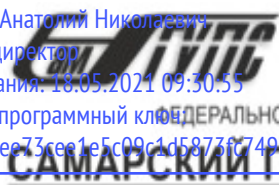


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Попов Анатолий Николаевич  
Должность: директор  
Дата подписания: 18.05.2021 09:30:55  
Уникальный программный ключ:  
1e0c38dcc0aee73cee1e5c09c1d5873fc7497bc8



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)  
Теоретические основы надежности**

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность  
**23.05.03 Подвижной состав железных дорог**  
*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация  
**Вагоны, Локомотивы, Электрический транспорт железных дорог**  
*(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

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции
<b>ПК-4</b> способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
<b>ПК-4</b> способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава	<i>Обучающийся знает:</i> об основных понятиях надежности, уравнениях связи показателей надежности, числовых характеристиках безотказности невосстанавливаемых объектов, математических моделях теории надежности и законах распределения наработки	Тесты в ЭОС СамГУПС
	<i>Обучающийся умеет:</i> производить статистическую обработку результатов испытаний с целью дальнейшего применения полученных умений в математических и научно-технических расчетах	Аналитическое задание
	<i>Обучающийся владеет:</i> пониманием социальной значимости своей будущей профессии; навыками разработки требований к конструкции подвижного состава, оценки технико-экономических параметров и удельных показателей подвижного состава	Аналитическое задание

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

- 1) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС (выполнение тестов);
- 2) собеседование (ответ, комментарии по выполненным заданиям из МУ).

## 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 компетенции	Образовательный результат
<b>ПК-4</b> способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей	<i>Обучающийся знает:</i> об основных понятиях надежности, уравнениях связи показателей надежности, числовых характеристиках безотказности невосстанавливаемых объектов, математических моделях теории надежности и законах распределения наработки

<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 несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

безопасности и надежности подвижного состава	
<p><b>Укажите соотношение, которое определяет статистическую оценку вероятности безотказной работы для массовых объектов:</b></p> <p>1. <math>P(t) = 1 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \eta(t - t_k)</math> ;</p> <p>2. <math>P(t) = \exp(-\lambda \cdot t)</math> ;</p> <p>3. <math>P_0(t) = 1 - P_n(t) = 1 - \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}</math> ;</p> <p>4. <math>\lambda = \frac{N}{L \cdot t}</math> .</p>	
<p><b>ПК-4</b> способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава</p>	<p><i>Обучающийся умеет:</i> производить статистическую обработку результатов испытаний с целью дальнейшего применения полученных умений в математических и научно-технических расчетах</p>
<p>1. Проанализируйте показатели безопасности невосстанавливаемых объектов. Вероятность безотказной работы, интенсивность отказов.</p>	
<p><b>ПК-4</b> способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава</p>	<p><i>Обучающийся владеет:</i> пониманием социальной значимости своей будущей профессии; навыками разработки требований к конструкции подвижного состава, оценки технико-экономических параметров и удельных показателей подвижного состава</p>
<p>Проанализируйте показатели надежности восстанавливаемых объектов, среднее время восстановления <math>T_v</math>, коэффициент готовности <math>K_g</math></p>	

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

### Вопросы к зачету:

2. Показатели надежности. Безопасность и безотказность.
3. Показатели безопасности невосстанавливаемых объектов. Вероятность безотказной работы, интенсивность отказов.
4. Показатели надежности: вероятность отказа, плотность распределения наработки до отказа, средняя наработка до отказа  $T_{ср}$ .
5. Показатели надежности восстанавливаемых объектов, параметр потока отказов  $\omega(t)$ , вероятность восстановления работоспособного состояния  $S(t)$ .
6. Показатели надежности восстанавливаемых объектов, среднее время восстановления  $T_v$ , коэффициент готовности  $K_g$ .
7. Показатели безопасности технических объектов, вероятность безопасной работы  $P_b(t)$ , вероятность опасного отказа  $Q_{оп}(t)$ .
8. Показатели безопасности технических объектов, интенсивность опасных отказов  $\lambda_{оп}$ , частота опасных отказов  $\omega_{оп}(t)$ , коэффициент безопасности  $K_b$ .
9. Законы распределения времени между отказами, экспоненциальный закон распределения надежности и его характеристики.
10. Законы распределения времени между отказами, нормальный закон распределения, закон Релея, их характеристики.
11. Законы распределения времени между отказами, Гамма – распределения Вейбулла.
12. Простейший поток отказов, его описание по закону Пуассона.

13. Методы расчета надежности. Расчет надежности невосстанавливаемых систем и нерезервированных.
14. Методы расчета надежности. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных систем.
15. Методы расчета надежности. Расчет надежности сложной системы по функциям алгебры логики (ФАЛ).
16. Виды резервирования и методы расчета отдельно резервированных систем с постоянно включенным резервом.

**Перечень примерных вопросов к контрольной работе № 1 «Основные термины и определения теории надежности»**

Контрольная работа № 1 направлена на оценку знаний студентов основных терминов и определений, применяющихся для описания надежности технических систем.

Все вопросы разбиты на несколько групп.

Первая группа – вопросы на знание определений основных терминов и показателей надежности. Основное внимание необходимо обращать на соответствие приводимых определений ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения». Примерные вопросы первой группы:

1. **Написать определение:** Безотказность – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. **Написать определение:** Вероятность безотказной работы – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. **Написать определение:** Коэффициент готовности – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. **Написать определение:** Долговечность – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. **Написать определение:** Среднее время восстановления – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Вторая группа – задачи на определение показателей надежности. Необходимо написать формулу для нахождения искомого показателя с расшифровкой, входящих в формулу данных. Типовые задачи второй группы:

6. **Решить задачу:** На испытание поставлено 500 однотипных изделий. За 100 часов работы отказало 60 изделий, за последующие 5 часов – еще 6 изделий. Определить статистическую оценку вероятности отказа за период времени (100, 105).
7. **Решить задачу:** Определить средний срок сохраняемости объекта, если при хранении изделий нарушение их работоспособности произошло в периоды времени 2100, 2200, 2050 и 2180 суток.
8. **Решить задачу:** На эксплуатацию поставлено 250 изделий. На моменты времени  $t_1 - t_3$  зафиксировано определенное количество отказов (таблица). Остальные изделия не отказали. Определить средний ресурс.

$t_i$ , час	50	100	150
$n(t_i)$	5	8	11

9. **Решить задачу:** На испытание поставлено 500 однотипных изделий. За 100 часов работы отказало 60 изделий. Определить статистическую оценку вероятности безотказной работы за период времени (0, 100).
10. **Решить задачу:** На промышленные испытания поставлено 3 вертлюга. В ходе испытаний у первого насоса было зафиксировано 37 отказа, у второго – 29 отказов, у третьего – 48 отказов. Суммарная наработка на отказ для первого вертлюга составила 3100 часов, для второго – 2200 часов, для третьего – 2700 часов. Определить средний ресурс.

После каждой задачи имеется дополнительный вопрос, в котором необходимо дать характеристику находимого в задаче показателя надежности: а) к какому свойству относится показатель; б) какое количество свойств характеризует (единичный или комплексный); в) источник получения данных; г) классификация по количеству рассматриваемых объектов.

11. **Дать характеристику** показателю надежности, определяемому в задаче (по различным признакам классификации):

- а) \_\_\_\_\_; в) \_\_\_\_\_;  
 б) \_\_\_\_\_; г) \_\_\_\_\_

Третья группа вопросов – тесты. Необходимо выделить правильный ответ или ответы любым знаком – обвести, подчеркнуть или зачеркнуть номер правильного ответа (может быть несколько правильных). Примеры тестовых заданий:

12. Определить к какому свойству относится **средний ресурс** (выделить правильный ответ или ответы):

- а) готовность                      в) ремонтпригодность                      д) сохраняемость  
 б) безотказность                      г) долговечность                      е) надежность

13. **Выделить показатели**, относящиеся к свойству готовности (выделить правильный ответ или ответы):

- а) средний ресурс                      д) вероятность безотказной работы  
 б) вероятность отказа                      г) коэффициент технического использования  
 в) коэффициент готовности                      е) гамма-процентный срок службы

14. Определить к какому свойству относится **коэффициент готовности** (выделить правильный ответ или ответы):

- а) готовность                      в) ремонтпригодность                      д) сохраняемость  
 б) безотказность                      г) долговечность                      е) надежность

Четвертая группа вопросов – необходимо привести конкретный пример предлагаемого в вопросе состояния объекта. В данном пункте будет обращено внимание на полноту и правильность трактовки того или иного состояния. Примеры вопросов данной группы:

15. **Привести пример** неготовности сварочного поста для ручной дуговой наплавки: \_\_\_\_\_

16. **Привести пример** частично работоспособного состояния установки для напыления: \_\_\_\_\_

17. Привести пример отказа установки для плазменной наплавки: \_\_\_\_\_

В каждом варианте контрольной работы – 10 вопросов из всех четырех групп, правильный ответ на которые оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за контрольную работу № 1 – 10 баллов. Контрольная работа считается сданной положительной при полученном количестве баллов 6-10, в противном случае работа подлежит передаче.

В случае если контрольная работа будет написана позже установленного срока по неуважительной причине – оценка снижается на 2 балла.

### Фонд тестовых заданий

Укажите соотношение, которое определяет статистическую оценку вероятности безотказной работы для массовых объектов:

1.  $\hat{P}(t) = 1 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \eta(t - t_k)$  ;
2.  $P(t) = \exp(-\lambda \cdot t)$  ;
3.  $P_0(t) = 1 - P_n(t) = 1 - \frac{(\lambda t)^n}{n} e^{-\lambda t}$  ;
4.  $\lambda = \frac{N}{L \cdot t}$  .

Укажите верное соотношение определяющее параметр потока отказов:

1.  $\mu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{E[v(t + \Delta t) - v(t)]}{\Delta t}$  ;
2.  $\bar{\mu}(t) = \frac{E[v(t_2) - v(t_1)]}{t_2 - t_1}$  ;
3.  $F(T) = 1 - P(T)$  ;
4.  $\hat{P}(t) = [N - n(t)] \times \frac{1}{N}$  .

Укажите определение соответствующее комплексному показателю надежности:

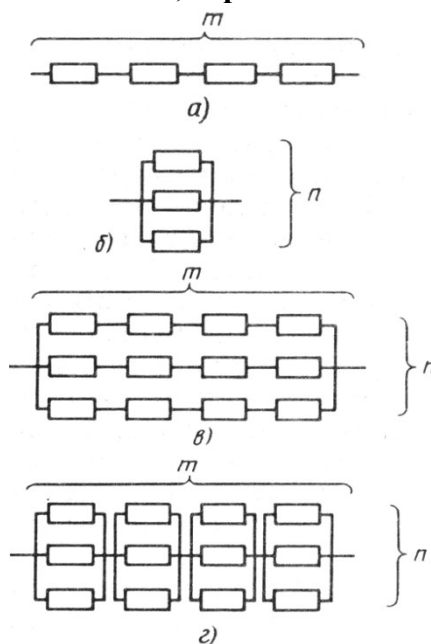
1. Показатель надежности, характеризующий несколько свойств, составляющих надежность объекта.
2. Показатель надежности, точечная или интервальная оценка которого определяется по данным испытания.
3. Показатель надежности, значение которого определяется расчетным методом.
4. Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Указать верные соотношения позволяющие определить вероятность безотказной работы через интенсивность потока отказов:

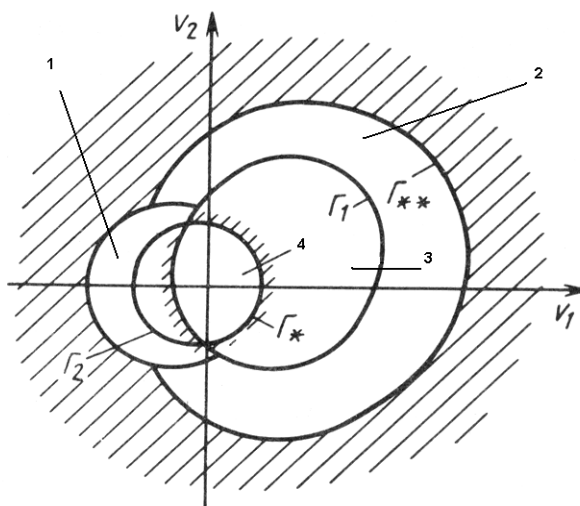
1.  $\lambda(t) = -\frac{d}{dt} P(t)$  ;

2.  $\lambda(t) = \frac{d}{dt}Q(t)$  ;
3.  $\frac{d}{dt}Q(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt}$  ;
4.  $Q(t) = 1 - P(t)$  .

При каком соединении элементов объекта, вероятность его безотказной работы выше:



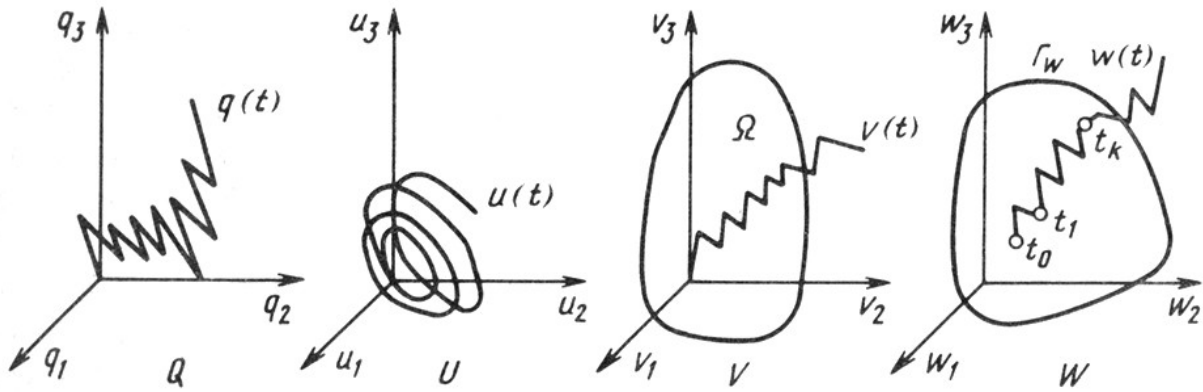
Указать область безотказной работы объекта в целом с учетом возможности нескольких типов отказов отдельного объекта:



где  $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma^{**}$  - границы областей безотказной работы при возможных отказах отдельного объекта;  $V_1, V_2$  - значения двухмерного вектора качества.

На каком из рисунков указанная траектория отражает изменение вектора качества с учетом принятых ранее обозначений:





1.  $q(t)$ ;

2.  $u(t)$ ;

3.  $v(t)$

4.  $w(t)$

Указать верное соотношение, позволяющее определить полный риск для объекта со случайными свойствами при воздействии случайных нагрузок:

1.  $P(t|r,s) = P\{v(\tau|r,s) \in \Omega(r,s); \tau \in [t_0, t]\}$

2. 
$$P(t) = \iint_{D(r,s)} P(t|r,s) \cdot p(r,s) \cdot dr \cdot ds$$

3. 
$$H(t) = \iint_{D(r,s)} H(t|r,s) \cdot p_r(r) \cdot p_s(s,t) \cdot dr \cdot ds$$

По отношению к какой группе отказов относится эксплуатационная надежность:

1. Отказы второстепенных и относительно легко восстанавливаемых элементов;
2. Отказы, лимитирующие ресурс объекта в целом;
3. Отказы, приводящие к аварии.

Отметить основные недостатки скалярных мер повреждений:

- А. Выбор крайних значений меры повреждений произволен;
- В. Невозможность описать сложные явления, сопровождающие накопление повреждений;
- С. Скалярная мера повреждений допускает интерпретацию, не связанную непосредственно с физической картиной повреждений;
- Д. Функция меры повреждения не учитывает историю предшествующего нагружения.

Какое минимально возможное число объектов необходимо для экспериментальной проверки правила линейного суммирования:

- А. Один;
- В. Два;
- С. Три;
- Д. Девять.

Что лежит в основе гипотезы автомодельности процесса накопления повреждений:

1. Введение независимой переменной процесса;
2. Введение безразмерной переменной;
3. Замена нескольких переменных одной переменной;
4. Замена одной переменной несколькими переменными.

Отметить какое из приведенных соотношений служит для определения скорости накопления повреждений:

A. 
$$\psi(t) = \int_0^t f[q(\tau)] d\tau ;$$

B. 
$$\frac{d\psi}{dt} = f(\psi, q) ;$$

C. 
$$\psi_n - \psi_{n-1} = \omega(\psi_{n-1}, q_n) \quad (n=1, 2, \dots) ;$$

Д. 
$$\int_0^T \frac{d\tau}{T_b[q(\tau)]} = 1$$

**Какое максимальное значение может принять скалярная мера накопления повреждений:**

- A. 0;
- B. 0.5;
- C. 1,0;
- Д. 2,0.

**Какое выражение относится к методу распределения надежности системы при задании одинаковой надежности всех последовательно соединенных подсистем:**

A. 
$$P_i = (P_s)^{1/n} ;$$

Б. 
$$P_i(t) = e^{-\lambda(t)t} ;$$

В. 
$$\gamma_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}, i=1, 2, \dots, n ;$$

Г. 
$$T = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N t_i .$$

**Какие значения используются для оценки динамических нагрузок, действующих в машинах и оборудовании:**

- A. Математическое ожидание;
- В. Среднеквадратическое значение;
- С. Частотный спектр;
- Д. Спектр мощности.

**На какие виды подразделяются случайные нагрузки исходя из анализа их зависимости от аргумента:**

- A. Стационарные;
- В. Одномерные
- С. Нестационарные;
- Д. Многомерные
- Е. Скалярные

**Какое из ниже приведенных соотношений отражает модель многоциклового усталости при разбросе механических свойств материала и отсутствии ярко выраженного предела усталости:**

$$1. \quad T_b(s|r) = t_c$$

$$2. \quad \int_0^T \frac{d\tau}{T_b[q(\tau)]} = 1$$

$$3. \quad N_b(s|r) = N_c\left(\frac{r}{s}\right)^m$$

**Какая вероятностная модель является наиболее удобной для однопараметрического семейства кривых усталости:**

1. Однопараметрическое распределение Вейбулла;
2. Экспоненциальное распределение;
3. Двухпараметрическое распределение Вейбулла;

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

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

##### **«Зачтено»:**

- ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.
- ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.
- 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.

**«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.*

Экспертный лист  
оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Теоретические основы надежности»  
по направлению подготовки/специальности  
**23.05.03 Подвижной состав железных дорог**  
шифр и наименование направления подготовки/специальности

**Вагоны, Локомотивы, Электрический транспорт железных дорог**

профиль / специализация


**Специалист**

квалификация выпускника

1. Формальное оценивание			
Показатели		Присутствуют	Отсутствуют
Наличие обязательных структурных элементов:			
– титульный лист		+	
– пояснительная записка		+	
– типовые оценочные материалы		+	
– методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания		+	
Содержательное оценивание			
Показатели	Соответствует	Соответствует частично	Не соответствует
Соответствие требованиям ФГОС ВО к результатам освоения программы	+		
Соответствие требованиям ОПОП ВО к результатам освоения программы	+		
Ориентация на требования к трудовым функциям ПС (при наличии утвержденного ПС)	+		
Соответствует формируемым компетенциям, индикаторам достижения компетенций	+		

Заключение: ФОС рекомендуется/ не рекомендуется к внедрению; обеспечивает/ не обеспечивает объективность и достоверность результатов при проведении оценивания результатов обучения; критерии и показатели оценивания компетенций, шкалы оценивания обеспечивают/ не обеспечивают проведение всесторонней оценки результатов обучения.

Эксперт, доцент кафедры материаловедения и технологии материалов Оренбургского государственного университета, канд.техн.наук, доцент

  
\_\_\_\_\_ / Тавтилов И.Ш