

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцвейт Михаил Павлович

Должность: Ректор

Дата подписания: 30.06.2026 16:22:41

Уникальный идентификатор:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825506a4704cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

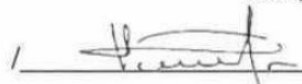
имени академика М. Д. Миллионщикова

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

« 5 » мая, 2025 г., протокол №8

Заведующий кафедрой

 / А.А. Эльмурзаев

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Динамика машин»

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

«Оборудование нефтегазопереработки»

Квалификация выпускника

бакалавр

Составитель



Р.И. Ахьядов

1. Паспорт фонда оценочных средств

Показатель	Сведения
Наименование дисциплины	Динамика машин
Индекс дисциплины	Б1.В.ДВ.01.02
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль	Оборудование нефтегазопереработки
Семестр(ы)	8
Общая трудоемкость	4 з.е. / 144 ч.
Форма(ы) промежуточной аттестации	зачет

Фонд оценочных средств является частью рабочей программы дисциплины и предназначен для установления соответствия уровня подготовки обучающихся планируемым результатам освоения образовательной программы. Оценочные материалы охватывают текущий контроль, рубежную аттестацию, самостоятельную работу и промежуточную аттестацию.

2. Компетенции и планируемые результаты обучения

Код	Наименование компетенции	Основные оценочные процедуры
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	устный и письменный опрос; практические / расчетные задания; индивидуальная работа; зачет
ОПК-12	Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации.	устный и письменный опрос; практические / расчетные задания; индивидуальная работа; зачет
ОПК-13	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования.	устный и письменный опрос; практические / расчетные задания; индивидуальная работа; зачет

3. Кодификатор оценочных материалов

№	Раздел дисциплины	Контролируемые компетенции	Формы контроля
1	Основы динамики технологических машин	ОПК-1	опрос; практическое задание; самостоятельная работа
2	Колебательные системы и собственные частоты	ОПК-12	опрос; практическое задание; самостоятельная работа
3	Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование	ОПК-13	опрос; практическое задание; самостоятельная работа
4	Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов	ОПК-1	опрос; практическое задание; самостоятельная работа
5	Уравновешивание и балансировка роторов	ОПК-12	опрос; практическое задание; самостоятельная работа
6	Виброизоляция и ударные нагрузки	ОПК-13	опрос; практическое задание; самостоятельная работа; рубежный контроль

4. Оценочные материалы для текущего контроля

4.1. Вопросы для устного и письменного опроса

1. Минимальное свойство низшей собственной частоты.
2. Минимальные свойства высших собственных частот. Теоремы сравнения.
3. Методы определения собственных частот и форм собственных колебаний. Классификация методов.
4. Методы малого параметра и последовательных приближений. Методы физической дискретизации (дискретизация масс).
5. Вариационные методы определения собственных частот и форм колебаний.
6. Метод Релея и некоторые оценки, вытекающие из него: формулы Данкерли и Саутвелла.
7. Вариационный метод Ритца. Методы Бубнова-Галеркина и коллокаций. Метод конечных элементов.

8. Собственные колебания стержней, Продольные, крутильные и изгибные колебания стержней постоянного поперечного сечения.
9. Различные случаи опорного закрепления. Балочные функции и их свойства.
10. Метод начальных параметров в задаче об изгибных колебаниях стержней.

4.2. Практические и ситуационные задания

1. Составить расчетную или функциональную схему объекта по теме «Основы динамики технологических машин», указать исходные данные, допущения и контролируемые параметры.
2. Выполнить инженерный анализ по теме «Колебательные системы и собственные частоты» и обосновать выбор расчетной модели или типа оборудования.
3. Решить расчетную задачу по теме «Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование» по исходным данным преподавателя; выполнить проверку размерностей и оценку результата.
4. Сравнить два конструктивных или технологических варианта по теме «Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов» по критериям надежности, безопасности и эффективности.
5. Разработать рекомендации по повышению работоспособности и ресурса объекта, связанного с темой «Виброизоляция и ударные нагрузки».

Требования к выполнению: обучающийся должен привести исходные данные, последовательность решения, используемые нормативные и расчетные положения, обосновать принятые допущения и сформулировать инженерный вывод. Для аналитических заданий обязательны ссылки на использованные источники и самостоятельная интерпретация результатов.

4.3. Темы рефератов, докладов и индивидуальных заданий

1. Аналитический обзор по теме «Основы динамики технологических машин».
2. Аналитический обзор по теме «Колебательные системы и собственные частоты».
3. Аналитический обзор по теме «Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование».
4. Аналитический обзор по теме «Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов».
5. Аналитический обзор по теме «Уравновешивание и балансировка роторов».
6. Аналитический обзор по теме «Виброизоляция и ударные нагрузки».

4.4. Критерии оценивания текущей работы

Уровень	Критерии
Отлично / 81-100 баллов	Полное и точное раскрытие вопроса; самостоятельное применение методов; корректные расчеты или аргументированный анализ; профессиональное оформление; обоснованные выводы.
Хорошо / 61-80 баллов	Материал освоен в основном полно; решение верное; имеются отдельные неточности, не влияющие на итоговый вывод.
Удовлетворительно / 41-60 баллов	Знания неполные; решение выполнено по образцу; имеются существенные неточности, но освоены базовые понятия и действия.
Неудовлетворительно / менее 41 балла	Отсутствует понимание ключевых положений; допущены принципиальные ошибки; задание не завершено либо результат не обоснован.

5. Оценочные материалы рубежной аттестации

Вопросы к 1-й аттестации

1. Принцип Гамильтона-Остроградского для упругого тела.
2. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для упругого тела.
3. Динамические уравнения теории упругости. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для одномерных и двумерных систем.
4. Уравнение продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней.
5. Поправка Релея для случая продольных колебаний стержней. Уточненная теория изгибных колебаний стержней.
6. Уравнения колебаний балки Тимошенко. Уравнения колебаний и естественные граничные условия колебаний пластин.
7. Применение принципа Даламбера для вывода уравнений динамики упругих систем.
8. Примеры: продольные и крутильные колебания стержней, изгибные колебания стержней и пластин.
9. Общие свойства спектров собственных колебаний.
10. Операторное уравнение для определения собственных частот и форм.
11. Свойства упругого и инерционного операторов, иллюстрация этих свойств на примере изгибных колебаний стержней.
11. Действительность частот собственных колебаний.

12. Ортогональность собственных форм по потенциальной и кинетической энергии. Структура спектра частот собственных колебаний.
13. Примеры дискретного, сплошного, полосового и комбинированного спектров. Полнота системы форм собственных колебаний.
14. Энергетическое пространство упругого оператора. Энергетическая норма. Вариационные принципы теории собственных колебаний.
15. Методы расчленения в теории собственных колебаний стержней (метод динамических податливостей, метод динамических жесткостей).
16. Влияние осевых усилий на собственные изгибные колебания стержней.
17. Влияние инерции вращения и деформаций поперечного сдвига на изгибные колебания стержней.
18. Собственные колебания прямоугольных пластин. Граничные условия Навье. Плотность собственных частот пластин.
19. Прямоугольная пластина с краевыми условиями Леви. Колебания круговых и кольцевых пластин.
20. Применение вариационных методов в задачах о собственных колебаниях пластин.
21. Асимптотический метод Болотина для определения спектров собственных колебаний. Применение асимптотического метода к расчету прямоугольных пластин.
22. Собственные колебания круговых цилиндрических оболочек. Граничные условия Навье.
23. Осесимметричные и преимущественно изгибные колебания. Собственные колебания пологих оболочек.
24. Распространение волн в упругих телах. Волны в неограниченной упругой изотропной среде.
25. Волны расширения и волны сдвига. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия волн. Типы дисперсий.
26. Поверхностные волны Релея. Приложения к сейсмологии.
27. Продольные волны и волны кручения в призматических стержнях.
28. Элементарная и уточненная теории изгибных волн в стержнях.

Вопросы ко 2-й аттестации

1. Учет диссипации энергии при колебаниях упругих систем.
2. Природа диссипации энергии в упругих системах.
3. Характеристики рассеяния энергии. Методы учета рассеяния энергии при колебаниях.
4. Внутреннее трение в материале – модель Фойхта (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний).
5. Внешнее трение при колебаниях упругих систем (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний).
6. Рассеяние энергии, характеристики которого не зависят от частоты.
7. Вынужденные колебания упругих систем. Установившиеся колебания под действием периодических сил. Решения, получаемые в замкнутой форме.
8. Представление решения в виде разложения по формам собственных колебаний.
9. Метод разложения по собственным формам в задачах о неустановившихся колебаниях упругих систем.
10. Установившиеся колебания в системах с демпфированием. Случаи внешнего трения и внутреннего трения Фойхта.
11. Поперечные колебания вращающихся валов с неуравновешенными дисками.
12. Вывод уравнений колебаний упругого вала с симметрично расположенным диском. Критические скорости вращения вала.
13. Прецессионное движение. Квазистатический подход для определения критических скоростей вращающихся валов.
14. Влияние гироскопических сил на критические скорости вала с дисками. Гироскопический момент.
15. Вывод уравнений колебаний диска с учетом гироскопического момента. Собственные частоты.
16. Влияние собственного веса дисков.
17. Критические скорости второго порядка.
18. Влияние внутреннего трения на критические скорости вращения вала.
19. Колебания упругих систем под действием подвижных нагрузок.
20. Постановка задачи о действии подвижных нагрузок на упругую конструкцию.
21. Задача о движении инерционного груза по безинерционной балке.
22. Ошибка Бресса.
23. Задача о действии подвижной безинерционной нагрузки на балку с распределенной массой.
24. Постановка задачи о движении груза по балке с распределенной массой.
25. Ударное действие нагрузок. Элементарная теория удара твердого тела об упругую систему (теория удара Кокса).

26. Волновая теория удара Сен-Венана – Буссинеска.
27. Теория удара С. П.Тимошенко.
28. Параметрические колебания систем с распределенными параметрами.
29. Применение метода разложения решения по формам собственных колебаний.
30. Теория Флоке.
31. Особый случай разделения уравнений относительно главных координат.
32. Уточненная постановка задачи о параметрических колебаниях стержня.

6. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Принцип Гамильтона-Остроградского для упругого тела.
2. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для упругого тела.
3. Динамические уравнения теории упругости. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для одномерных и двумерных систем.
4. Уравнение продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней.
5. Поправка Релея для случая продольных колебаний стержней. Уточненная теория изгибных колебаний стержней.
6. Уравнения колебаний балки Тимошенко. Уравнения колебаний и естественные граничные условия колебаний пластин.
7. Применение принципа Даламбера для вывода уравнений динамики упругих систем.
8. Примеры: продольные и крутильные колебания стержней, изгибные колебания стержней и пластин.
9. Общие свойства спектров собственных колебаний.
10. Операторное уравнение для определения собственных частот и форм.
11. Свойства упругого и инерционного операторов, иллюстрация этих свойств на примере изгибных колебаний стержней.
12. Действительность частот собственных колебаний.
13. Ортогональность собственных форм по потенциальной и кинетической энергии.
14. Структура спектра частот собственных колебаний.
15. Примеры дискретного, сплошного, полосового и комбинированного спектров. Полнота системы форм собственных колебаний.
16. Энергетическое пространство упругого оператора. Энергетическая норма. Вариационные принципы теории собственных колебаний.
17. Минимальное свойство низшей собственной частоты.
18. Минимальные свойства высших собственных частот. Теоремы сравнения.
19. Методы определения собственных частот и форм собственных колебаний. Классификация методов.
20. Методы малого параметра и последовательных приближений. Методы физической дискретизации (дискретизация масс).
21. Вариационные методы определения собственных частот и форм колебаний.
22. Метод Релея и некоторые оценки, вытекающие из него: формулы Данкерли и Саутвелла.
23. Вариационный метод Ритца. Методы Бубнова-Галеркина и коллокаций. Метод конечных элементов.
24. Собственные колебания стержней, Продольные, крутильные и изгибные колебания стержней постоянного поперечного сечения.
25. Различные случаи опорного закрепления. Балочные функции и их свойства.
26. Метод начальных параметров в задаче об изгибных колебаниях стержней.
27. Методы расчленения в теории собственных колебаний стержней (метод динамических податливостей, метод динамических жесткостей).
28. Влияние осевых усилий на собственные изгибные колебания стержней.
29. Влияние инерции вращения и деформаций поперечного сдвига на изгибные колебания стержней.
30. Собственные колебания прямоугольных пластин. Граничные условия Навье. Плотность собственных частот пластин.
31. Прямоугольная пластина с краевыми условиями Леви. Колебания круговых и кольцевых пластин.
32. Применение вариационных методов в задачах о собственных колебаниях пластин.
33. Асимптотический метод Болотина для определения спектров собственных колебаний. Применение асимптотического метода к расчету прямоугольных пластин.
34. Собственные колебания круговых цилиндрических оболочек. Граничные условия Навье. Осесимметричные и преимущественно изгибные колебания. Собственные колебания пологих оболочек.
35. Распространение волн в упругих телах. Волны в неограниченной упругой изотропной среде.

36. Волны расширения и волны сдвига. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия волн. Типы дисперсий.
37. Поверхностные волны Релея. Приложения к сейсмологии.
38. Продольные волны и волны кручения в призматических стержнях.
39. Элементарная и уточненная теории изгибных волн в стержнях.
40. Учет диссипации энергии при колебаниях упругих систем. Природа диссипации энергии в упругих системах.
41. Характеристики рассеяния энергии. Методы учета рассеяния энергии при колебаниях. Внутреннее трение в материале – модель Фойхта (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний).
42. Внешнее трение при колебаниях упругих систем (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний).
43. Рассеяние энергии, характеристики которого не зависят от частоты.
44. Вынужденные колебания упругих систем.
45. Установившиеся колебания под действием периодических сил. Решения, получаемые в замкнутой форме.
46. Представление решения в виде разложения по формам собственных колебаний.
47. Метод разложения по собственным формам в задачах о неустановившихся колебаниях упругих систем.
48. Установившиеся колебания в системах с демпфированием. Случаи внешнего трения и внутреннего трения Фойхта.
49. Поперечные колебания вращающихся валов с неуравновешенными дисками.
50. Вывод уравнений колебаний упругого вала с симметрично расположенным диском. Критические скорости вращения вала.
51. Прецессионное движение. Квазистатический подход для определения критических скоростей вращающихся валов.
52. Влияние гироскопических сил на критические скорости вала с дисками.
53. Гироскопический момент. Вывод уравнений колебаний диска с учетом гироскопического момента. Собственные частоты.
54. Влияние собственного веса дисков. Критические скорости второго порядка.
55. Влияние внутреннего трения на критические скорости вращения вала.
56. Колебания упругих систем под действием подвижных нагрузок.
57. Постановка задачи о действии подвижных нагрузок на упругую конструкцию.
58. Задача о движении инерционного груза по безинерционной балке. Ошибка Бресса.
59. Задача о действии подвижной безинерционной нагрузки на балку с распределенной массой. Постановка задачи о движении груза по балке с распределенной массой.
60. Ударное действие нагрузок. Элементарная теория удара твердого тела об упругую систему (теория удара Кокса).
61. Волновая теория удара Сен-Венана – Буссинеска. Теория удара С. П. Тимошенко.
62. Параметрические колебания систем с распределенными параметрами.
63. Применение метода разложения решения по формам собственных колебаний. Теория Флоке.

6.1. Образцы билетов

БИЛЕТ № 1
1. Принцип Гамильтона-Остроградского для упругого тела. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для упругого тела. 3. Практическое задание: Составить расчетную или функциональную схему объекта по теме «Основы динамики технологических машин», указать исходные данные, допущения и контролируемые параметры.
БИЛЕТ № 2
1. Динамические уравнения теории упругости. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для одномерных и двумерных систем. Уравнение продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней. Практическое задание: Выполнить инженерный анализ по теме «Колебательные системы и собственные частоты» и обосновать выбор расчетной модели или типа оборудования.

БИЛЕТ № 3

1. Поправка Релея для случая продольных колебаний стержней. Уточненная теория изгибных колебаний стержней. Уравнения колебаний балки Тимошенко. Уравнения колебаний и естественные граничные условия колебаний пластин. Практическое задание: Решить расчетную задачу по теме «Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование» по исходным данным преподавателя; выполнить проверку размерностей и оценку результата.

БИЛЕТ № 4

1. Применение принципа Даламбера для вывода уравнений динамики упругих систем. 2. Примеры: продольные и крутильные колебания стержней, изгибные колебания стержней и пластин. 3. Практическое задание: Сравнить два конструктивных или технологических варианта по теме «Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов» по критериям надежности, безопасности и эффективности.

БИЛЕТ № 5

1. Общие свойства спектров собственных колебаний. Операторное уравнение для определения собственных частот и форм. Практическое задание: Разработать рекомендации по повышению работоспособности и ресурса объекта, связанного с темой «Виброизоляция и ударные нагрузки».

8. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания

Компетенция	Показатель оценивания	Менее 41 балла	41-60 баллов	61-80 баллов	81-100 баллов	Оценочные средства
ОПК-1	применение общетеоретических знаний, математического анализа и моделирования	Знания фрагментарны; методы не применяются либо применяются с принципиальными ошибками; результат не обоснован.	Задание выполнено по образцу; основные понятия усвоены частично; имеются существенные неточности и требуется помощь преподавателя.	Знания и умения в целом сформированы; решение преимущественно верное, отдельные неточности не искажают основной результат.	Знания системные; задание выполнено самостоятельно и корректно; решение обосновано, результаты интерпретированы и оформлены профессионально.	Опрос, практические и индивидуальные задания, рубежный контроль, промежуточная аттестация
ОПК-12	оценка и повышение надежности оборудования	Знания фрагментарны; методы не применяются либо применяются с принципиальными ошибками; результат не обоснован.	Задание выполнено по образцу; основные понятия усвоены частично; имеются существенные неточности и требуется помощь преподавателя.	Знания и умения в целом сформированы; решение преимущественно верное, отдельные неточности не искажают основной результат.	Знания системные; задание выполнено самостоятельно и корректно; решение обосновано, результаты интерпретированы и оформлены профессионально.	Опрос, практические и индивидуальные задания, рубежный контроль, промежуточная аттестация
ОПК-13	выполнение стандартных инженерных расчетов и обоснование конструкции	Знания фрагментарны; методы не применяются либо применяются с принципиальными ошибками; результат не обоснован.	Задание выполнено по образцу; основные понятия усвоены частично; имеются существенные неточности и требуется помощь преподавателя.	Знания и умения в целом сформированы; решение преимущественно верное, отдельные неточности не искажают основной результат.	Знания системные; задание выполнено самостоятельно и корректно; решение обосновано, результаты интерпретированы и оформлены профессионально.	Опрос, практические и индивидуальные задания, рубежный контроль, промежуточная аттестация

9. Порядок проведения и методические рекомендации

Текущий контроль проводится в течение семестра на лекционных и практических занятиях, а также по результатам самостоятельной работы. Преподаватель заранее сообщает форму контроля, требования к содержанию и срок представления работы.

При оценивании расчетных и практических заданий учитываются корректность исходной модели, последовательность действий, правильность использования единиц и нормативных зависимостей,

достоверность результата и качество инженерного вывода.

При оценивании реферата, доклада или аналитического сообщения учитываются полнота раскрытия темы, качество и актуальность источников, самостоятельность анализа, логика изложения, соблюдение академической этики и оформление библиографических ссылок.

Промежуточная аттестация проводится по билетам. Обучающийся должен раскрыть теоретические вопросы и выполнить практическое задание. Дополнительные вопросы допускаются для уточнения глубины и осознанности ответа.

Итоговый результат определяется по 100-балльной шкале: 81-100 баллов - «отлично» / «зачтено»; 61-80 - «хорошо» / «зачтено»; 41-60 - «удовлетворительно» / «зачтено»; менее 41 - «неудовлетворительно» / «не зачтено».