

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.02.2026 10:57:49  
Уникальный программный ключ:  
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины

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

### **Динамика электроподвижного состава**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**23.05.05 Подвижной состав железных дорог**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**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.

Форма промежуточной аттестации: экзамен (7 семестр - очная форма обучения; 4 курс - заочная форма обучения).

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-2. Способен разрабатывать и оценивать конструкторские решения для механического оборудования электроподвижного состава	ПК-2.1. Выполняет оценку основных динамических свойств, действующих на оборудование с применением упрощенных моделей электроподвижного состава

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-2.1. Выполняет оценку основных динамических свойств, действующих на оборудование с применением упрощенных моделей электроподвижного состава	Обучающийся знает: причины возникновения динамических явлений в элементах механической части ЭПС	Вопросы (1 – 20)
	Обучающийся умеет: использовать методы математического моделирования и исследования динамики ЭПС	Задания (1 – 5)
	Обучающийся владеет: основами использования способов математического исследования динамики ЭПС	Задания (6 – 10)

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

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС .

**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
ПК-2.1. Выполняет оценку основных динамических свойств, действующих на оборудование с применением упрощенных моделей электроподвижного состава	Обучающийся знает: причины возникновения динамических явлений в элементах механической части ЭПС

*Примеры вопросов/заданий*

**1. Когда возникают свободные колебания?**

- а) при отсутствии переменного внешнего воздействия вследствие однократного действия возмущений
- б) при наличии переменного внешнего воздействия вследствие однократного действия возмущений
- в) при наличии переменного внешнего воздействия вследствие многократного действия возмущений
- г) при наличии переменного внутреннего воздействия вследствие многократного действия возмущений

**2. В каких условиях возникают вынужденные колебания?**

- а) при отсутствии внешних воздействий
- б) в процессе резонанса
- в) под действием внутренних сил в системе
- г) под действием возмущающих факторов или возбудителей колебаний

**3. Какие виды из указанных колебаний являются поступательными?**

- а) подпрыгивание
- б) боковой относ
- в) подергивание
- г) все вышеперечисленные

**4. Какой вид колебаний испытывает динамическая модель экипажа вдоль вертикальной оси координат?**

- а) подпрыгивание
- б) боковой относ
- в) подергивание
- г) все вышеперечисленное

<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.

**5. Какой вид колебаний испытывает динамическая модель экипажа поперек оси пути?**

- а) подпрыгивание
- б) боковой относ
- в) подергивание
- г) все вышеперечисленное

**6. Какой вид колебаний испытывает динамическая модель экипажа вдоль оси пути?**

- а) подпрыгивание
- б) боковой относ
- в) подергивание
- г) все вышеперечисленное

**7. Установившиеся колебания возникают при:**

- а) движении экипажа с постоянной скоростью по прямым участкам пути, без переломов профиля
- б) движении экипажа с различной скоростью по прямым участкам пути, без переломов профиля
- в) движении экипажа с постоянной скоростью по участкам пути, без переломов профиля
- г) движении экипажа в кривых

**8. Неустановившиеся колебания возникают в следующих режимах:**

- а) проход одиночной неровности пути
- б) вход в кривую и выход из кривой
- в) трогание и разгон, изменение скорости движения
- г) переход переломов профиля
- д) все перечисленное

**9. Какие виды из указанных колебаний являются угловыми (вращательными)?**

- а) боковая качка
- б) галопирование
- в) виляние
- г) все вышеперечисленные

**10. При изучении колебаний обычно выделяют следующие группы:**

- а) вертикальные
- б) продольные
- в) поперечные (боковые)
- г) все вышеперечисленные

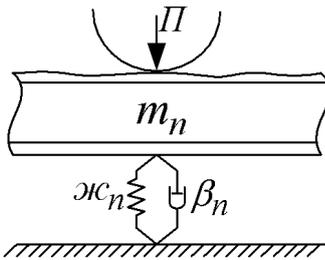
**11. Возмущения, вызывающие вынужденные колебания, можно разделить на три вида. Выберите тот вид, которого не существует.**

- а) статические
- б) кинематические
- в) силовые
- г) параметрические

**12. Что приближенно учитывает переменность свойств пути по его длине?**

- а) условная геометрическая неровность
- б) эквивалентная геометрическая неровность
- в) нормальная геометрическая неровность
- г) рабочая геометрическая неровность

13. Схема, какой модели пути, представлена ниже?

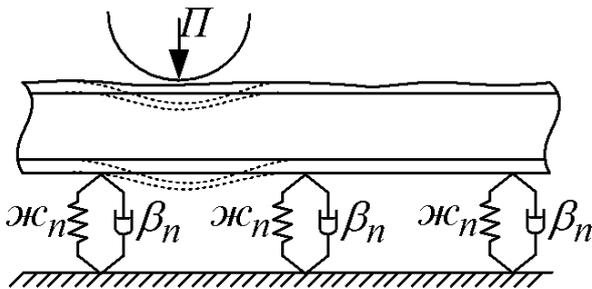


- а) дискретная
- б) континуальная
- в) детерминированная
- г) вероятностная

14. Элементы, деформация которых сопровождается рассеянием энергии, обусловленным действием сил поверхностного или внутреннего трения, называются:

- а) жесткими
- б) упругими
- в) диссипативными
- г) нейтральными

15. Схема, какой модели пути, представлена ниже?



- а) дискретная
- б) континуальная
- в) детерминированная
- г) вероятностная

16. Элементы, деформация которых сопровождается рассеянием энергии, обусловленным действием сил поверхностного или внутреннего трения, называются:

- а) жесткими
- б) упругими
- в) диссипативными
- г) нейтральными

17. Элементы, передающие силовые воздействия между отдельными телами, уменьшающие их относительное перемещение, не изменяя при этом число степеней свободы, называются:

- а) жесткими
- б) упругими
- в) диссипативными
- г) нейтральными

18. Жесткость элемента измеряется в следующих единицах:

- а) Н/кг
- б) Н·м
- в) Н/м
- г) Н/с

**19. Коэффициент вязкого трения (сопротивления) гидравлического гасителя колебаний имеет следующий физический смысл:**

- а) это ускорение, которое необходимо приложить к поршню гидравлического гасителя для его перемещения со скоростью 1 м/с
- б) это сила, которую необходимо приложить к поршню гидравлического гасителя для его перемещения на 1 см
- в) это работа, которую необходимо совершить поршню гидравлического гасителя для его перемещения на 1 см
- г) это сила, которую необходимо приложить к поршню гидравлического гасителя для его перемещения со скоростью 1 м/с

**20. Пневморессоры обладают характеристиками следующего типа гасителя:**

- а) упругодиссипативного
- б) упруговязкого
- в) упругофрикционного
- г) упругоизолированного

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-2.1. Выполняет оценку основных динамических свойств, действующих на оборудование с применением упрощенных моделей электроподвижного состава	Обучающийся умеет: использовать методы математического моделирования и исследования динамики ЭПС

*Примеры вопросов/заданий*

**Задание 1**

Определить продольную силу трения  $V_1$ , возникающую на 1-ом колесе двухосной тележки ЭПС при заданных условиях движения в кривой. Исходные данные:  $2P_{ст} = 180\text{кН}$ ;  $k_{тр}=0,25$ ;  $2S_p=1,6\text{м}$ ;  $2a=2,6\text{м}$ ;  $x_c=0,3\text{м}$ ;  $2R_{св}=20\text{кН}$ .

**Задание 2**

Определить продольную силу трения  $V_2$ , возникающую на 2-ом колесе двухосной тележки ЭПС при заданных условиях движения в кривой. Исходные данные:  $2P_{ст} = 190\text{кН}$ ;  $k_{тр}=0,25$ ;  $2S_p=1,6\text{м}$ ;  $2a=2,6\text{м}$ ;  $x_c=0,4\text{м}$ ;  $2R_{св}=22\text{кН}$ .

**Задание 3**

Определить продольную силу трения  $V_3$ , возникающую на 3-ем колесе двухосной тележки ЭПС при заданных условиях движения в кривой. Исходные данные:  $2P_{ст} = 200\text{кН}$ ;  $k_{тр}=0,25$ ;  $2S_p=1,6\text{м}$ ;  $2a=2,6\text{м}$ ;  $x_c=0,3\text{м}$ ;  $2R_{св}=24\text{кН}$ .

**Задание 4**

Определить поперечную силу трения  $H_4$ , возникающую на 4-ом колесе двухосной тележки ЭПС при заданных условиях движения в кривой. Исходные данные:  $2P_{ст} = 210\text{кН}$ ;  $k_{тр}=0,25$ ;  $2S_p=1,6\text{м}$ ;  $2a=2,6\text{м}$ ;  $x_c=0,5\text{м}$ ;  $2R_{св}=26\text{кН}$ .

**Задание 5**

Определить поперечную силу трения  $H_2$ , возникающую на 2-ем колесе двухосной тележки ЭПС при заданных условиях движения в кривой. Исходные данные:  $2P_{ст} = 220\text{кН}$ ;  $k_{тр}=0,25$ ;  $2S_p=1,6\text{м}$ ;  $2a=2,6\text{м}$ ;  $x_c=0,6\text{м}$ ;  $2R_{св}=28\text{кН}$ .

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-2.1. Выполняет оценку основных динамических свойств, действующих на оборудование с применением упрощенных моделей электроподвижного состава	Обучающийся владеет: основами использования способов математического исследования динамики ЭПС

*Примеры вопросов/заданий*

**Задание 6**

Определить силу удара колеса о рельс при наличии на колесе ползуна  $Z_n = 0,04$  м. Скорость движения 20 м/с, жесткость в контакте колеса и рельса  $c = 10^5$  т/м, масса колеса 1,6 т, приведенная масса рельса 0,15 т, диаметр колеса 1,25 м.

**Задание 7**

Определить силу удара колеса о рельс при наличии на колесе ползуна  $Z_n = 0,035$  м. Скорость движения 22 м/с, жесткость в контакте колеса и рельса  $c = 10^5$  т/м, масса колеса 1,6 т, приведенная масса рельса 0,15 т, диаметр колеса 1,25 м.

**Задание 8**

Определить силу удара колеса о рельс при наличии на колесе ползуна  $Z_n = 0,03$  м. Скорость движения 24 м/с, жесткость в контакте колеса и рельса  $c = 10^5$  т/м, масса колеса 1,6 т, приведенная масса рельса 0,15 т, диаметр колеса 1,25 м.

**Задание 9**

Определить силу удара колеса о рельс при наличии на колесе ползуна  $Z_n = 0,025$  м. Скорость движения 26 м/с, жесткость в контакте колеса и рельса  $c = 10^5$  т/м, масса колеса 1,6 т, приведенная масса рельса 0,15 т, диаметр колеса 1,25 м.

**Задание 10**

Определить силу удара колеса о рельс при наличии на колесе ползуна  $Z_n = 0,02$  м. Скорость движения 28 м/с, жесткость в контакте колеса и рельса  $c = 10^5$  т/м, масса колеса 1,6 т, приведенная масса рельса 0,15 т, диаметр колеса 1,25 м.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену):

1. Основные задачи исследования динамических процессов
2. Виды колебаний электроподвижного состава (ЭПС) при движении по пути
3. Условия возникновения свободных колебаний
4. Условия возникновения вынужденных колебаний
5. Понятия «установившиеся и неустановившиеся колебания»
6. Классификация возмущений, вызывающие колебания
7. Модели, описывающие динамические свойства пути
8. Понятие «эквивалентная геометрическая неровность» и ее составляющие
9. Сила упругости в упругих элементах связей и ее определяющие факторы
10. Сила диссипации в диссипативных элементах связей и ее определяющие факторы
11. Сущность принципа Даламбера
12. Понятие силы инерции
13. Реакция на путь при движении одиночного колеса и ее определяющие факторы
14. Динамическая модель экипажной части
15. Параметры, характеризующие динамическая модель
16. Число степеней свободы
17. Понятие обобщенных координат
18. Определение упругих и диссипативных сил для модели с одной степенью свободы
19. Обобщенная координата, характеризующая колебания модели с одной степенью свободы
20. Приближенная оценка динамических свойств на примере модели с одной степенью свободы
21. Причины силового возмущения
22. Задачи, решаемые при силовом способе задания возмущения
23. Особенности, позволяющие учитывать при помощи плоской модели двухосного экипажа
24. Виды колебаний, исследуемые при помощи плоской модели двухосного экипажа
25. Транспортное запаздывание, факторы влияния
26. Прогибы рессорных комплектов при наличии двух видов колебаний
27. Свободные колебания в недемпфированной системе
28. Собственная частота недемпфированной системы. Периодом колебаний. Амплитуда колебаний
29. Свободные колебания в системе с гидравлическим гасителем
30. Коэффициент относительного затухания и его определяющие факторы
31. Коэффициент критического затухания и его определяющие факторы
32. Процессы, наблюдаемые в системе при условии  $n < 1$ ?
33. Процессы, наблюдаемые в системе при условии  $n > 1$ ?
34. Влияние жесткости рессорного подвешивания, массы экипажа и начальных условий на характеристики свободных колебаний
35. Методы нахождения обобщенных координат
36. Основная цель частотного метода
37. Единичные возмущения
38. Запись системы дифференциальных уравнений в матричной форме
39. Размерность матриц  $M$ ,  $B$  и  $J$  - определяющие факторы
40. Особенности учета независимости возмущения по левому и правому рельсу
41. Исследования на примере двухмассовой модели с двумя степенями свободы
42. Правило записи в матричную форму
43. Условие пропорциональности матриц  $B$  и  $J$
44. Нахождение частотной характеристики (ЧХ) системы
45. Переход из временной области в частотную при преобразовании уравнения колебаний в операторную форму
46. Параметры в качестве выходной координаты при частотном методе исследования колебаний
47. Частотные характеристики ЧХ модели с одной степенью свободы при кинематическом возмущении
48. Использование частотной характеристики (ЧХ) связей и методы их нахождения
49. Получение (частотной характеристики) ЧХ для силы в рессорном подвешивании при кинематическом возмущении
50. Получение (частотной характеристики) ЧХ системы при силовом возмущении

51. Основное отличие (частотной характеристики) ЧХ системы при силовом возмущении и кинематическом
52. Особенности выбора жесткости виброзащитных элементов силового оборудования
53. Преобразование частотных характеристик (ЧХ) динамической системы
54. Получение амплитудных частотных (АЧХ) и фазовых частотных (ФЧХ) характеристик динамической системы.
55. Сформулируйте понятие «качество». Какие имеются основные группы показателей качества?
56. Показатели динамических качеств.
57. Понятия полной массы и сцепного веса электровоза
58. Коэффициент использования сцепного веса и факторы влияющие на него
59. Показатели виброзащиты
60. Пробой подвески
61. Угол набегания колеса на рельс
62. Направляющая рамная и боковая силы
63. Основные параметры влияющие на вкатывание гребня колеса на рельс, их влияние на коэффициент запаса устойчивости колеса против схода с рельсов
64. Основные факторы сдвига пути в плане
65. «Возвышение наружного рельса» в кривом участке пути
66. Коэффициент запаса от опрокидывания локомотива в кривой
67. Термин «плавность хода». Режимы оценки данного параметра
68. непогашенное ускорение. Какое явление называют "толчком"?
69. Сущность метода оценки плавности хода по Е. Шперлингу, факторы влияния
70. Частоты колебаний наиболее вредные для организма человека

## 2.4 Курсовая работа (проект)

*Тема курсовой работы (проекта): «Расчет параметров, характеристик и анализ критериев безопасности в процессе движения электроподвижного состава».*

*Типовые исходные данные для выполнения курсовой работы (проекта):*

1. Скорость движения
2. Сила тяги
3. Масса кузова вагона с пассажирами
4. Радиус кривой
5. Возвышение наружного рельса

*Вопросы, подлежащие решению*

1. Построение расчетной схемы
2. Вертикальная статическая нагрузка
3. Изменение нагрузок при работе тяговых двигателей
4. Опрокидывающий момент от действия центробежной силы
5. Силы, действующие на тележку при движении в кривой
6. Боковое усилие между колесом и рельсом в кривой
7. Критерий безопасности движения в кривой по величине боковой силы
8. Оценка условий комфорта по поперечным ускорениям
9. Оценка безопасности движения
10. Оценка влияния динамических процессов
11. Анализ параметров элементов рессорного подвешивания в условиях динамического нагружения

*Типовые вопросы для подготовки обучающихся к защите курсовой работы (проекта):*

1. Каковы критерии оценки безопасности движения в кривой?
2. Каковы критерии оценки условий комфорта при движении?
3. Какие нагрузки, действующие на тележку, рассматриваются в работе?
4. Как определяются реакции от вертикальной статической нагрузки?
5. При каких условиях возникает опрокидывающий момент?
6. Как обеспечивается безопасность движения в кривой при действии центробежной силы?

7. Что такое допустимый коэффициент запаса устойчивости?
8. Что заставляет тележку поворачиваться и двигаться по кривой?
9. Что такое полюс вращения? Из чего складывается абсолютная скорость каждого колеса?
10. Чем характеризуется наибольший перекося движения тележки в кривой?

### **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 объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объема 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 заданий; 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 защите курсовой работы (проекта)**

- «Отлично»** – ставится за курсовую работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.
- «Хорошо»** – ставится за курсовую работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.
- «Удовлетворительно»** – ставится за курсовую 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»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

#### **Критерии формирования оценок по экзамену**

- «Отлично»** – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок
- «Хорошо»** – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.
- «Удовлетворительно»** – обучающийся допустил существенные ошибки.
- «Неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.