

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Основы надежности технических систем», включая оценочные материалы**

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

| Группа компетенций   | Категория компетенций | Коды и содержание компетенций   |
|----------------------|-----------------------|---|
| Универсальные        | -                     | -   |
| Общепрофессиональные | -                     | -   |
| Профессиональные     | -                     | ПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности |

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Содержание индикатора компетенции   |
|-----------------|----------------------------|---|
| ПК-1            | ПК-1.4                     | Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на общеинженерные знания |

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – формирование теоретических знаний и профессиональных навыков в области оценки и анализа надежности технических систем на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

**знать:**

- понятия и терминологию в области надежности в технике;
- основные направления повышения надежности технических систем;

**уметь:**

- применять теоретические знания из областей химии, физики, инженерных наук для определения уязвимых мест и участков технических систем;
- собирать и обрабатывать информацию, необходимую для анализа и оценки надежности отдельных технологических процессов, технических систем,
- интерпретировать результаты математического моделирования в приложении к реальным техническим системам с учетом допущений и границ применимости в рамках теории надежности;

**владеть:**

- методами проведения анализа и оценки надежности технических систем;
- методы повышения надежности технических систем.

**2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)**

**2.1. Объем дисциплины (модуля)**

| Виды учебной работы                              | Формы обучения |
|--|----------------|
|  | Очная          |
| <b>Общая трудоемкость:</b> зачетные единицы/часы | 2/72           |
| <b>Контактная работа:</b>                        | 48             |
| Занятия лекционного типа                         | 16             |
| Занятия семинарского типа                        | 32             |
| <b>Консультации</b>                              | 0              |
| <b>Промежуточная аттестация:</b> зачет           | 0              |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>               | 24             |

**2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности**

**Очная форма обучения**

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Виды учебной работы (в часах) |    |
|-------|-----------------------------|-------------------------------|----|
|       |                             | Контактная работа             | СР |

|    |  | Занятия лекционного типа |      | Занятия семинарского типа |   |    |      |   |
|----|--|--------------------------|------|---------------------------|---|----|------|---|
|    |  | Л                        | Иные | ПЗ                        | С | ЛР | Иные |   |
| 1. | Надежность в технике. Теория надежности                                | 4                        | 0    | 4                         | 0 | 4  | 0    | 8 |
| 2. | Расчетные методы определения надежности. Надежность технических систем | 6                        | 0    | 6                         | 0 | 6  | 0    | 8 |
| 3. | Методы повышения надежности. Резервирование                            | 6                        | 0    | 6                         | 0 | 6  | 0    | 8 |

**Примечания:**

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

**2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ**

**Содержание лекционного курса**

| № п/п | Наименование тем (разделов)  | Содержание лекционного курса  |
|-------|--|---|
| 1.    | Надежность в технике. Теория надежности                                | 1.1 Надежность в технике. Нормативно правовые основы<br>Обзор нормативно правовой документации РФ в области надежности техники. Стандарты в области надежности в технике (ССНТ). ГОСТ «Надежность в технике». Основные положения и терминология.<br>1.2 Применение теории надежности в технике<br>Интерпретация нормативно правовой документации в области надежности применительно к технологическим процессам, техническим изделиям и системам. Особенности применения теории надежности к техническим изделиям и системам.<br>1.3 Математический аппарат теории надежности<br>Теория вероятности и математическая статистика в теории надежности. Основные виды вероятностных распределений. Сочетания вероятностей. Основы статистической обработки данных. |
| 2.    | Расчетные методы определения надежности. Надежность технических систем | 2.1 Расчетные методы определения надежности изделий и систем. Анализ дискретных данных.<br>Дискретные показатели надежности изделий и систем. Математическое моделирование технических изделий и систем дискретного типа для целей оценки надежности. Расчет и анализ дискретных показателей надежности изделий.<br>2.2 Расчетные методы определения надежности изделий и систем. Анализ непрерывных величин.<br>Непрерывные показатели надежности изделий и систем. Основные виды непрерывных распределений. Математическое моделирование технических изделий и систем непрерывного типа для целей оценки надежности. Расчет непрерывных показателей надежности изделий.   |
| 3.    | Методы повышения надежности. Резервирование                            | 3.1 Основные методы повышения надежности технических систем. Подходы и принципы в повышении надежности. Методы повышения надежности на различных этапах жизненного цикла изделий, оборудования и технических систем.<br>3.2 Резервирование технических систем.<br>Резервирование, виды резервирования. Принципы резервирования систем. Расчет эффективности резервирования.   |

**Содержание занятий семинарского типа**

| № | Наименование тем (разделов) | Тип | Содержание занятий семинарского типа |
|---|-----------------------------|-----|--------------------------------------|
|---|-----------------------------|-----|--------------------------------------|

| п/п |  |    |   |
|-----|--|----|---|
| 1.  | Надежность в технике. Теория надежности                                | ПЗ | Нормативная документация в области надежности в технике   |
|     |  | ЛР | Практическое применение теории надежности<br>Математические методы в теории надежности  |
| 3.  | Расчетные методы определения надежности. Надежность технических систем | ПЗ | Дискретный анализ в надежности технических систем<br>Анализ непрерывных величин в надежности технических систем<br>Аппроксимация экспериментальных данных исследования надежности   |
|     |  | ЛР | Расчет надежности технических изделий на основании анализа дискретных данных испытаний<br>Расчет надежности технических изделий на основании анализа непрерывных данных испытаний<br>Получение типовой непрерывной зависимости надежности изделия на основе дискретных данных испытаний |
| 5.  | Методы повышения надежности. Резервирование                            | ПЗ | Методы повышения надежности на различных этапах жизненного цикла технической системы<br>Расчеты эффективности и оценки резервирования технических системы   |
|     |  | ЛР | Разработка резервирования технической системы<br>Оценка резервирования технической системы  |

### Содержание самостоятельной работы

| № п/п | Наименование тем (разделов)  | Содержание самостоятельной работы   |
|-------|--|---|
| 1.    | Надежность в технике. Теория надежности                                | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 2.    | Расчетные методы определения надежности. Надежность технических систем | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 3.    | Методы повышения надежности. Резервирование                            | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |

### 3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### 3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

| № п/п | Контролируемые темы (разделы)  | Наименование оценочного средства |
|-------|--|----------------------------------|
| 1.    | Надежность в технике. Теория надежности                                | Контрольный работа               |
| 2.    | Расчетные методы определения надежности. Надежность технических систем | Контрольный работа               |
| 3.    | Методы повышения надежности. Резервирование                            | Контрольный работа               |

#### 3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

##### Контрольный работа

##### Раздел 1.

**Критериями предельного состояния невосстанавливаемого объекта являются:**

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| А. Высокая стоимость ремонта      | В. Достижение срока службы |
| С. Нарушение исправного состояния | Д. Падение эффективности   |

**Применительно к теории надежности, математическое ожидание отражает:**

- A. Среднюю интенсивность отказов  
B. Среднюю частоту отказов  
C. Средний срок службы  
D. Среднюю наработку на отказ

**Раздел "Филы" космического зонда "Розетта" не смог осуществить посадку в заданной области кометы "Чурюмова-Герасименко". Среди причин называются отказ ракетного двигателя, прижимающего аппарат к грунту и последующее несрабатывание фиксирующих гарпунов. Классифицируйте отказ посадки в заданной области:**

- A. Полный  
B. Деградационный  
C. Независимый  
D. Внезапный

Время безотказной работы оценивалось по 100 изделиям. Среднее время работы групп испытанных образцов в часах представлено в таблице. Определите среднее время работы, вероятность безотказной работы и интенсивность отказов с момента превышения изделиями среднего времени до окончания испытаний.

|            | $t_1$ | $t_2$ | $t_3$ | $t_4$ | $t_5$ | $t_6$ | $t_7$ | $t_8$ | $t_9$ | $t_{10}$ |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Время, ч   | 111   | 125   | 138   | 148   | 161   | 173   | 182   | 192   | 203   | 214      |
| Отказы, шт | 6     | 9     | 8     | 7     | 12    | 8     | 8     | 9     | 12    | 9        |

2. Изделие способно поддерживать вероятность безотказной работы на значении 0,75 в течении 2000 часов. Найдите падение вероятности безотказной работы в % для последующих 4000 часов работы изделия и среднее время работы, если считается применимым экспоненциальное распределение.

**Раздел 2.**

**Экспоненциальное распределение является частным случаем:**

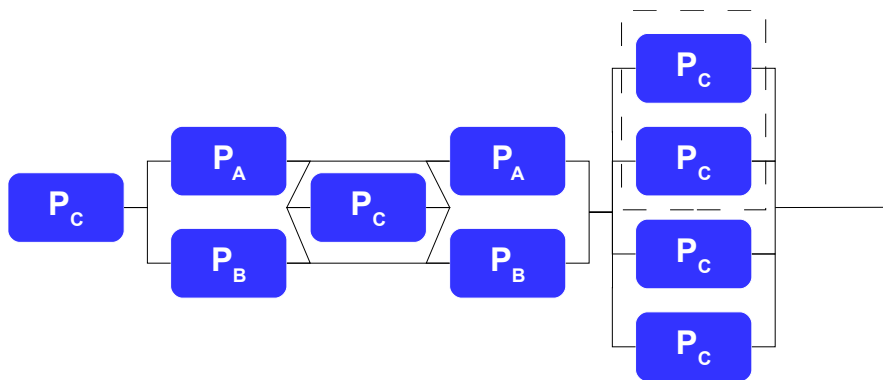
- A. Распределения Бернулли  
B. Распределения Пуассона  
C. Распределения Релея  
D. Гамма-распределения

**При расчете системы типа "m из n", в случае  $m < 0,5n$ , расчет вероятности предпочтительно проводить:**

- A. Методом расчета полной вероятности относительно P  
B. Методом минимальных путей  
C. Методом расчета полной вероятности относительно Q  
D. Нет правильного ответа

**Изобразите графически изменения частоты отказов, вероятности безотказной работы и интенсивности отказов от времени для экспоненциального распределения:**

Проходя через каскад из 3 барботеров, газ подается в комплекс из 2 параллельных компрессоров для последующего сжатия. Надежность работы барботёров подчиняется распределению Вейбулла с начальной интенсивностью отказов  $0,00007 \text{ ч}^{-1}$  и коэффициентом снижения эффективности барботажа 1,009. Надежность работы компрессоров изменяется экспоненциально со средним временем работы 35000 ч. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы для времени 1000 ч. Технологическая система представлена схемой



Напишите уравнение вероятности безотказной работы системы и рассчитайте ее для времени 2222 ч, учитывая что  $P_A$  подчиняется экспоненциальному закону со средним временем работы  $T_{cp}=12000$  ч,  $P_B$  — закону Вейбулла с  $\alpha=1,12$  ( $\Gamma=0,959339$ ) и  $T_{cp}=14000$  ч,  $P_C$  — нормальному закону при  $\sigma=4000$  ч и  $T_{cp}=5500$  ч.

### Раздел 3.

**Ключевым элементов резервирования технических систем является:**

- |  |  |
|--|--|
| A. Замена объекта системой с меньшей вероятностью отказа | B. Использование элементов повышенной надежности |
| C. Использование избыточных ресурсов                     | D. Нет правильного ответа                        |

**Методы резервирования по режимам работы резервных элементов подразделяются:**

- |              |                |
|--------------|----------------|
| A. Временное | B. Нагрузочное |
| C. Общее     | D. Постоянное  |

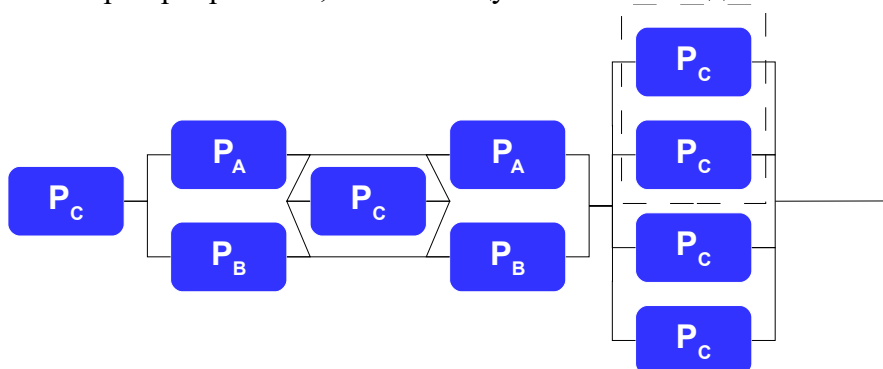
**С учётом равнонадежности элементов, верным выражением эффективности резервирования является:**

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| A. $1/1 < 2/2 < 4/2 < 3/1$ | B. $4/2 < 3/1 < 2/2 = 1/1$ |
| C. $1/1 < 4/2 < 2/2 < 3/1$ | D. Нет правильного ответа  |

**Система является более надежной при:**

- |            |            |
|------------|------------|
| A. $G < 0$ | B. $G > 1$ |
| C. $G > 0$ | D. $G = 1$ |

1. Проведите анализ надежности по представленным условиям и предложите схему резервирования, позволяющую повысить надежность системы более чем на 7%.



2. Напишите уравнение вероятности безотказной работы системы и рассчитайте ее для времени 2222 ч, учитывая что  $P_A$  подчиняется экспоненциальному закону со средним временем работы  $T_{cp}=12000$  ч,  $P_B$  — закону Вейбулла с  $\alpha=1,12$  ( $\Gamma=0,959339$ ) и  $T_{cp}=14000$  ч,  $P_C$  — нормальному закону при  $\sigma=4000$  ч и  $T_{cp}=5500$  ч.

**3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости**

**Контрольная работа**

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

### 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### 3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

| Шкала оценивания | Результаты обучения | Показатели оценивания результатов обучения  |
|------------------|---------------------|---|
| ОТЛИЧНО          | Знает:              | - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,<br>- на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.  |
|                  | Умеет:              | - обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.  |
|                  | Владеет:            | - обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении продемонстрировал навыки<br>- выделения главного,<br>- связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии. |
| ХОРОШО           | Знает:              | - обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,<br>- затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.   |
|                  | Умеет:              | - обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.   |
|                  | Владеет:            | - обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков,<br>- выделения главного,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их                                |

|                     |          |  |
|---------------------|----------|--|
|                     |          | взаимосвязи и диалектическом развитии.   |
| УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО   | Знает:   | - обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении;<br>- показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;<br>- слабо аргументирует научные положения;<br>- практически не способен сформулировать выводы и обобщения;<br>- частично владеет системой понятий.   |
|                     | Умеет:   | - обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.  |
|                     | Владеет: | - обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении продемонстрировал недостаточность навыков<br>- выделения главного,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии. |
| НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО | Знает:   | - обучающийся не усвоил значительной части материала;<br>- не может аргументировать научные положения;<br>- не формулирует квалифицированных выводов и обобщений;<br>- не владеет системой понятий.  |
|                     | Умеет:   | обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.   |
|                     | Владеет: | не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».   |

### 3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов

**Описание "Хроматографическая система представляет собой испаритель, переводящий пробу в газовое состояние, термостатируемую хроматографическую колонку, обеспечивающую разделение, и систему детектирования, идентифицирующую вещества" является примером:**

- A. Конструкционного разделения системы      B. Функционального разделения системы  
C. Структурного разделения системы      D. Нет правильного ответа

**Ракета-носитель "Союз-2.16" стартовала с космодрома "Восточный" с группой спутников, в том числе спутником дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). После успешного отделения разгонный блок "Фрегат"(часть ракеты-носителя) принял неправильную пространственную ориентацию. В результате выполнения последующего маневра, он получился не разгонным, а тормозным - и вместо выхода на переходную орбиту, разгонный блок вместе с полезной нагрузкой направился к Земле и затонул в Атлантическом океане. По результатам расследования причиной аварии считаются особенности программного обеспечения «Фрегата», неверно скорректировавшего выполнение маневра. Классифицируйте отказ выведения спутника ДЗЗ.**

**С учётом равнонадежности элементов, верным выражением эффективности резервирования является:**

- A.  $1/1 < 2/2 < 4/2 < 3/1$       B.  $1/1 < 4/2 < 2/2 < 3/1$   
C.  $1/1 = 2/2 < 4/2 < 3/1$       D. Нет правильного ответа

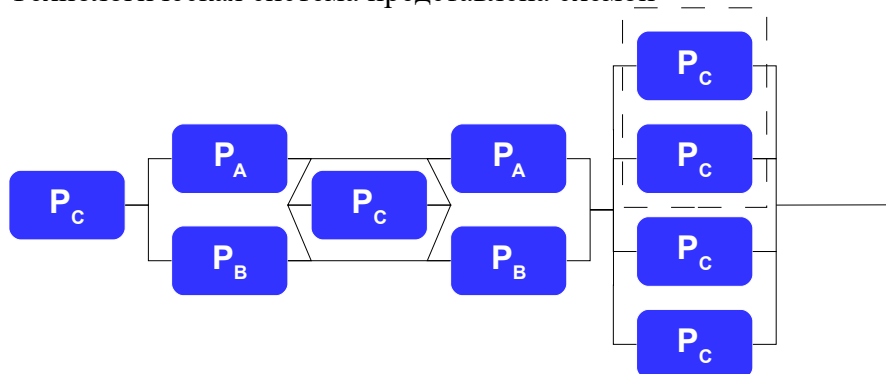
1. Время безотказной работы оценивалось по 100 изделиям. Среднее время работы групп

испытанных образцов в часах представлено в таблице. Определите среднее время работы, вероятность безотказной работы и интенсивность отказов с момента превышения изделиями среднего времени до окончания испытаний.

|            | $t_1$ | $t_2$ | $t_3$ | $t_4$ | $t_5$ | $t_6$ | $t_7$ | $t_8$ | $t_9$ | $t_{10}$ |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Время, ч   | 111   | 125   | 138   | 148   | 161   | 173   | 182   | 192   | 203   | 214      |
| Отказы, шт | 6     | 9     | 8     | 7     | 12    | 8     | 8     | 9     | 12    | 9        |

2. Проходя через каскад из 3 барботеров, газ подается в комплекс из 2 параллельных компрессоров для последующего сжатия. Надежность работы барботёров подчиняется распределению Вейбулла с начальной интенсивностью отказов  $0,00007 \text{ ч}^{-1}$  и коэффициентом снижения эффективности барботажа 1,009. Надежность работы компрессоров изменяется экспоненциально со средним временем работы 35000 ч. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы для времени 1000 ч.

Технологическая система представлена схемой



Напишите уравнение вероятности безотказной работы системы и рассчитайте ее для времени 2222 ч, учитывая что  $P_A$  подчиняется экспоненциальному закону со средним временем работы  $T_{\text{ср}}=12000 \text{ ч}$ ,  $P_B$  — закону Вейбулла с  $\alpha=1,12$  ( $\Gamma=0,959339$ ) и  $T_{\text{ср}}=14000 \text{ ч}$ ,  $P_C$  — нормальному закону при  $\sigma=4000 \text{ ч}$  и  $T_{\text{ср}}=5500 \text{ ч}$ .

3. Проведите анализ надежности по условиям задания 2 и предложите схему резервирования, позволяющую повысить надежность системы более чем на 7%.

### 3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

#### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

|  |   |
|--|---|
| Предел длительности                                    | 10 минут  |
| Предлагаемое количество заданий                        | 2 вопроса   |
| Последовательность выборки вопросов из каждого раздела | Случайная   |
| Критерии оценки  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- требуемый объем и структура</li> <li>- изложение материала без фактических ошибок</li> <li>- логика изложения</li> <li>- использование соответствующей терминологии</li> <li>- стиль речи и культура речи</li> <li>- подбор примеров из научной литературы и практики</li> </ul> |
| «5» если   | требования к ответу выполнены в полном объеме   |
| «4» если   | в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов  |
| «3» если   | требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии   |

#### Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Предлагаемое количество заданий | 1  |
| Последовательность выборки      | Случайная  |
| Критерии оценки:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> </ul> |



|          |   |
|----------|---|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul> |
| «5» если | требования к ответу выполнены в полном объеме   |
| «4» если | в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений   |
| «3» если | требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью  |

#### **4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.1. Электронные учебные издания**

1. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 502 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8582-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511354>.
2. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515263>.
3. Галеев, А. Д. Основы надежности технических систем : учебно-методическое пособие / А. Д. Галеев, Е. В. Старовойтова, С. И. Поникаров. — Казань : КНИТУ, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-7882-2594-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166202>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. — URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. — URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. — URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. — URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. — URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <http://fcior.edu.ru/>.

##### **4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/>.

#### **4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### **4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

| <b>Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*</b> | <b>Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения</b>   |
|--|--|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий   | Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование). |
| Помещение для самостоятельной работы   | Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.           |

\* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.