

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гарант Максим Алексеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 27.10.2023 11:51:38  
Уникальный программный ключ:  
7708e7a47e66a8ee02711b298d7e78bd1e40bf88

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Основы теории надежности**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**23.05.05 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Мосты**

---

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой, РГР в 4 семестре.

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-4: Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.3: Использует методы расчета показателей надежности объектов транспортной инфраструктуры при проектировании и эксплуатации

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ОПК-4.3: Использует методы расчета показателей надежности объектов транспортной инфраструктуры при проектировании и эксплуатации	Обучающийся знает: законы механики для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов; показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации;	Вопросы (1-18)
	Обучающийся умеет: выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов; применять системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов;	Кейс-задание (1-5)
	Обучающийся владеет: выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов; применять системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов;	Задания (1-3)

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

## 2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-4.3: Использует методы расчета показателей надежности объектов транспортной инфраструктуры при проектировании и эксплуатации	Обучающийся знает: законы механики для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов; показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации;
<i>Примеры вопросов/заданий</i> <b>Безотказность - это:</b> 1) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение всего времени работы; 2) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки; 3) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта; 4) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. <b>2 Долговечность - это:</b> 1) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта; 2) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования; 3) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта; 4) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. <b>3 Ремонтопригодность - это:</b> 1) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования; 2) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки; 3) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта; 4) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта. <b>4 Сохраняемость - это:</b> 1) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта; 2) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта; 3) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки; 4) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования. <b>5 Исправное состояние - это:</b> 1) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;	

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несет заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

- 2) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативнотехнической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 4) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**6 Неисправное состояние - это:**

- 1) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 2) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативнотехнической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 4) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**7 Надежность трактуется как:**

- 1) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования;
- 2) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования;
- 3) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта;
- 4) свойство объекта максимально возможно поддерживать во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих выполнение требуемых функций в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

**8 Работоспособное состояние - это:**

- 1) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 2) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативнотехнической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 4) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**9 Неработоспособное состояние - это:**

- 1) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 2) состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;
- 3) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 4) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**10 Предельное состояние - это:**

- 1) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

**11 ОТКАЗ – это:**

1) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;

4) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

**12 Повреждение - это:**

1) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;

2) каждое отдельное несоответствие объекта установленным нормам или требованиям;

3) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния;

4) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**13 Дефектом называется:**

1) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния;

2) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;

3) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) каждое отдельное несоответствие объекта установленным требованиям или нормам.

**14 Оценка надежности - это:**

1) величина, отражающая измерение количественных показателей системы, связанных с ее помехоустойчивостью и стабильностью;

2) измерение количественных метрик атрибутов субхарактеристик в использовании: завершенности, устойчивости к дефектам, восстанавливаемости и доступности/готовности;

3) показатель, характеризующий время безотказной работы системы;

4) измерение количественных метрик атрибутов субхарактеристик в использовании: стабильности, устойчивости к дефектам, помехоустойчивости и доступности/готовности.

**15 Критерий длительности наработки на отказ:**

1) определяется временем работоспособного состояния системы между последовательными сбоями или началами нормального функционирования системы после них;

2) определяется временем простоя системы вследствие произошедших сбоев;

3) определяется временем восстановления системы после произошедших сбоев;

4) определяется временем работоспособного состояния системы между последовательными отказами или началами нормального функционирования системы после них.

**16 Интенсивность отказов - это:**

1) относительное количество отказов, приходящееся на каждую единицу времени;

2) количество отказов, зарегистрированных в ходе испытания системы;

3) частота произошедших сбоев;

4) относительное количество отказов, приходящихся на все время функционирования и простоя системы.

**17 Вероятность отказа – это:**

1) вероятность появления отказа по окончании заданного интервала;

2) вероятность появления отказа до конца заданного интервала;

3) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, т.е. не будет отказов в течение заданного интервала;

4) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, но при этом произойдет сбой в течение заданного интервала.

**18 Вероятность безотказной работы – это:**

1) вероятность появления отказа по окончании заданного интервала;

2) вероятность появления отказа до конца заданного интервала;

3) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, т.е. не будет отказов в течение заданного интервала;

4) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, но при этом произойдет сбой в течение заданного интервала.

**2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата**

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-4.3: Использует методы расчета показателей надежности объектов транспортной инфраструктуры при проектировании и эксплуатации	Обучающийся умеет: выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов; применять системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов;

*Примеры заданий*

**Кейс-задание 1.**

Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия и абсолютную погрешность при:

1.  $t_1 = 560$  час.;  $t_2 = 700$  час.;  $t_3 = 800$  час.;  $t_4 = 650$  час.;  $t_5 = 580$  час.;  $t_6 = 760$  час.;

2.  $t_1 = 15$  мин.;  $t_2 = 20$  мин.;  $t_3 = 10$  мин.;  $t_4 = 28$  мин.;  $t_5 = 22$  мин.;  $t_6 = 30$  мин.

3.  $t_1 = 45$  мин.;  $t_2 = 50$  мин.;  $t_3 = 40$  мин.;  $t_4 = 58$  мин.;  $t_5 = 52$  мин.;  $t_6 = 60$  мин.

4.  $t_1 = 150$  мин.;  $t_2 = 200$  мин.;  $t_3 = 100$  мин.;  $t_4 = 280$  мин.;  $t_5 = 220$  мин.;  $t_6 = 300$  мин.

**Кейс-задание 2.**

Определить интенсивность отказов и вероятность безотказной работы объекта  $P(t)$  по данным наблюдений во время рабочего периода:

$$y = N_n - N_k / 0.5(N_n + N_k)$$

$$P(t) = 1 - (N_n - N_k) / N_n$$

1.  $N_n$  - количество изделий при предыдущем осмотре 70  $N_k$  - количество изделий при очередном осмотре 65.

2.  $N_n$  - количество изделий при предыдущем осмотре 90.  $N_k$  - количество изделий при очередном осмотре 75.

3.  $N_n$  - количество изделий при предыдущем осмотре 100.  $N_k$  - количество изделий при очередном осмотре 85

4.  $N_n$  - количество изделий при предыдущем осмотре 110.  $N_k$  - количество изделий при очередном осмотре 95

Вероятность безотказной работы устройства при количестве наблюдений ( $N=100$ )

**Кейс-задание 3.**

Вероятность безотказной работы устройства при количестве наблюдений ( $N=100$ )

$$P(240) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = \frac{100 - 10}{100} = 0,9$$

1. число отказов ( $n=10$ )

2. число отказов ( $n=20$ )

3. число отказов ( $n=30$ )

4. число отказов ( $n=40$ )

#### Кейс-задание 4.

Имеются следующие данные о размерах изделия

4,2; 2,4; 4,9; 6,7; 4,5; 2,7; 3,9; 2,1; 5,8; 4,0; 2,8; 7,3; 4,4; 6,6; 2,0; 6,2; 7,0; 8,1; 0,7; 6,8; 9,4; 7,6; 6,3; 8,8; 6,5; 1,4; 4,6; 2,0; 7,2; 9,1.

1. построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 2 и гистограмму
2. построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 3 и гистограмму
3. построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 4 и гистограмму
4. построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 5 и гистограмму

#### Кейс-задание 5.

Определить интенсивность отказа приборов грузоподъемного устройства, состоящего из пяти приборов и наработку на отказ, если справедлив экспоненциальный закон распределения.

$$\lambda_1 = \frac{n_1}{t_1} = \frac{2}{360} = 0,55 \cdot 10^{-2} 1/\text{час} \quad t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{1800}{10} = 180$$

При обследовании установлено, что

1. первый прибор отказал два раза ( $n=2$ ) в течение ( $t=360$ ) часов работы,
2. второй - три раза ( $n=3$ ) в течение ( $t=500$ ) часов,
3. третий - один раз ( $n=1$ ) в течение ( $t=280$ ) часов,
4. четвертый - четыре раза ( $n=4$ ) в течение ( $t=150$ ) часов

ОПК-4.3: Использует методы расчета показателей надежности объектов транспортной инфраструктуры при проектировании и эксплуатации

Обучающийся владеет: выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов; применять системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов;

#### Задание 1.

Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $T_{ср} = 10000$  ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $T_{ср} = 1000$ , а также частоту отказов  $\phi(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  ч в следующих случаях:

а) нерезервированной системы

Решение:

а)  $\lambda_c = \sum \lambda_i$ , где  $\lambda_c$  – интенсивность отказов системы;

$\lambda_i$  – интенсивность отказов  $i$  – го элемента;  $n=10$ .

$\lambda_i = 1/mt_i = 1/1000 = 0,001$ ;  $i=1,2,\dots,n$ ;  $\lambda = \lambda_i$ ;

$\lambda_c = \lambda \cdot n = 0,001 \cdot 10 = 0,01$  1/ч;

$T_{ср} = 1/\lambda_c = 100$  ч;

$\phi_c(t) = \lambda_c(t) \cdot P_c(t)$ ;

$\lambda_c(50) = \lambda$ ;  $P(t) = e^{-\lambda_c t}$

$\phi_c(50) = \lambda \cdot e^{-\lambda_c t} = 0,01 \cdot e^{-0,01 \cdot 50} = 3 \cdot 10^{-3}$  1/ч;

$\lambda_c(50) = 0,01$  1/ч.

#### Задание 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  $t=10$  ч, необходимо рассчитать среднюю интенсивность отказов одного элемента при предположении отсутствия последствия отказов.

Решение: Вероятность безотказной работы системы при общем дублировании и равнонадежных элементах равна

$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^2$  или  $P_c(t) = 1 - [1 - P(t)]^2$ , где  $P_c(t) = e^{-\lambda t}$ .

Здесь  $P(t)$  – вероятность безотказной работы одного элемента. Так как должно быть  $1 - [1 - P(t)]^2 \geq 0,9$ , то

$P(t) \geq (1 - \sqrt{0,1})^{1/n}$ .



Разложив  $(1 - \sqrt{0,1})$  по степени  $1/n$  в ряд и пренебрегая членами ряда высшего порядка малости, получим

$$(1 - \sqrt{0,1})^{1/5000} \approx 1 - \frac{1}{5000} \sqrt{0,1} = 1 - 6,32 \cdot 10^{-5}.$$

Учитывая, что  $P(t) = \exp(-\lambda t) \approx 1 - \lambda t$ , получим

$$1 - \lambda t \geq 1 - 6,32 \cdot 10^{-5} \text{ или } \lambda \leq (6,32 \cdot 10^{-5}) / t = (6,32 \cdot 10^{-5}) / 10 = 6,32 \cdot 10^{-6} \text{ 1/час.}$$

### Задание 3.

Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $T_{ср} = 1000$  ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$ , среднее время безотказной работы системы  $T_{ср}$ , а также частоту отказов  $\phi_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  час в следующих случаях:

а) нерезервированной системы,

б) дублированной системы при включении резерва по способу замещения (ненагруженный резерв).

п

Решение:  $\lambda_c = \sum \lambda_i, i=1$

где  $\lambda_c$  – интенсивность отказов системы,  $\lambda_i$  – интенсивность 11 отказов  $i$ -го элемента;  $n = 10, \lambda_i = 0,001; i=1, n; \lambda = \lambda_i, T_{ср} = 1000$

$\lambda_c = \lambda \cdot n = 0,001 \cdot 10 = 0,011$ /ч,  $T_{ср} = 100$  ч;  $P_c(t) = e^{-\lambda_c t}$ ;  $\lambda_c \phi_c(t) = \lambda_c(t) \cdot P_c(t)$ ;  $\lambda_c(50) = \lambda_c$ ;  $\phi_c(50) = \lambda_c e^{-\lambda_c t} = 0,011 \cdot e^{-0,011 \cdot 50} \approx 6 \cdot 10^{-31}$ /ч;  $\lambda_c(50) = 0,011$  1/ч.  $m + 12 T_{ср} =$ ;  $m=1$ ;  $T_{ср} = 200$ ч.

$\lambda_c 0,01$  Определяем  $P_c(t)$  по формуле:  $m(\lambda t)^i P(t) = e^{-\lambda t} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\lambda t)^i}{i!} = e^{-\lambda t} (1 + \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2!} + \dots)$

Так как  $\lambda_0 = \lambda_c$ , то  $P_c(t) = e^{-\lambda_c t} (1 + \lambda_c t)$ .

Определяем  $\phi_c(t)$ . Имеем  $dP_c(t) = -\lambda_c P_c(t) dt = -\lambda_c e^{-\lambda_c t} (1 + \lambda_c t) dt = -\lambda_c e^{-\lambda_c t} dt - \lambda_c^2 t e^{-\lambda_c t} dt$

Определяем  $\lambda_c(t)$ .  $\phi_c(t) = \lambda_c(t) P_c(t) = \lambda_c(t) e^{-\lambda_c t} (1 + \lambda_c t)$

Определяем  $P_c(50), \phi_c(50), \lambda_c(50)$ . Имеем  $P_c(50) = e^{-0,011 \cdot 50} (1 + 0,011 \cdot 50) = e^{-0,55} \cdot 1,55 \approx 0,58 \cdot 1,55 \approx 0,91$ ,  $\phi_c(50) = 0,011 \cdot 50 \cdot e^{-0,55} = 0,55 \cdot e^{-0,55} \approx 0,3 \cdot 10^{-3}$  1/ч,

$\lambda_c(50) = 0,011$  1/ч

## 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Понятия о технических объектах, технических системах.
2. Понятия о характерных событиях и состояниях технических объектов.
3. Взаимосвязь состояний, событий при эксплуатации технических объектов.
4. Понятия об эксплуатационных свойствах технических объектов.
5. Физические основы надежности.
6. Надежность – как комплексное свойство технических объектов.
7. Понятия о показателях надежности. Показатели безотказности, сохраняемости, долговечности, ремонтпригодности, живучести.
8. Понятия о моделях эксплуатации технических объектов.
9. Понятия о планах наблюдения за техническими объектами.
10. Понятия о законах и параметрах распределений.
11. Модель эксплуатации невосстанавливаемых технических объектов.
12. Статистическая оценка безотказности и живучести невосстанавливаемых технических объектов в условиях эксплуатации.
13. Оценка безотказности и живучести невосстанавливаемых технических объектов при экспоненциальном распределении, при нормальном распределении, при логнормальном распределении, при распределении Вейбулла.
14. Модели эксплуатации восстанавливаемых технических объектов.
15. Оценка безотказности и живучести восстанавливаемых объектов при экспоненциальном распределении, при смеси двух экспоненциальных распределений.
16. Статистическая оценка безотказности восстанавливаемых технических объектов в условиях эксплуатации.
17. Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов.

18. Понятия о системах и структурных схемах надежности объектов.
19. Безотказность системы при последовательном и параллельном соединении элементов.
20. Оценка надежности и живучести объектов с параллельным и последовательным соединением элементов.
21. Понятия о резервировании объектов.
22. Виды резервирования (функциональное и структурное резервирование; нагруженный, ненагруженный и облегченный резервы; раздельное и общее резервирование; динамическое, с замещением, скользящее резервирование).
23. Безотказность резервированных объектов.
24. Оценка показателей безотказности резервированных объектов.
25. Общие понятия о моделях изменения надежности.
26. Параметрическая модель возникновения отказа.
27. Вероятностная модель возникновения отказа.
28. Классическая модель изменения надежности.
29. Лямбда-характеристики технических объектов.
30. Факторы, влияющие на надежность технических объектов.
31. Математические средства анализа надежности технических объектов.
32. Прогнозирование надежности.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации**

#### **Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий**

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

#### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий**

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*
- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*
- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

#### **Критерии формирования оценок по зачету с оценкой**

**«Отлично/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

**«Хорошо/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – студент допустил существенные ошибки.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».