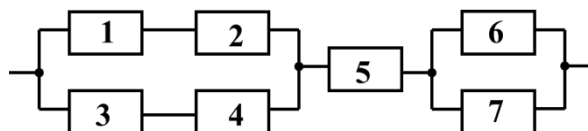
Наработка объектов между отказами имеет экспоненциальное распределение.

Необходимо определить:

- среднее число работоспособных объектов на судне в произвольный момент времени в периоде, когда планируют использовать объекты РЭО по назначению  $N_{ср}$ ;
- величину коэффициента оперативной готовности для длительности операции  $t_0 = 24$  ч.  $K_{ог}(t_0)$ .

**Практическое задание 4. Расчёт показателей безотказности судового РЭО при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов на структурной схеме надёжности**

**Задача 1.** Судовая навигационная РЛС имеет ССН следующего типа:



Для каждого из элементов даны интенсивности отказов:

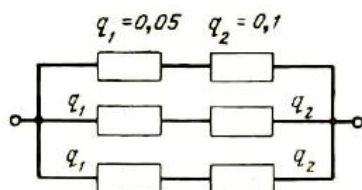
$$\lambda_1 = \lambda_3 = 2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{ч}; \lambda_2 = \lambda_4 = \lambda_6 = \lambda_7 = 10^{-3} \frac{1}{ч}; \lambda_5 = 10^{-4} \frac{1}{ч}$$

Наработка до отказа каждого элемента подчинена экспоненциальному закону распределения.

Необходимо определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  для значений наработки:  $t = 100, 200, 500, 1000$  ч.

По полученным данным построить графики и сделать выводы.

**Задача 2.** Схема расчета надежности изделия приведена на рисунке. Найти вероятность безотказной работы изделия, если известны вероятности отказа элементов.



зов элементов.

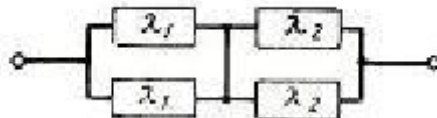
**Задача 3.** Схема расчета надежности изделия приведена на рисунке. Интенсивности отказов элементов имеют следующие значения:  $\lambda_1 = 0,2 \cdot 10^{-3}$  1/час,

$\lambda_2 = 0,5 \cdot 10^{-3}$  1/час. Определить вероятность безотказной работы изделия в течение времени  $t = 150$  час, среднюю наработку до первого отказа, частоту отказов и интенсивность отказов в момент времени  $t = 150$  час.

**Практическое задание 5. Расчёт надёжности резервированных систем судового РЭО при нагруженном и ненагруженном резервировании.**

**Задача 1.** Система состоит из 5 равнонадежных элементов, средняя наработка до первого отказа элемента равна 2000 час. Предполагается, что для элементов системы справедлив экспоненциальный закон надежности и основная и резервная системы равнонадежны. Найти вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа системы в следующих случаях: а) нерезервированной системы; б) дублированной системы при постоянно включенном резерве; в) дублированной системы при включении резерва по способу замещения; г) дублированной системы при включении ненагруженного отдельного резерва по способу замещения.

**Задача 2.** В системе имеется  $n$  основных и  $m$  резервных одинаковых элементов, причем все элементы постоянно включены, работают параллельно и вероятность их безотказной работы  $P_i(t) = 0,8$  подчиняется экспоненциальному



закону. Определить вероятность безотказной работы системы при: а)  $n+m = 4$  и  $n = 3$ ; б)  $n+m = 4$  и  $n = 2$ ; в)  $n+m = 4$  и  $n = 4$ .

**Задача 3.** Схема расчета надежности изделия приведена на рисунке. Вероятность безотказной работы нерезервированного устройства в течение 300 час равна 0,74; интенсивность отказов устройств  $\lambda = \text{const}$ . Найти вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа изделия.



**Практическое задание 6. Расчёт надёжности резервированных систем судового РЭО при постоянном резервировании.**

**Задача 1.** Приемник состоит из трех блоков: УВЧ, УПЧ и УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны:  $\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_2 = 2,5 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_3 = 3 \cdot 10^{-4}$  1/час. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы приемника при  $t = 100$  час для следующих случаев:

- а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование приемника в целом.

**Задача 2.** Нерезервированная система управления состоит из  $n = 5000$  элементов. Для повышения надежности системы предполагается провести общее дублирование элементов. Чтобы приближенно оценить возможность достижения заданной вероятности безотказной работы системы  $P_c(t) = 0,9$  при  $t = 10$  час., необходимо рассчитать среднюю интенсивность отказов одного элемента при предположении отсутствия последствия отказов.

**Задача 3.** В системе телеуправления применено дублирование канала управления. Интенсивность отказов канала  $\lambda = 10^{-2}$  1/час. Рассчитать вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$  при  $t = 10$  час, среднее время безотказной работы  $m_{tc}$ , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  системы.

**Практическое задание 7. Построение таблиц функций неисправностей по заданной логической модели объекта судового РЭО. Построение оптимизированных условных алгоритмов поиска неисправностей РЭО. Расчет среднего времени отыскания неисправностей по данному условному алгоритму поиска неисправностей.**

По заданной в таблице 1 «Исходные данные диагностической модели» и исходным данным таблиц 2 и 3 выполнить следующие задания:

- Построить ТФН, преобразовать ее в минимальную ТФН, построить таблицу покрытий.
- Построить проверочный тест (ПТ) и минимальный ПТ.

**Практическое задание 8. Построение оптимизированных условных алгоритмов поиска неисправностей РЭО.**

Используя результаты практического задания 8 выполнить расчеты:

- Построить диагностический тест (ДТ), позволяющий осуществлять проверку исправности и поиск неисправностей.
- Рассчитать условный оптимизированный алгоритм поиска неисправностей, используя заданную в таблице 1 функцию предпочтения и исходные данные таблиц 2 и 3. Представить его в виде графа.

**Практическое задание 9. Расчет среднего времени отыскания неисправностей по данному условному алгоритму поиска неисправностей.**

Используя результаты практических заданий 8 и 9 выполнить расчеты:

- Определить среднее время поиска неисправностей при заданных в таблицах исходных данных.

Таблица 1- Исходные данные диагностической модели

№ п/п	№ Рис. диагностической модели	Критерий предпочтения	Исходные данные (№ варианта)	
			Табл. 2	Табл. 3
1	6	<b>min</b> среднее время	3	3
2	10	<b>min</b> среднее время	1	2

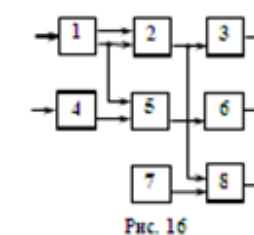
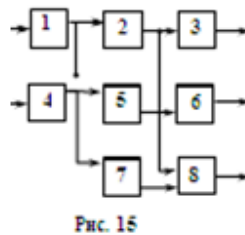
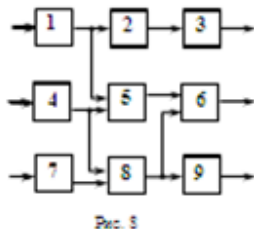
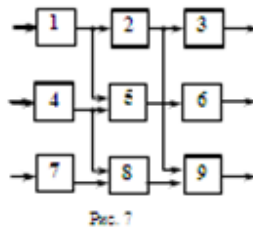
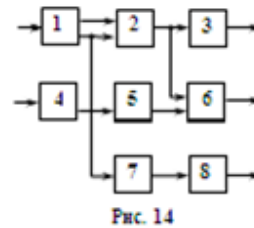
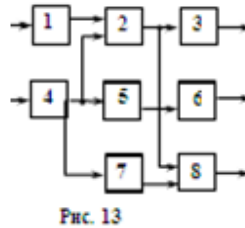
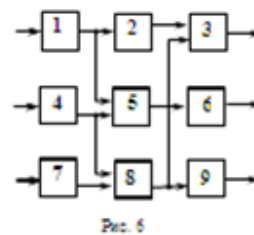
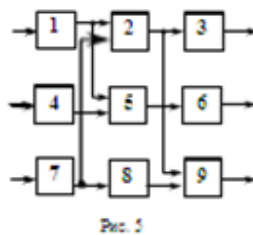
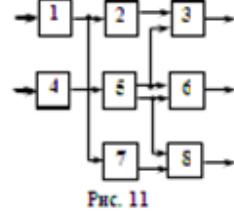
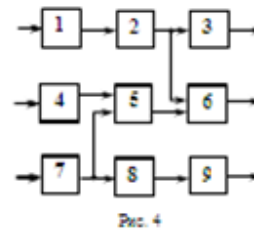
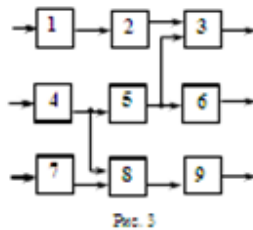
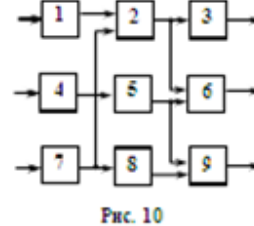
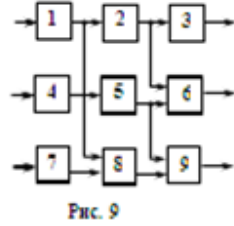
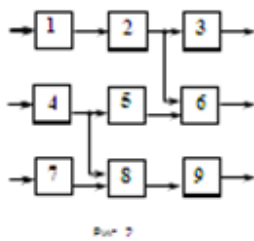
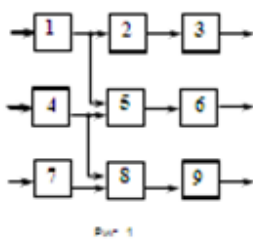
3	4	<b>min</b> среднее время	2	3
4	11	<b>min</b> среднее время	4	4
5	7	<b>min</b> среднее время	3	4
6	5	<b>min</b> среднее время	5	5
7	8	<b>min</b> среднее время	1	1
8	12	<b>min</b> среднее время	4	5
9	14	<b>min</b> среднее время	2	2
10	9	<b>min</b> среднее время	1	3
11	15	<b>min</b> среднее время	1	4
12	3	<b>min</b> среднее время	2	4
13	2	<b>min</b> среднее время	2	5
14	1	<b>min</b> среднее время	3	5
15	13	<b>min</b> среднее время	1	5

Таблица 2 – Вероятности отказов  $q_i$  элементов диагностической модели

№ варианта	№ элемента схемы								
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$	$q_9$
1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2
2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
4	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2
5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1

Таблица 3 – Продолжительность элементарных проверок  $\tau_i$  (минуты)

№ варианта	№ элемента схемы								
	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	$\tau_6$	$\tau_7$	$\tau_8$	$\tau_9$
1	5	2	4	3	5	3	4	3	2
2	3	5	4	2	3	5	2	4	3
3	2	3	5	4	2	3	5	4	2
4	4	3	2	5	4	2	3	5	2
5	2	3	4	2	5	3	4	2	5



### 3.2 Типовые задания для выполнения контрольной работы.

**Контрольная работа №1.** Предусматривает выполнение двух заданий по расчёту параметров надёжности работы радиотехнического оборудования. Предусмотрено 15 вариантов, состав которых определяется представленной таблицей.

Таблица выбора варианта

№ варианта	№ задачи – № варианта	
	Задание № 1	Задание № 4
1	1-1	4.1
2	1-2	4.2
3	1-3	4.3
4	3-4	4.4
5	3-5	4.5
6	3-6	4.6
7	2-1	4.7
8	2-2	4.8
9	2-3	4.9
10	2-4	4.10
11	2-5	4.11
12	2-6	4.12
13	3-1	4.13



14	3-2	4.14
15	3-3	4.15

**Задача 1.** Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна  $\lambda_1 = \text{const}$  1/час. Интенсивности отказов двух электро-механических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами  $\lambda_2 = a \cdot 10^{-4} \cdot t$  1/час,  $\lambda_3 = b \cdot 10^{-6} \cdot t^d$  1/час.

Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение  $t_1$  100 час.

Исходные данные к задаче № 3.1

№ вар.	Исходные данные				
	$\lambda_1 \cdot 10^3$	a	b	d	$t_1$
1	0,16	0,23	0,06	2,8	100
2	0,18	0,20	0,04	2,4	120
3	0,12	0,25	0,08	2,2	150

**Задача 2.** Прибор состоит из  $N$  блоков, которые по надежности можно разбить на три группы по  $n_1$ ,  $n_2$  и  $n_3$  блока в каждой. Вероятность безотказной работы прибора в течение времени  $t = 50$  час. равна  $P(t)$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Средняя частота отказов одного блока в первой группе  $\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-5}$  1/час., а во второй и третьей группах  $\lambda_2 = a \cdot \lambda_1$  и  $\lambda_3 = b \cdot \lambda_1$ .

Требуется найти вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы и среднюю интенсивность отказов каждой группы блоков, а также интенсивность отказов и среднее время безотказной работы одного блока в каждой группе.

Исходные данные к задаче № 3.2

№ вар.	Исходные данные								
	n	$n_1$	$P_1$	$n_2$	$P_2$	$n_3$	$P_3$	a	b
1	9	2	0,99	3	0,98	5	0,975	1,5	2,0
2	7	2	0,99	4	0,92	1	0,985	2,0	2,8
3	6	2	0,99	3	0,955	1	0,975	2,2	3,0
4	8	2	0,99	5	0,915	1	0,97	1,7	2,5
5	7	2	0,99	3	0,965	2	0,965	1,3	2,0
6	8	4	0,99	3	0,945	1	0,97	1,8	2,3

**Задача 3.** Прибор состоит из  $n$  блоков с интенсивностью отказов, изменяющейся по закону арифметической прогрессии с параметрами  $a_1 = \lambda \cdot 10^{-b}$  и разностью  $d \cdot 10^{-b}$ . Вероятность безотказной работы прибора в течение времени  $t$  час. равна  $P(t)$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности.

Требуется найти количество блоков в приборе, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы и среднее время безотказной работы каждого входящего в прибор блока.

Исходные данные к задаче № 3.3

№ вар.	Исходные данные				
	$\lambda$	b	d	t	$P(t)$
1	2,5	3	2	100	0,705
2	1,5	4	1	80	0,966
3	2,0	5	2	90	0,994

4	2,5	3	1,5	60	0,622
5	3,0	4	2	70	0,923
6	3,5	5	2,5	100	0,992

**Задача 4.1.** Радиорелейная станция содержит два приемопередатчика, один из которых используется по назначению, а второй находится в ненагруженном резерве. Определить среднее время безотказной работы станции  $mt$  при условии, что для каждого приемопередатчика  $\lambda=2 \cdot 10^{-3}$  1/час ;  $\mu = 0,2$  1/час .

**Задача 4.2.** Регистрирующее устройство содержит рабочий блок и блок в нагруженном резерве. Вероятность отказа блока в течение 25 часов  $q(t_i) = 0,1$  . Ремонт производится одной бригадой с интенсивностью  $\mu = 0,2$  1/час . Определить коэффициент простоя регистрирующего устройства.

**Задача 4.3.** Система связи содержит одно устройство, предназначенное для выполнения задачи и одно устройство в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого устройства равна  $\lambda$  1/час , восстановления –  $\mu$  1/час . Ремонт устройств производится независимо друг от друга. Определить функцию готовности.

**Задача 4.4.** Система сопровождения состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Для каждого блока заданы:  $\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$  1/час ,  $\mu = 0,2$  1/час . Определить время без-отказной работы системы.

**Задача 4.5.** Преобразователь “параметр-код” состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Распределения времен между отказами и восстановления показательные с параметрами  $\lambda = 8 \cdot 10^{-3}$  1/час ,  $\mu = 0,8$  1/час.

Требуется определить значения коэффициентов простоя и во сколько раз уменьшается величина коэффициента простоя преобразователя при применении неограниченного восстановления по сравнению с ограниченным.

**Задача 4.6.** Устройство состоит из двух одинаковых блоков, один из которых используется по прямому назначению, а второй находится в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого блока  $\lambda = 6 \cdot 10^{-3}$  1/час , интенсивность восстановления  $\mu = 2$  1/ час.

Ремонт производится одной ремонтной бригадой. Требуется определить коэффициент простоя устройства.

**Задача 4.7.** Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого из которых  $\lambda = 3 \cdot 10^{-3}$  1/час . Имеется усилитель в ненагруженном резерве. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта  $m_t = 0,5$  час . Определить коэффициент простоя усилителя с резервом.

**Задача 4.8.** Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого из которых  $\lambda = 3 \cdot 10^{-3}$  1/час. Применено поблочное резервирование усилителя в ненагруженном режиме. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта  $m_t = 0,5$  час . Определить коэффициент простоя усилителя с поблочным резервированием.

**Задача 4.9.** Вычислитель состоит из двух одинаково рабочих блоков и одного блока в нагруженном скользящем резерве. Для каждого блока  $\lambda = 8 \cdot 10^{-3}$  1/час ;  $\mu = 1$  1/час, ремонтных бригад две. Определить коэффициент простоя вычислителя.

**Задача 4.10.** Вычислитель состоит из двух одинаковых рабочих блоков и одного резервного блока в ненагруженном резерве. Для каждого блока  $\lambda = 8 \cdot 10^{-3}$

1/час ;  $\mu = 1$  1/час, ремонтных бригад две. Определить коэффициент простоя вычислителя.

**Задача 4.11.** Генератор импульсов содержит один рабочий блок, один блок в нагруженном резерве и один блок в ненагруженном резерве. При неработоспособности рабочего блока или блока в нагруженном резерве блок из ненагруженного резерва переводится в нагруженный. Задано для каждого блока  $\lambda = 10^{-2}$  1/час,  $\mu = 0,5$  1/час, ремонтная бригада одна. Определить коэффициент простоя генератора.

**Задача 4.12.** Передатчик содержит рабочий блок ( $\lambda = 9 \cdot 10^{-3}$  1/час) и блок в облегченном резерве ( $\nu = 10^{-3}$  1/час). Определить коэффициент простоя передатчика при условии, что ремонт производится одной бригадой с интенсивностью  $\mu = 0,3$  1/час.

**Задача 4.13.** Преобразователь частоты содержит один рабочий блок и один блок в нагруженном резерве. Ремонт производится одной бригадой, обеспечивающей среднее время

восстановления 0,5 час. Определить предельно допустимую интенсивность отказов преобразователя, чтобы удовлетворялось условие  $KП \leq 2 \cdot 10^{-4}$ .

**Задача 4.14.** Преобразователь частоты содержит один рабочий блок и один блок в ненагруженном резерве. Ремонт производится одной бригадой, обеспечивающей среднее время восстановления 0,5 час. Определить предельно допустимую интенсивность отказов преобразователя, чтобы удовлетворялось условие  $KП \leq 2 \cdot 10^{-4}$ .

**Задача 4.15.** Для нерезервированного изделия, имеющего интенсивность отказов

$\lambda = 2 \cdot 10^{-2}$  1/час, может быть применен либо нагруженный, либо ненагруженный резерв. Ремонт производится одной ремонтной бригадой с интенсивностью  $\mu = 2$  1/час. Определить, во сколько раз уменьшится значение коэффициента простоя при применении ненагруженного резерва вместо нагруженного.

**Контрольная работа №2.** Предусматривает построение оптимального алгоритма диагностирования состояния системы и поиска неисправностей.

По заданной в таблице 1 «Исходные данные» диагностической модели и исходным данным таблиц 2 и 3 выполнить следующие задания:

- Построить ТФН, преобразовать ее в минимальную ТФН, построить таблицу покрытий.
- Построить проверочный тест (ПТ) и минимальный ПТ.
- Построить диагностический тест (ДТ), позволяющий осуществлять проверку исправности и поиск неисправностей.
- Рассчитать условный оптимизированный алгоритм поиска неисправностей, используя заданную в таблице 1 функцию предпочтения и исходные данные таблиц 2 и 3. Представить его в виде графа.
- Определить среднее время поиска неисправностей при заданных в таблицах исходных данных.

Таблица 1 – Исходные данные

№ п/п	№ Рис. диагностической модели	Критерий предпочтения	Исходные данные (№ варианта)
-------	-------------------------------	-----------------------	------------------------------

			Табл. 2	Табл. 3
1	6	<b>min</b> среднее время	3	3
2	10	<b>min</b> среднее время	1	2
3	4	<b>min</b> среднее время	2	3
4	11	<b>min</b> среднее время	4	4
5	7	<b>min</b> среднее время	3	4
6	5	<b>min</b> среднее время	5	5
7	8	<b>min</b> среднее время	1	1
8	12	<b>min</b> среднее время	4	5
9	14	<b>min</b> среднее время	2	2
10	9	<b>min</b> среднее время	1	3
11	15	<b>min</b> среднее время	1	4
12	3	<b>min</b> среднее время	2	4
13	2	<b>min</b> среднее время	2	5
14	1	<b>min</b> среднее время	3	5
15	13	<b>min</b> среднее время	1	5

Таблица 2 – Вероятности отказов  $q_i$  элементов диагностической модели

№ варианта	№ элемента схемы								
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$	$q_9$
1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2
2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
4	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2
5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1

Таблица 3 – Продолжительность элементарных проверок  $\tau_i$  (минуты)

№ варианта	№ элемента схемы								
	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	$\tau_6$	$\tau_7$	$\tau_8$	$\tau_9$
1	5	2	4	3	5	3	4	3	2
2	3	5	4	2	3	5	2	4	3
3	2	3	5	4	2	3	5	4	2
4	4	3	2	5	4	2	3	5	2
5	2	3	4	2	5	3	4	2	5

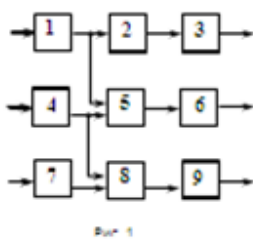


Рис. 1

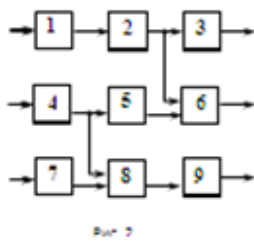


Рис. 2

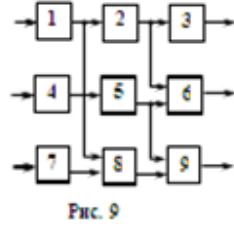


Рис. 9

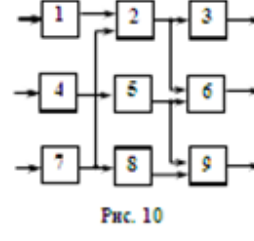


Рис. 10

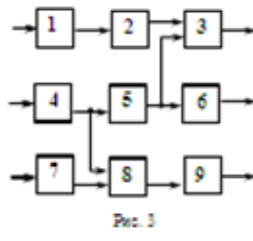


Рис. 3

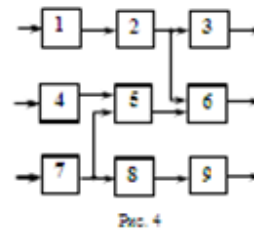


Рис. 4

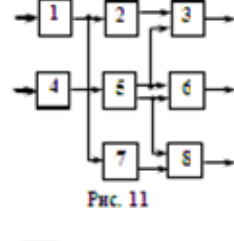


Рис. 11

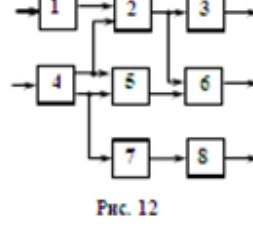


Рис. 12

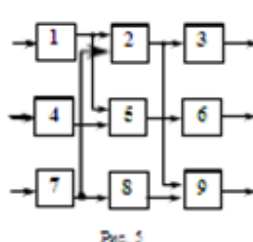


Рис. 5

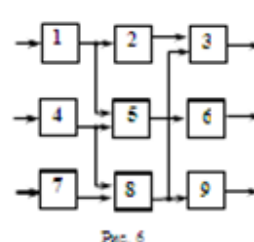


Рис. 6

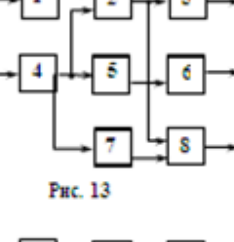


Рис. 13

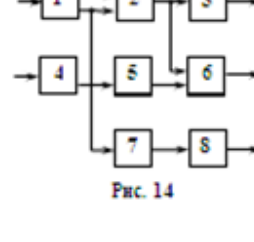


Рис. 14

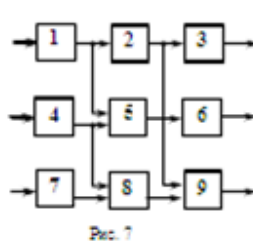


Рис. 7

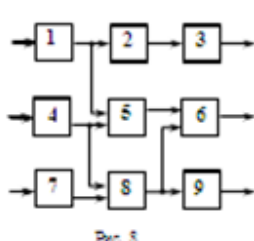


Рис. 8

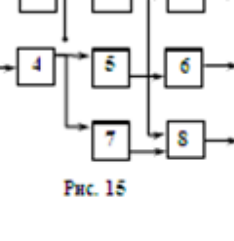


Рис. 15

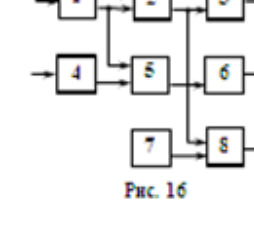


Рис. 16

### Основная литература

1. Гуменюк В.М. Надежность и диагностика электротехнических систем: Учеб. пособие для вузов. - Владивосток: Изд-во Дальневост. гос. техн. ун-та, 2010. - 218с

Электронный ресурс: <http://b-ok.org/book/2553523/2da26c>

### Дополнительная литература

2. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. - М.: Радио и связь, 1988. - 256

**3.3. Тематика работ на самостоятельную проработку курсанту/студенту указана в таблицах 8.1-8.2 РПД.**

**3.4 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств**

Изучение дисциплины «Автоматика и управление» сопровождается рейтинговой системой контроля знаний обучающихся.

### 3.4.1 Методика подготовки и проведения занятий

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются: лекции и практические.

В ходе изучения дисциплины предусматривается применение эффективных методик обучения, которые предполагают постановку вопросов проблемного характера с разрешением их, как непосредственно в ходе занятий, так и в ходе самостоятельной работы.

Изучение раздела 1 (темы 2,3,4 и 5) и раздела 2 (темы 2 и 3) сопровождается практическими занятиями, в ходе которых происходит закрепление теоретических знаний, формирование и совершенствование умений, навыков и компетенций.

Практические занятия проводятся циклическим методом в специализированной лаборатории. Учебно-лабораторная база для проведения практических занятий обеспечивает экспериментальное подтверждение теоретического материала, рассматриваемого в дисциплине.

Перед началом занятий преподаватель проводит инструктаж по технике электробезопасности и пожарной безопасности.

Формирование знаний обучающихся по основам теории надежности и технической диагностики РЭО обеспечивается проведением лекционных занятий в течение девятого семестра обучения. Одновременно в ходе практических занятий осуществляется закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых умений, навыков и компетенций.

Контроль знаний в ходе изучения дисциплины осуществляется в виде текущего контроля, а также итоговой аттестации в форме экзамена.

Текущий контроль предназначены для проверки хода и качества усвоения курсантами учебного материала и стимулирования учебной работы курсантов. Он может осуществляться в ходе практических занятий в форме, избранной преподавателем или предусмотренной рабочей программой дисциплины.

Текущий контроль предполагает постоянный контроль преподавателем качества усвоения учебного материала, активизацию учебной деятельности курсантов на занятиях, побуждение их к самостоятельной систематической работе. Он необходим курсантам для самоконтроля на разных этапах обучения. Их результаты учитываются выставлением оценок в ходе ежемесячной аттестации.

Практически на всех занятиях может применяться выборочный контроль, который имеет целью убедиться, в какой степени усвоен материал курсантами.

Преподавателем в ходе лекций, проведения практических занятий проверяется, как правило, качество ведения конспектов.

К экзамену допускаются курсанты, имеющие по результатам текущего контроля за девятый семестр положительные оценки.

Билет содержит два теоретических вопроса из тематики разделов по всей дисциплине.

Выбор теоретических вопросов осуществляется из принципа равной сложности всех билетов и наибольшего охвата каждым билетом учебного материала.

Подготовка к экзамену ведется по конспекту лекций, рекомендуемым к изучению в начале курса учебникам и учебным пособиям. В ходе подготовки к экзамену преподаватель проводит консультацию, на которой доводится порядок проведения экзамена и даются ответы на вопросы, вызвавшие наибольшие затруднения у курсантов в процессе подготовки.

Экзамен проводится в день, указанный в расписании занятий.

Курсант, прибывший для сдачи экзамена, докладывает экзаменатору, принимающему экзамен, сдает ему зачетную книжку, получает билет на бланке установленной формы и занимает указанное ему место для подготовки. После получения билета в течение 45 минут курсант имеет право готовиться к ответу. На ответ по билету отводится до 15 минут.

Готовясь к ответу, курсант обязан все доказательства, формулы, принципиальные схемы, графики и т.д. записывать и изображать на полученном листе так, чтобы по письменным записям можно было бы оценить уровень знаний без устных пояснений.

Ответ курсанта должен быть четким, конкретным и кратким. Об окончании ответа на вопрос аттестуемый докладывает. После ответа преподаватель задает вопросы, помогающие ему выявить ход мыслей курсанта, логику его рассуждений и способность применять полученные знания в практической деятельности. Если требуется уточнить оценку или степень знаний курсанта по тому или иному вопросу, задаются дополнительные вопросы.

Во время экзамена должна соблюдаться дисциплина и порядок, разговоры курсантов между собой не допускаются. Если во время экзамена у экзаменуемого возникает необходимость обратиться к преподавателю, то курсант поднимает руку и просит подойти к нему преподавателя. Кроме авторучки, калькулятора, билета и бланка для ответа на столе не должно быть ничего. Пользоваться конспектами, учебниками, учебными пособиями и иными дополнительными материалами, раскрывающими содержание вопросов, не разрешается.

Курсантам, пользующимся на экзамене материалами, различного рода записями, техническими средствами, не указанными в перечне разрешенных, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Знания, умения и навыки курсантов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общая оценка объявляется курсанту сразу после окончания его ответа на экзамене. Положительная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») заносится в ведомость и зачетную книжку. Оценка «неудовлетворительно» выставляется только в ведомость.

### **3.4.2 Система контроля знаний**

Рейтинговая система контроля и оценки знаний обучающихся – это комплекс учебных, организационных и методических мероприятий, направленных на обеспечение систематической творческой работы курсантов, повышение самостоятельности и самостоятельности учебы. Она обеспечивает реализацию принципов обратной связи в процессе учебы и включает в себя:

1. Схему контрольных мероприятий;
2. Критерии оценки знаний, умений и навыков.

Максимальное количество баллов (рейтинг), которое может получить курсант, определяется количеством практических работ, выполняемых в ходе изучения данной дисциплины, своевременностью их защиты, посещаемостью занятий.

Схема контрольных мероприятий приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Схема контрольных мероприятий

Вид контрольного мероприятия	ТК1	ТК2	ТК3	ТК4	ТК5	ТК6	ТК7	ТК8	ТК9	К <sub>р</sub>	ПА
Экзамен	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2-5
Оценка практических работ	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-5	2-6	2-7	2-7		
Коэффициент своевременности, $k_i$	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1		
Коэффициент посещаемости, $k_n$	0,1-1										

ТК – текущий контроль, включающий выполнение и защиту практических работ (ТК1-ТК7); К<sub>р</sub> – рейтинговый коэффициент;  $k_i$  - коэффициент своевременности;  $k_n$  - коэффициент посещаемости; ПА – промежуточная аттестация по ООП, включающая сдачу экзамена по дисциплине.

Критерии выставления оценок за практические работы:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по теме практической работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал по теме практической работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме практической работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

Коэффициент своевременности  $k_i$  выполнения практических работ выбирается из следующих соображений:

$k_i = 1$ , если практическая работа выполнена и защищена в установленные преподавателем сроки;

$k_i = 0,8$ , если практическая работа выполнена и защищена с опозданием на 10 дней;

$k_i = 0,5$ , если практическая работа выполнена и защищена до зачетной недели;

$k_i = 0,3$ , если практическая работа выполнена и защищена на зачетной неделе.

Коэффициент посещаемости,  $k_n$  определяется как отношение посещаемых занятий  $Z_n$  к общему их количеству  $Z_o$  за семестр (лекционных и практических):



$$k_{\pi} = 3_{\pi} / 3_0$$

Итоговый рейтинговый коэффициент  $K_p$  за текущий и рубежный контроль определяется по формуле:

$$K_p = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 [(k_i k_{\pi} - 1) + TK_i]$$

Округление  $K_p$  до целого числа осуществляется по схеме, представленной в таблице 5.

Оценка	Пределы $K_p$
неудовлетворительно	0 - 2,2
удовлетворительно	2,3 – 3,1
хорошо	3,2 – 4,1
отлично	4,2 – 5,0

### **Критерии выставления оценок за экзамен:**

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за экзамен выводится по трем частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «отлично», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «отлично».

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «хорошо», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «хорошо», либо курсант проходит ПА с целью повышения оценки до «отлично».

Если суммарный рейтинговый коэффициент, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «удовлетворительно», то курсант проходит ПА на общих основаниях.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «неудовлетворительно», то курсант проходит ПА на следующих основаниях:

1) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «удовлетворительно», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет неудовлетворительную оценку;

2) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «хорошо» или «отлично», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет оценку «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

#### **4. Оценочные средства итоговой аттестации по дисциплине «Надежность и техническая диагностика»**

##### **Перечень типовых экзаменационных вопросов к экзамену:**

1. Основные понятия надёжности. Состояния и события. Виды отказов.
2. Классификация объектов надёжности. Количественные показатели надёжности.
3. Количественные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов РЭО. Их сущность, вид и взаимосвязь.
4. Количественные показатели и модели безотказности восстанавливаемых объектов РЭО. Их сущность, вид и взаимосвязь
5. Количественные показатели и модели ремонтпригодности объектов РЭО.
6. Количественные показатели и модели долговечности объектов РЭО.
7. Комплексные показатели надёжности судового РЭО. Их сущность и основные отличия.
8. Формализация описания объектов РЭО при расчётах надёжности. Приближённый и полный расчёт надёжности.
9. Основные понятия и термины технической диагностики.
10. Система технического диагностирования, её виды. Условные и безусловные алгоритмы технического диагностирования.
11. Математическая модель объектов технического диагностирования, её описание и виды.
12. Логическая модель объекта диагностирования, её назначение и правила построения.
13. Таблица функций неисправности, её назначение и способ заполнения. Методика построения ТФН по заданной логической модели ОД.
14. Алгоритмы технического диагностирования. Правила и методики построения проверяющих тестов и тестов поиска неисправностей.
15. Понятия оптимального и оптимизированного условного алгоритмов поиска неисправностей. Решающие критерии выбора проверок при построении оптимизированных УАПН.
16. Понятия оптимального и оптимизированного условного алгоритмов поиска неисправностей. Методика построения оптимизированного условного алгоритма поиска неисправностей.
17. Понятия оптимального и оптимизированного условного алгоритмов поиска неисправностей. Расчёт среднего времени отыскания неисправности по данному УАПН.
18. Инженерная методика и алгоритм поиска неисправностей. Их особенности. Основные методы построения алгоритма.
19. Основные способы проверок при «ручной» методике поиска неисправностей, их достоинства и недостатки
20. Резервирование. Основные понятия. Виды резервирования. Расчет надёжности резервируемых систем.

## 5 Формат сведений о ФОС и ее согласовании


Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине представляет собой приложение к рабочей программе дисциплины

«Надёжность и техническая диагностика»

(наименование дисциплины)

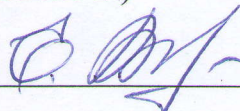
образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» и специализациям 25.05.03 «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промыслового флота», 25.05.03 «Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита» и соответствует учебному плану, утвержденному 31 января 2018 г. и действующему для курсантов (студентов), принятых на первый курс, начиная с 2013 года.

Автор (ы) фонда – Кузьмин Л.Л.



Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем  
(протокол № 9 от 18 июня 2018 г.)

Заведующий кафедрой



/Е.В. Волхонская/

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии радиотехнического факультета  
(протокол № 6 от 27 июня 2018 г.)

Председатель методической комиссии

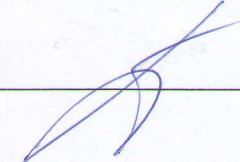


/А.Г. Жестовский/

Согласовано

начальник отдела

мониторинга и контроля



/Ю.В. Борисевич/