

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

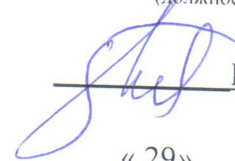
Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев

(подпись)

« 29 » \_\_ мая \_\_ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность приборов и систем»

(Название дисциплины)

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Код направления             | 24.03.02   |
| Наименование направления    | Системы управления движением и навигация               |
| Наименование направленности | Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации |
| Форма обучения              | Очная  |

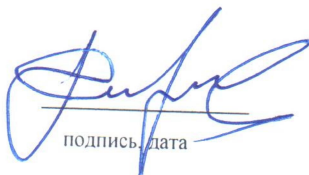
Санкт-Петербург 2021 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, датаС.Ф. Скорина  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2021 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н., доц.

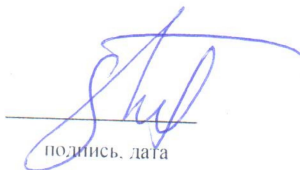
должность, уч. степень, звание

  
подпись, датаН.А. Овчинникова  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(04)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, датаВ.К. Пономарев  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание

  
подпись, датаВ.Е. Таратун  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Надежность приборов и систем» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории надежности, обеспечением и поддержанием заданной эксплуатационной надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний и навыков в области обеспечения и поддержания заданной эксплуатационной надежности обеспечением и поддержанием заданной эксплуатационной надежности приборных систем ориентации, навигации и стабилизации.

**1.2.** Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

### 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции   | Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|----------------------------------|--|---|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.3.1 обладает математическими, общинженерными знаниями в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин<br><br>ОПК-1.У.1 уметь применять знания в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин<br><br>ОПК-1.У.2 умеет проводить математические расчеты и математический анализ в профессиональной деятельности |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Введение в специальность,
- Математика (Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория вероятности и математическая статистика),
- Физика,
- Химия,
- Материаловедение,
- Гироскопические приборы и системы,
- Автоматизированные системы навигации управления летательными аппаратами,
- Элементы систем автоматического управления,
- Элементы гироскопических приборов и систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин и подготовке выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|-------|---------------------------|
|   |       | №8                        |
| 1   | 2     | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>  | 2/ 72 | 2/ 72                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   |       |                           |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.,</b>  | 40    | 40                        |
| <b>В том числе</b>  |       |                           |
| лекции (Л), (час)   | 20    | 20                        |
| Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 20    | 20                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   |       |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |       |                           |
| Экзамен, (час)  |       |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 32    | 32                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)</b> | Зачет | Зачет                     |

### 4.Содержание дисциплины

#### 4.1.Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                       | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------|----------|----------|-----------|
| Семестр 8                                      |              |         |          |          |           |
| Раздел 1. Основные положения теории надежности | 2            | 2       |          |          | 4         |
| Тема 1.1. Основные понятия теории              |              |         |          |          |           |

|  |   |   |  |  |   |
|--|---|---|--|--|---|
| <p>надежности</p> <p>Тема 1.2. Причины возникновения и классификация отказов</p> <p>Тема 1.3. Обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла приборов и систем</p>  |   |   |  |  |   |
| <p>Раздел 2. Показатели надежности</p> <p>Тема 2.1. вероятность безотказной работы</p> <p>Тема 2.2. Статистические определения показателей надежности невосстанавливаемых устройств</p> <p>Тема 2.3. Расчет показателей надежности при основном соединении элементов</p>   | 3 | 5 |  |  | 4 |
| <p>Раздел 3. Показатели надежности восстанавливаемых устройств.</p> <p>Тема 3.1. Взаимосвязь основных показателей надежности</p> <p>Тема 3.2. Законы распределения времени безотказной работы устройств</p>  | 3 | 4 |  |  | 4 |
| <p>Раздел 4. Ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость.</p> <p>Тема 4.1. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости</p> <p>Тема 4.2. комплексные показатели надежности</p>   | 3 | 2 |  |  | 4 |
| <p>Раздел 5. Методы повышения надежности</p> <p>Тема 5.1. Резервирование</p> <p>Тема 5.2. Определение надежности резервированного оборудования</p> <p>Тема 5.3. Матричный метод определения надежности</p> <p>Тема 5.4. Оценка выигрыша в надежности при резервировании</p> <p>Тема 5.5. Резервирование замещением при различных видах резерва</p> | 4 | 4 |  |  | 6 |

|   |    |    |  |  |    |
|---|----|----|--|--|----|
| Раздел 6. Профилактические испытания и их влияние на надежность.  | 3  | 2  |  |  | 4  |
| Раздел 7. Прогнозирование надежности<br>Тема 7.1. Цели и задачи прогнозирования технического состояния приборных систем. Модели дрейфа параметров.<br>Тема 7.2. Связь прогнозирования технического состояния приборных систем и прогнозирования надежности.<br>Тема 7.3. Прогнозирование надежности приборных систем на основе данных бортовых устройств регистрации параметров | 2  | 1  |  |  | 6  |
| Итого в семестре:   | 20 | 20 |  |  | 32 |
| Итого:  | 20 | 20 |  |  | 32 |

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---------------|--|
| 1             | <p><b>Раздел 1. Основные положения теории надежности</b></p> <p>Тема 1.1. Основные понятия теории надежности .Определение надежности в соответствии с ГОСТ 27.002-89. Надежность как комплексное свойство. Составляющие понятия надежности. Специфика составляющих надежности систем управления летательных аппаратов. Понятия работоспособности, отказа, повреждения.</p> <p>Тема 1.2. Причины возникновения и классификация отказов. Классификационные признаки отказов. Простые и сложные отказы. Причины возникновения отказов. Отказы из-за дефекта конструкции, технологии производства, эксплуатационной документации, случайного разброса параметров комплектующих изделий. Этапы эксплуатации систем управления. Отказы на различных стадиях жизненного цикла изделий.</p> <p>Тема 1.3. Обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла приборов, приборных систем и систем управления. Прогнозирование значений показателей надежности перспективных и проектируемых систем. Оценка реализуемости и эффективности различных способов обеспечения надежности. Обоснование оптимальных требований по надежности на этапе разработки технического задания. Сравнительный анализ</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>эффективности различных способов обеспечения заданной надежности при проектировании приборов и систем управления летательных аппаратов.</p>   |
| 2 | <p><b>Раздел 2. Показатели надежности</b></p> <p>Тема 2.1. вероятность безотказной работы. Статистическое и вероятностное определение вероятности безотказной работы. Вероятность возникновения отказа. Взаимосвязь вероятности безотказной работы и вероятности возникновения отказов. Функция распределения и плотность распределения времени наработки до отказа.</p> <p>Тема 2.2. Статистические определения показателей надежности восстанавливаемых устройств. Статистическое определение плотности распределения наработки до отказа. Типовые кривые изменения частоты отказов. Периоды функционирования систем: период приработки, период нормальной эксплуатации, период старения. Статистическое и вероятностное определение интенсивности отказов. Модели проведения испытаний на надежность. Средняя наработка до отказа. Среднеквадратическое отклонение времени безотказной работы.</p> <p>Тема 2.3. Расчет показателей надежности при основном соединении элементов. Понятие основного соединения элементов. Основные расчетные формулы для вероятности безотказной работы, интенсивности отказов при основном соединении элементов. Виды расчетов надежности. Прикидочный, ориентировочный и окончательный. Учет условий эксплуатации и режимов работы элементов систем. Интервальная оценка характеристик надежности.</p> |
| 3 | <p><b>Раздел 3. Показатели надежности восстанавливаемых устройств.</b></p> <p>Тема 3.1. Взаимосвязь основных показателей надежности. Модели потока отказов. Параметр потока отказов и средняя наработка на отказ. Статистическое и вероятностное определение. Определение параметра потока отказов по результатам эксплуатации. Взаимосвязь параметра потока отказов и другими показателями надежности. Свойства параметра потока отказов. Определение интенсивности отказов по параметру потока отказов. Нарботка на отказ</p> <p>Тема 3.2. Законы распределения времени безотказной работы устройств. Экспоненциальное распределение. Его параметры и применимость для описания надежности авиационной техники. Нормальное распределение, распределение Вейбула, и гамма-распределение. Применимость нормального и гамма-распределения, а также распределения Вейбула для описания надежности элементов и узлов авиационной техники на различных этапах эксплуатации. Принцип суперпозиции законов распределения для оценки надежности сложных систем.</p>   |
| 4 | <p><b>Раздел 4. Ремонтопригодность, долговечность и сохраняемость.</b></p>   |



|   |  |
|---|--|
|   | <p>Тема 4.1. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Вероятность восстановления работоспособного состояния. Среднее время восстановления. Экспоненциальное распределение и распределение Эрланга для времени восстановления. Интенсивность восстановления. Вероятности исправного и неисправного состояний в течении заданного интервала времени.</p> <p>Тема 4.2. комплексные показатели надежности. Коэффициенты готовности и простоя. Статистическое и вероятностное определение коэффициентов готовности и простоя. Коэффициент технического использования. Показатели долговечности: ресурс, срок службы, назначенный ресурс, остаточный ресурс, назначенный срок службы. Средний ресурс и средний срок службы. Понятие сохраняемости приборов и систем. Вероятность исправного состояния объекта при хранении. Плотность распределения времени безотказного хранения. Интенсивность появления отказов при хранении. Среднее время сохранения исправного состояния при хранении.</p>   |
| 5 | <p><b>Раздел 5. Методы повышения надежности</b></p> <p>Тема 5.1. Резервирование. Классификация методов и видов резервирования. Аппаратурное резервирование. Временное резервирование. Информационное резервирование. Функциональное резервирование. Нагрузочное резервирование. Общее и раздельное резервирование. Кратность резервирования.</p> <p>Тема 5.2. Определение надежности резервированного оборудования. Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов при общем и раздельном резервировании.</p> <p>Тема 5.3. Матричный метод определения надежности. Матрица состояния. Гипотеза работоспособности. Гипотезы отказов элементов и системы в целом. Логические условия работоспособности. Вероятность пребывания системы в любом состоянии.</p> <p>Тема 5.4. Оценка выигрыша в надежности при резервировании. Понятие выигрыша надежности. Выигрыш в надежности при общем и раздельном резервировании. Влияние кратности резервирования на выигрыш в надежности. Выигрыш в надежности при различных видах включения резерва.</p> <p>Тема 5.5. Резервирование замещением при различных видах резерва. Постоянное резервирование с горячим резервом. Постоянное резервирование с холодным резервом. Постоянное резервирование с теплым резервом.</p> |
| 6 | <p><b>Раздел 6. Профилактические испытания и их влияние на надежность.</b></p> <p>Граф состояний системы с частичным контролем при отсутствии периодических профилактических испытаний. Принципы составления уравнений Колмогорова. Выбор периодичности проведения профилактических испытаний.</p>   |

|          |   |
|----------|---|
| <b>7</b> | <p><b>Раздел 7. Прогнозирование надежности</b></p> <p>Тема 7.1. Цели и задачи прогнозирования технического состояния летательных аппаратов и двигателей. Модели дрейфа параметров. Структура процессов прогнозирования технического состояния. Выбор модели дрейфа параметров. Явления старения и износа.</p> <p>Тема 7.2. Связь прогнозирования технического состояния и прогнозирования надежности. Цели прогнозирования. Прямое и обратное прогнозирование. Задачи прогноза при полной априорной определенности и при ограниченности исходных данных. Прогнозирование надежности.</p> <p>Тема 7.3. Прогнозирование надежности приборов и систем управления на основе данных бортовых устройств регистрации параметров. Структурная схема регистрации и прогнозирования состояния бортового оборудования. Принципы построения автоматизированных систем контроля, диагностики и управления.</p> |
|----------|---|

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5– Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий  | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Семестр 8 |  |                            |                     |                      |
| 1         | Рассмотрение, изучение и анализ статистических данных об отказах приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов. | Семинарское занятие        | 2                   | 2                    |
| 2         | Расчет показателей надежности изделий приборных систем в случае основного соединения элементов   | Семинарское занятие        | 2                   | 2                    |
| 3         | Исследование характеристик надежности систем при параллельном включении элементов приборных систем                                     | Семинарское занятие        | 2                   | 2                    |
| 4         | Исследование характеристик надежности  | Семинарское занятие        | 2                   | 2                    |

|        |  |                     |    |   |
|--------|--|---------------------|----|---|
|        | приборных систем при последовательном включении элементов систем   |                     |    |   |
| 5      | Аналитическое исследование различных законов распределения случайной величины времени работы системы до отказа             | Семинарское занятие | 4  | 4 |
| 6      | Сравнительный анализ экспоненциального распределения и распределения Эрланга для описания характеристик ремонтпригодности. | Семинарское занятие | 4  | 6 |
| 7      | Прогнозирование технического состояния приборных систем по данным бортовых регистраторов                                   | Семинарское занятие | 4  | 7 |
| Всего: |  |                     | 20 |   |

#### 4.4.Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                      |

#### 4.5.Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6.Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы           | Всего, час | Семестр 8, час |
|--------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                    | 2          | 3              |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b> | 32         | 32             |
| изучение и осмысление                | 24         | 24             |

|   |   |   |
|---|---|---|
| теоретического материала дисциплины (ТО)            |   |   |
| курсовое проектирование (КП, КР)                    |   |   |
| Подготовка отчетов по практическим занятиям         |   |   |
| выполнение реферата (Р)                             |   |   |
| Подготовка к текущему контролю (ТК)                 |   |   |
| Подготовка к промежуточной аттестации (дифф. зачет) | 8 | 8 |
| контрольные работы заочников (КРЗ)                  |   |   |

### 5.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 7 -11.

### 6.Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр                    | Библиографическая ссылка / URL адрес  | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------------------------|---|-------------------------------------|
| 004<br>П 52             | Основы теории надежности. Практикум [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БХВ - Петербург, 2006. - 557 с.  | 5                                   |
| 004<br>П 52             | Основы теории надежности [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2008. - 704 с.   | 15                                  |
| 519.873<br>С23          | Сборник задач по теории надежности [Текст] : сборник задач / А. М. Половко, И. М. Маликов, А. Н. Жигарев, В. И. Зарудный. - М. : Сов. радио, 1972. - 407 с.   | 25                                  |
| 629.7(ГУА<br>П)<br>Ч-49 | Надежность авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов [Текст] : учебное пособие / В. Ю. Чернов, В. Г. Никитин, Ю. П. Иванов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2004. - 95 с. | 64                                  |
| 629.7(ГАА<br>П)         | Техническая эксплуатация, надежность и диагностика авиационного радиоэлектронного оборудования  | 52                                  |

|                          |  |    |
|--------------------------|--|----|
| Д53                      | [Текст] : учебное пособие / Е. С.Дмитриевский ; С.-Петербург. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - учеб. изд. - СПб. : Изд-во ГААП, 1996. - 94 с.   |    |
| 629.7(ГААП)<br>П)<br>Д53 | Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С.Дмитриевский ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер.:(596 Kb). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2001. - 87 с. | 74 |

## **7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ**

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование   |
|---|--|
| <a href="http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml">http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml</a>                     | Скорина С.Ф. Методические указания и индивидуальные задания по практическим занятиям по дисциплине Надежность систем ориентации, стабилизации и навигации [электронный ресурс] - СПб., ГУАП, 2008. . |
| <a href="http://window.edu.ru/resource/741/24741/files/9.pdf">http://window.edu.ru/resource/741/24741/files/9.pdf</a> | Матвеевский В.Р. Надежность технических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] – М., МГИЭИМ (ТУ), 2002. – 113с.  |

## **8. Перечень информационных технологий**

### **8.1.Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

### **8.2.Перечень информационно-справочных систем**

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы   | Номер аудитории                      |
|-------|---|--------------------------------------|
| 1     | Мультимедийная лекционная аудитория   | БМ 13-04                             |
| 2     | Кафедральные настенные стенды с конструкцией инерциальных сенсоров и приборов систем ориентации, навигации и стабилизации | БМ 13-01,<br>БМ 13-03а,<br>БМ 13-03б |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Примерный перечень оценочных средств |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Зачёт                        | Список вопросов;<br>Тесты            |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций   |
|------------------------|---|
| 5-балльная шкала       |   |
| «отлично»<br>«зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> </ul>  |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
|                                       | – владеет системой специализированных понятий.  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– не формулирует выводов и обобщений.   |

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета представлены в таблице 16

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета                                     | Код индикатора          |
|-------|---|-------------------------|
| 1     | Надежность, как комплексное свойство.   | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1, |
| 2     | Причины возникновения отказов приборных систем ориентации, навигации и стабилизации.    | ОПК-1.У.1               |
| 3     | Классификация отказов АТ.   | ОПК-1.У.1               |
| 4     | Подходы к обеспечению надежности на различных стадиях жизненного цикла.                 | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1, |
| 5     | Понятия восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем. Модели испытаний на надежность. | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1, |
| 6     | Показатели безотказности невосстанавливаемых систем.                                    | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1, |

|    |  |                                      |
|----|--|--------------------------------------|
|    |  | ОПК-1.У.2                            |
| 7  | Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов.                                    | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 8  | Статистическое определение частоты и интенсивности отказов невосстанавливаемых систем.                 | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 9  | Средняя наработка до отказа, среднее квадратическое отклонение и дисперсия времени безотказной работы. | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 10 | Взаимосвязь характеристик безотказности для невосстанавливаемых систем.                                | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 11 | Определение характеристик надежности невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов.     | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 12 | Прикидочный и ориентировочный расчет надежности.   | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2              |
| 13 | Учет условий эксплуатации при проведении окончательного расчета надежности.                            | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2              |
| 14 | Интервальная оценка характеристик надежности.  | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2              |
| 15 | Показатели надежности для восстанавливаемых систем.  | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2              |
| 16 | Экспоненциальное распределение времени безотказной работы.   | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 17 | Нормальное распределение.  | ОПК-1.3.1                            |
| 18 | Усеченное нормальное распределение.  | ОПК-1.3.1                            |
| 19 | Распределение Вейбула.   | ОПК-1.3.1                            |
| 20 | Распределение Релея.   | ОПК-1.3.1                            |
| 21 | Гамма-распределение.   | ОПК-1.3.1                            |
| 22 | Распределение Эрланга.   | ОПК-1.3.1                            |
| 23 | Показатели ремонтпригодности.  | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,              |



|    |   |                                      |
|----|---|--------------------------------------|
|    |   | ОПК-1.У.2                            |
| 24 | Показатели долговечности и сохраняемости.                                 | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 25 | Комплексные показатели надежности.  | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 26 | Повышение надежности элементов и комплектующих изделий.                   | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 27 | Методы повышения надежности приборных систем при проектировании.          | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 28 | Методы повышения надежности приборных систем при производстве.            | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 29 | Методы обеспечения заданной надежности приборных систем при эксплуатации. | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 30 | Методы резервирования для обеспечения заданной надежности.                | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 31 | Расчет показателей надежности при параллельном соединении элементов.      | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 32 | Расчет показателей надежности при последовательном соединении элементов.  | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 33 | Сравнительный анализ общего и отдельного резервирования.                  | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2              |
| 34 | Влияние кратности резервирования на показатели надежности.                | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 35 | Показатели надежности резервируемых систем: при холодном резерве.         | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 36 | Показатели надежности резервируемых систем: при горячем резерве.          | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,              |

|    |   |                                      |
|----|---|--------------------------------------|
|    |   | ОПК-1.У.2                            |
| 37 | Показатели надежности резервируемых систем: при теплом резерве.                                   | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 38 | Уравнения Колмогорова для описания состояния приборных систем.                                    | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,              |
| 39 | Определение периодичности выполнения профилактических испытаний для систем с частичным контролем. | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 40 | Структура процессов прогнозирования технического состояния.                                       | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 41 | Автоматизированные системы контроля, диагностики и управления.                                    | ОПК-1.3.1<br>ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта представлены в таблице 17

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании представлены в таблице 18

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов   | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1     | В чем заключается понятие надежности как свойства объекта?   | ОПК-1.У.1,     |
| 2     | Перечислите и дайте определения основных состояний и событий, которыми характеризуется надежность? | ОПК-1.У.1,     |
| 3     | В чем общность и отличия состояний «исправность» и «работоспособность» объекта?                    | ОПК-1.У.1,     |
| 4     | При каких условиях наступает предельное состояние объекта?   | ОПК-1.У.1,     |

|    |  |                         |
|----|--|-------------------------|
| 5  | Какими могут быть объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния?  | ОПК-1.У.1,              |
| 6  | Какими могут быть отказы по типу и природе происхождения?  | ОПК-1.У.1,              |
| 7  | Перечислите основные признаки классификации отказов?   | ОПК-1.У.1,              |
| 8  | Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надежности?   | ОПК-1.У.1,              |
| 9  | Дайте определение показателя надежности?   | ОПК-1.3.1,<br>ОПК-1.У.1 |
| 10 | Перечислите и поясните показатели долговечности?   | ОПК-1.3.1               |
| 11 | Перечислите показатели безотказности объекта и поясните в чем отличия статистических оценок от вероятностной формы их представления? | ОПК-1.3.1,<br>ОПК-1.У.1 |
| 12 | Дайте определение вероятности безотказной работы (ВБР) объекта и поясните ее смысл?  | ОПК-1.3.1,<br>ОПК-1.У.1 |
| 13 | Чем отличается ВБР объекта к наработке $t$ от ВБР в интервале наработки $[t, t + \Delta t]$ ?  | ОПК-1.3.1,              |
| 14 | Дайте определение плотности распределения отказов (ПРО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?                           | ОПК-1.3.1               |
| 15 | Дайте графическую интерпретацию понятий ВБР и вероятности отказов (ВО)?  | ОПК-1.3.1               |
| 16 | Дайте определение интенсивности отказов (ИО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?                                      | ОПК-1.3.1               |
| 17 | Перечислите показатели безотказности восстанавливаемых систем?   | ОПК-1.У.1,              |
| 18 | Показатели ремонтпригодности?  | ОПК-1.У.1,              |
| 19 | Основные цели и задачи расчета показателей надежности систем?  | ОПК-1.У.1<br>ОПК-.У.2,  |
| 20 | Определите состав рассчитываемых показателей безотказности системы?  | ОПК-1.У.1,              |
| 21 | Перечислите и поясните основные этапы расчета надежности систем?   | ОПК-1.У.1,<br>ОПК-1.У.2 |
| 22 | Что такое структура надежности?  | ОПК-1.У.1,              |
| 23 | Что такое математическая модель расчета надежности?  | ОПК-1.У.1,              |
| 24 | Какие виды резервирования существуют. В чем отличие  | ОПК-1.У.1,              |

|    |   |            |
|----|---|------------|
|    | нагруженного и ненагруженного резервирования?                                 |            |
| 25 | Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности? | ОПК-1.У.1, |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

**10.4.** Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемы результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;

Описание методов определения параметров надежности, применяемых для расчета надежности приборных систем на различных стадиях жизненного цикла;

Описание методов обеспечения заданной надежности, применяемых на различных стадиях жизненного цикла;

- Демонстрация примеров расчета надежности приборных систем;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### **11.2.Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

### **Требования к проведению практических занятий**

По каждому практическому занятию выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые, расчетные и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### **11.3.Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методический материал по дисциплине.

#### **11.4.Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине в форме зачета. Зачет проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |