Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность и диагностика технологических систем

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(направленность (профиль): «Инновационные технологии в машиностроении»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 10-04-2025 09:33:28 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Изучение основных положений надежности технических систем, а также изучение различных методов диагностики.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Приобретение познаний об основных показателях надежности и законах распределения отказов;

– Овладение навыками оценки состояния технологического оборудования.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Детали машин и основы конструирования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Гидропневмопривод технологических машин;

– Ремонт и восстановление машиностроительной продукции;

– Эксплуатация и организация ремонтов гидропневмосистем;

– Конструирование технологических машин.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен анализировать, разрабатывать и внедрять технологическое сопровождение разработки | ПК-1.1 Проводит анализ конструкции изделия на технологичность | – знать: основы технологического процесса изготовления изделия .<br>– уметь: анализировать |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | проектной конструкторской документации на машиностроительные изделия средней сложности | | технологический процесс изготовления изделия. |
| | | ПК-1.3 Проводит инспекционный контроль соблюдения технологического процесса, предъявляемых к изготовлению изделия | – знать: способы контроля соблюдения технологического процесса,.<br>– уметь: проводит контроль соблюдения технологического процесса. |

**– Универсальные компетенции**

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК | Код и наименование индикатора достижения УК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| Разработка и реализация проектов | УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение | – знать: задачи в достижении поставленной цели.<br>– уметь: оценить совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели. |
| | | УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений | – знать: проектные решения конкретной задачи.<br>– уметь: выбирать оптимальный способ проектного решения поставленной задачи,. |
| | | УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества в рамках заданных ограничений | – знать: способы реализации конкретные задачи.<br>– уметь: выполнять поставленную задачу заявленного качества. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы

взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***7 семестр*** |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***180*** | *180* |
| | *зачетных единиц* | ***5*** | *5* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***32*** | *32* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***32*** | *32* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***98*** | *98* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***18*** | *18* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные положения надежности технических систем (Надежность как комплексное свойство технического объекта. Классификация основных понятий в области надежности);

Раздел 2 Основы мониторинга оборудования (Мониторинг и диагностика оборудования. Ремонт по техническому состоянию. Методы технической диагностики.);

Раздел 3 Основы частотного анализа. (Природа механических колебаний. Количественная оценка амплитуд механических колебаний. Параметры механических колебаний. Спектральный анализ);

Раздел 4 Вибрационный мониторинг оборудования (Источники вибраций в машинах роторного типа. Системы вибрационной диагностики. Организация периодического мониторинга. Программное и приборное обеспечение. Датчики вибрации. Крепление датчиков. Стратегия мониторинга и диагностики. Обнаруживаемые дефекты.).

### 5 Перечень тем лекций

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лекций** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической** |

| | | | подготовки |
|---|---|---|---|
| Раздел 1. | Основные положения надежности технических систем | 4 | |
| Раздел 2. | Основы мониторинга оборудования | 6 | |
| Раздел 3. | Основы частотного анализа | 14 | |
| Раздел 4. | Вибрационный мониторинг оборудования | 8 | |
| **Итого:** | | **32** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № раздела / темы дисциплины | Темы практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 3. | Определение вида и величины дефекта представленных узлов машин | 32 | |
| **Итого:** | | **32** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Прохождение | 8 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | тестирования. | | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Прохождение тестирования. | 18 | |
| Раздел 3. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию;<br>4. Прохождение тестирования. | 50 | |
| Раздел 4. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Прохождение тестирования. | 22 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 18 | |
| **Итого:** | | **116** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ПК-1;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ПК-1;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Тестовые задания |
| Раздел 3. | ПК-1;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Домашнее задание;<br>3. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>4. Тестовые задания |
| Раздел 4. | ПК-1;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Тестовые задания |
| Экзамен. | ПК-1;<br>УК-2 | 1. Вопросы к экзамену |

## 11 Входной контроль

**11.1 Цель входного контроля** – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

### 11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

**Шкала оценивания устных ответов обучающихся**

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

**Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.**

### 12 Текущий контроль

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе

самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); домашнее задание; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

### 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию домашнего задания

Домашнее задание – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки домашнего задания

| Наименование параметра оценки | Оценка |
|---|---|
| Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно. | отлично |
| Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок. | хорошо |
| Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. | удовлетворительно |
| Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала. | неудовлетворительно |

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Максимальный балл | Проходной балл | Оценка |
|---|---|---|
| 20 | не менее 18 | отлично |
| 17 | не менее 14 | хорошо |
| 13 | не менее 10 | удовлетворительно |
| 9 | – | неудовлетворительно |

### 12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

### 13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

**14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

**а) литература:**

1 Надежность технических систем. Резервирование, восстановление : учеб. пособие / В. Д. Шашурин, В.М. Башков, Н.А. Ветрова, В .А. Шалаев. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 60 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833155.html (дата обращения: 20.03.2025);

2 Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие. / Л.Н. Александровская, И.З. Аронов, В.И. Круглов [и др.] - Москва : Логос, 2017. - 376 с. - ISBN 978-5-98704-115-5. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987041155.html (дата обращения: 20.03.2025);

3 Чумичев, А.М., Техника и технология неразрушающих методов контроля деталей горных машин и оборудования : учеб. пособие / Чумичев А.М. - Москва: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. - ISBN 5-7418-0064-5. – URL: https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN5741800645.html (дата обращения: 20.03.2025).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для

авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Maxima;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– Notepad++;
– OnlyOffice;
– КОМПАС-3D;
– Р7-Офис.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Составитель(и):

доцент Епифанцев Юрий Андреевич (кафедра механики и машиностроения).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована: Начальник конструкторского отдела
ООО «СпецСвязьОборудование», к.т.н.



В.В. Гаряшин

## Приложение

### 1 Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1.Сущность системы планово-предупредительных ремонтов (ППР)?
2.На чем базируется техническое обеспечение ППР?
3.Методы диагностики (без разборки механизма) технического состояния подшипников качения?
4.Цель центровки валов?
5.Факторы, влияющие на повышение шума и уровня вибрации?
6. Цель балансировки роторов?
7.Когда тело считают вибрирующим?
8.Что называется частотой колебаний тела?
9. В каких единицах выражается частота колебаний тела?
10.Назначение и устройство редуктора?

### 2. Вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

**Раздел 1** Основные положения надежности технических систем

**1 Устный опрос на лекции**

**Перечень вопросов для устного опроса:**

1 Что включает в себя понятие надежности?
2 Показатели надежности?
3 Показатели надежности?
4 Что подразумевается под объектом?
5 Что подразумевается под объектом?
6 Классификацию основных понятий в области надежности?

**Раздел 2 Основы мониторинга оборудования**

**1 Устный опрос на лекции**

**Перечень вопросов для устного опроса:**

1 Цель планово-предупредительных ремонтов (ППР)?
2Техническое обеспечение ППР?
3 Какая система проведения ремонтов называется ремонтом по техническому состоянию (РТС)?
4 На чем основана техническая база РТС?
5 Какие преимущества по сравнению с ППР имеет ремонт по фактическому техническому состоянию?
6 Что такое проактивное техническое обслуживание оборудования?
7 Методы технической диагностики?
8 Что такое мониторизация?
9 Что такое диагностика?

**Раздел 3 Основы частотного анализа**

**1 Устный опрос на лекции**

**Перечень вопросов для устного опроса:**

1 Природа механических колебаний?

2 Количественная оценка амплитуд механических колебаний?

3 Параметры механических колебаний?

4 Что называется частотным анализом?

5 Что такое идентификационные частоты?

6 О чем говорит появление на частотном спектре пика в определенной частотной полосе с супергармониками (кратные гармонике)?

7 Количественная оценка амплитуд механических колебаний?

8 Спектральный анализ?

**Раздел 4 Вибрационный мониторинг оборудования**

**1 Устный опрос на лекции**

**Перечень вопросов для устного опроса:**

1 Источники вибраций в машинах роторного типа?

2 Силы механической природы?

3 Особенности анализа вибраций на низких частотах?

4 Особенности анализа вибраций на средних частотах?

5 Особенности анализа вибраций на высоких частотах?

6 Системы вибрационной диагностики?

7 Организация периодического мониторинга?

8 Особенности использования переносных систем?

9 Особенность стендовой системы мониторинга и диагностики?

10 Сущность стационарной системы?

11 Организация периодического мониторинга технического состояния оборудования?

12 Пакеты прикладных программ?

13 Сущность метода ударных импульсов?

14 Особенности многофункциональной технологической платформы?

15 Пакет программ DREAM для мониторинга и диагностики?

16 Датчики вибрации?

17 Места установки датчиков?

18 Крепление датчиков?

19 Стратегия мониторинга и диагностики?

20 Обнаруживаемые дефекты?

**3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы (Разделы 1-4)**

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

**1** Выберите один правильный ответ

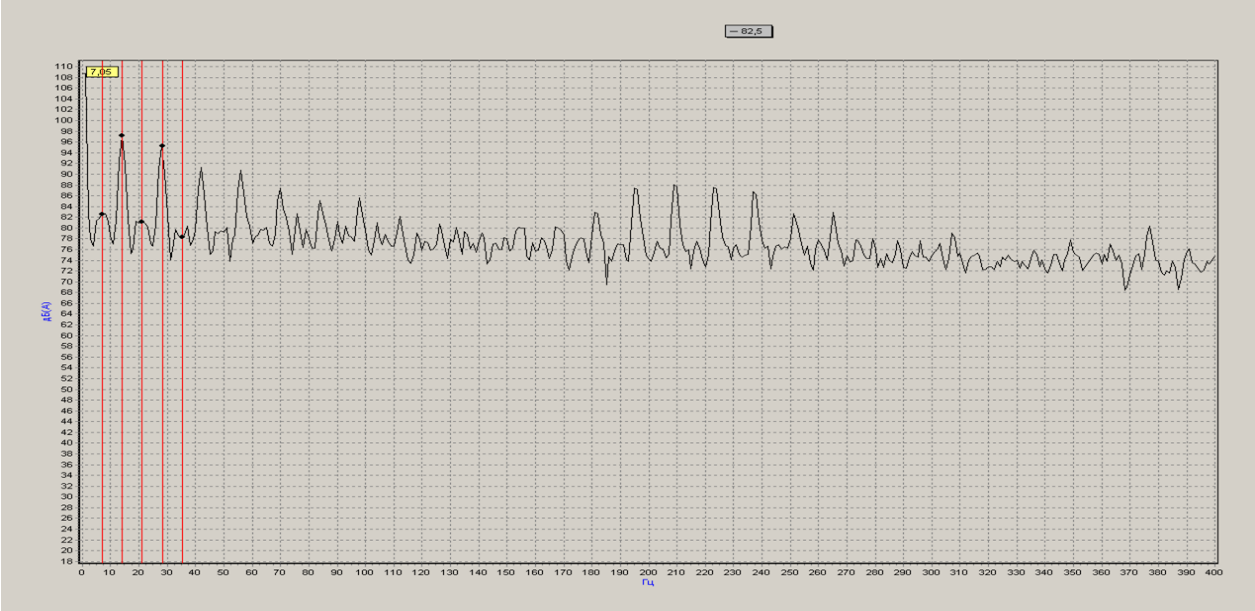
*При какой системе ремонтов не учитывается взаимосвязь между возможными техническими неисправностями агрегата и диагностическими параметрами, которые можно контролировать:*

а) система ППР

б) система РТС

в) проактивное техническое обслуживание оборудования

**2** *Определите вид дефекта рассматриваемого узла машин: Волочильный стан № 8 Блок №1 ПК-6.1 скор.3*




| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 24 |
| Частота вращения второй оси | 17,7 |
| Частота вращения третьей оси | 17,7 |
| Частота вращения четвертой оси | 5,34 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1344 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1167 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 565,9 |
| Частота вращения сепаратора | 7,05 |
| Частота контакта тел качения | 40,5 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 91,6 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 138,3 |

**3** Выберите один правильный ответ

*Наиболее эффективный способ оценки состояния подшипника качения?*

а) непосредственного измерения величины радиального зазора в подшипнике;

б) анализа состава смазки подшипника и примесей в ней

в) анализа температуры подшипникового узла

г) анализа вибрации механизма

**4** Выберите один правильный ответ

*Частотный анализ - это:*

а) анализ амплитудно-временной диаграммы

б) возбуждение резонансов и увеличение динамической нагрузки на подшипники

в) разложение механических колебаний в индивидуальные частотные составляющие

**5** Вставьте пропущенное слово (прилагательное):

*Частота, заранее рассчитанная по конструктивным параметрам объекта диагностирования и частоте вращения, называется* ___

**6** Выберите один правильный ответ

*Идентификационные частоты - это:*

а) спектр огибающей вибросигналов

б) частота, заранее рассчитанная по конструктивным параметрам объекта диагностирования и частоте вращения

в) спектры, имеющие «шумовой фон»

**7** Выберите один правильный ответ

*Появление на частотном спектре пика в определенной частотной полосе с супергармониками (кратные гармонике) говорит о:*

а) уровне механических колебаний

б) появлении детерминированного сигнала

в) наличии определенного вида дефекта

**8** Выберите один правильный ответ

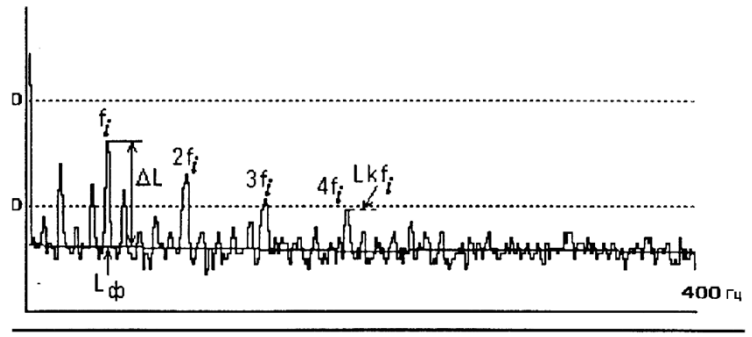
*Временное развитие исследуемых колебаний, связанное с энергией, оценивается:*

а) средним значением колебаний

б) среднеквадратичным значением колебаний

в) двойной амплитудой колебаний

**9** *Установите соответствие спектров их характеристикам*

| | |
|---|---|
| А.<br><br><br>Б.<br><br> | 1. Спектр огибающей<br><br>2. Прямой спектр |

***10*** Выберите один правильный ответ

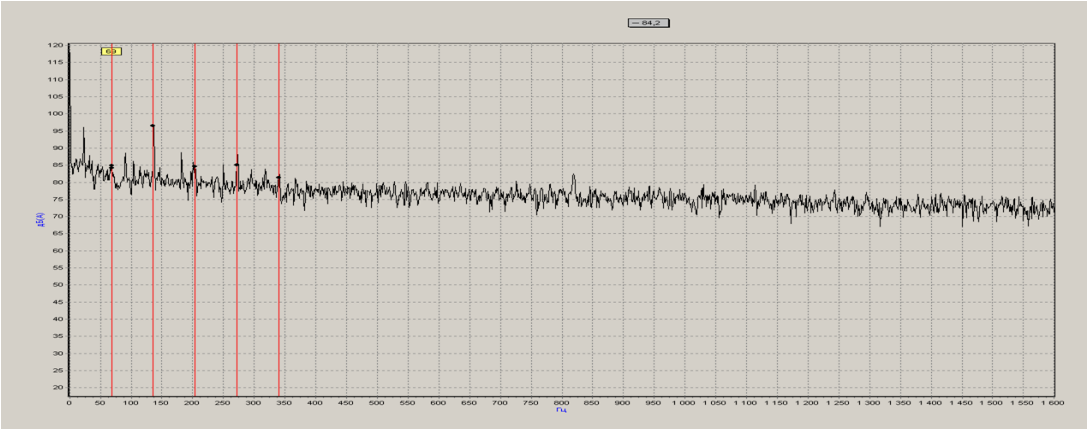
*Особенность вибрации на низких частотах:*

а) слабо затухает в пространстве

б) наблюдается большое количество гармонических составляющих разной частоты;

в) приобретает волновой характер

**11** *Определите вид дефекта рассматриваемого узла машины: Волочильный стан № 8 Блок №2 ПК-4.2 скор.4*



| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 23,5 |
| Частота вращения второй оси | 23,5 |
| Частота вращения третьей оси | 23,5 |
| Частота вращения четвертой оси | 8,29 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1551 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1551 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 846 |
| Частота вращения сепаратора | 3,62 |
| Частота контакта тел качения | 31 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 68,8 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 88,8 |

**12** Выберите один правильный ответ

*Какая граница порогов служит для контроля качества выполняемых измерений:*

а) первая верхняя

б) нижняя

в) вторая верхняя

**13** Выберите один правильный ответ

*Измерение преимущественно низкочастотной и среднечастотной (до 1÷2 кГц) вибрации осуществляется при:*

а) вибрационном мониторинге аварийностных узлов

б) техническом мониторинге

в) вибрационном мониторинге машин в целом

**14** Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже единственного числа):

*Появление на частотном спектре пика в определенной частотной полосе с супергармониками говорит о наличии ___ .*

***15*** Выберите один правильный ответ

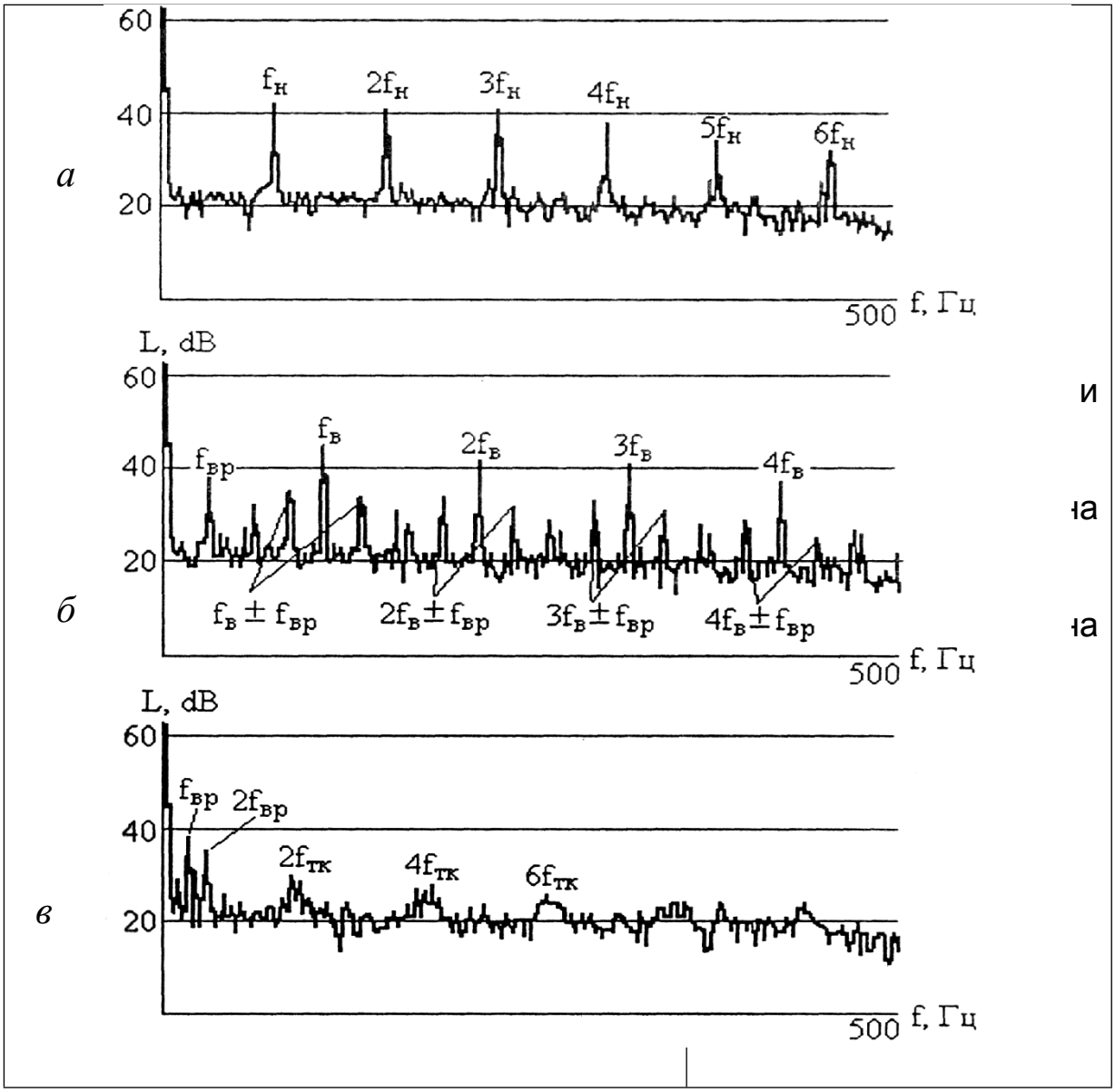
*Особенность вибрации на средних частотах:*

а) приобретает волновой характер

б) слабо затухает в пространстве

в) наблюдается большое количество гармонических составляющих разной частоты

**16** *Установите соответствие спектров дефектам элементов подшипников качения*




**17** Выберите один правильный ответ

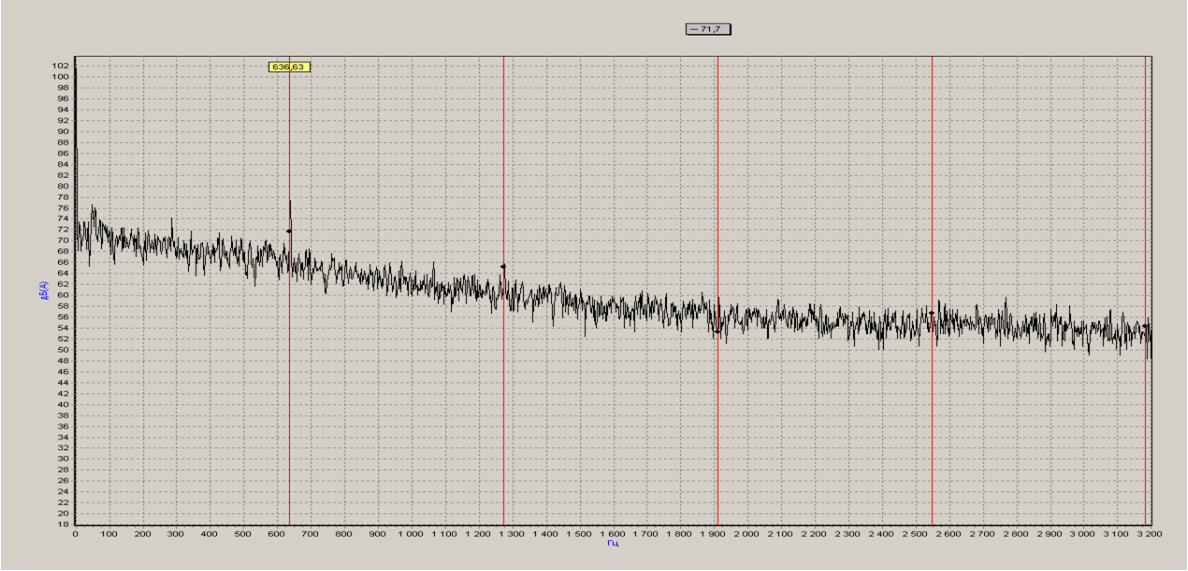
*Особенность вибрации на высоких частотах*:

а) наблюдается большое количество гармонических составляющих разной частоты

б) приобретает волновой характер

в) слабо затухает в пространстве

**18** *Определите вид дефекта рассматриваемого узла машины Волочильный стан № 11 Блок №2 ПК-6.2 скор.3*




| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 24 |
| Частота вращения второй оси | 17,7 |
| Частота вращения третьей оси | 17,7 |
| Частота вращения четвертой оси | 6,24 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1344 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1167 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 636,6 |
| Частота вращения сепаратора | 7,05 |
| Частота контакта тел качения | 40,5 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 91,6 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 138,3 |

**19** Выберите один правильный ответ

*Особенность вибрации на ультразвуковых частотах:*

а) распространяется только по однородной среде

б) наблюдается большое количество гармонических составляющих разной частоты

в) слабо затухает в пространстве

**20** Выберите один правильный ответ

*При исследовании процесса в области высоких частот предпочтенье отдается:*

а) смещению

б) ускорению механических колебаний

в) скорости механических колебаний

**21** *Установите соответствие измеряемых параметров средствам измерения*

| | |
|---|---|
| А. Линейные размеры<br>Б. Вибрация<br>В. Частотный спектр шума<br>Г. Износ, трещины, выкрашивания<br>Д.Содержание различных металлов в смазочных материалах | 1. Спектрометры<br>2. Штангенциркули<br>3. Вибросборщики<br>4. Спектрометр звуковых частот<br>5. Прибор для измерения ударных импульсов |

**22** Выберите один правильный ответ

*Под спектром огибающей вибрации понимается:*

а) узкополосный спектр низкочастотной вибрации диагностируемых узлов машины

б) узкополосного спектр среднечастотной вибрации диагностируемых узлов машины

в) узкополосный спектр высокочастотных случайных составляющих вибрации

**23** Выберите один правильный ответ

*Кинематические силы имеют природу:*

а) механическую

б) электромагнитную

в) гидро(аэро)динамическую

**24** *Определите вид дефекта рассматриваемого узла машины Вентилятор ФРКН-4, ПК-1*




| | |
|---|---|
| Частоты, Гц \ номер гармоники | 1 |
| Частота вращения вала | 27,9 |
| Частота вращения сепаратора | 10,7 |
| Частота контакта тел качения | 56,4 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 85,5 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 137,7 |

2**5** Выберите один правильный ответ

*Установка датчиков на объекте на время измерения характерно для:*

а) стендовой системы

б) стационарной системы

в) переносной системы

**26** Выберите один правильный ответ

*В каком условии нарушено требование измерений:*

а) от замера к замеру частота вращения элемента машины не должна отличаться более чем ±20 % от среднего значения

б) нагрузка на машину может изменяться в пределах ±20 % от среднего значения

в) частота вращения в момент измерения может колебаться не более одного процента от средней величины

**27** Выберите один правильный ответ

*Какой способ крепления датчика более оптимален при переносной системе диагностики:*

а) стальной шпилькой

б) с помощью постоянного магнита

в) с помощью щупа

**28** Выберите один правильный ответ

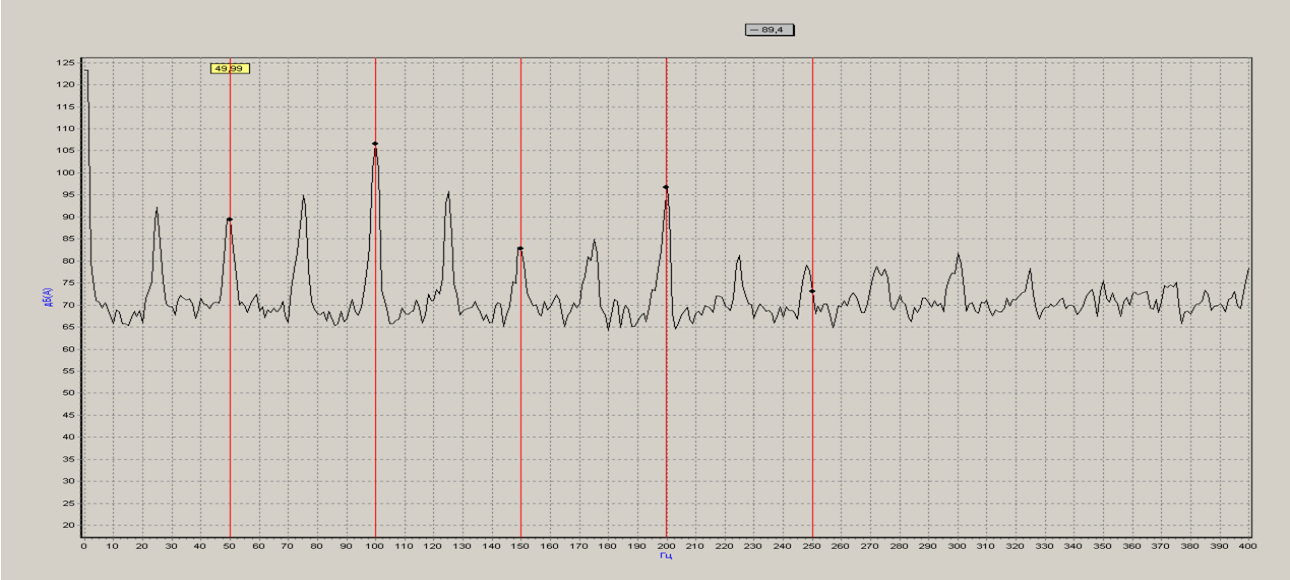
*При мониторизации контрольные точки рекомендуется выбирать на:*

а) максимальном расстоянии от узлов малой виброактивности

б) минимальном расстоянии от наиболее виброактивных узлов

в) значительном расстоянии от наиболее виброактивных узлов

**29** *Определите вид дефекта рассматриваемого узла машины Дымосос-89, ЭЛ-1*




| | |
|---|---|
| Частоты, Гц \ номер гармоники | 1 |
| Частота вращения вала | 24,3 |
| Частота вращения сепаратора | 9,38 |
| Частота контакта тел качения | 50,6 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 75,1 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 119,3 |

## 4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры выполнения практических задач:

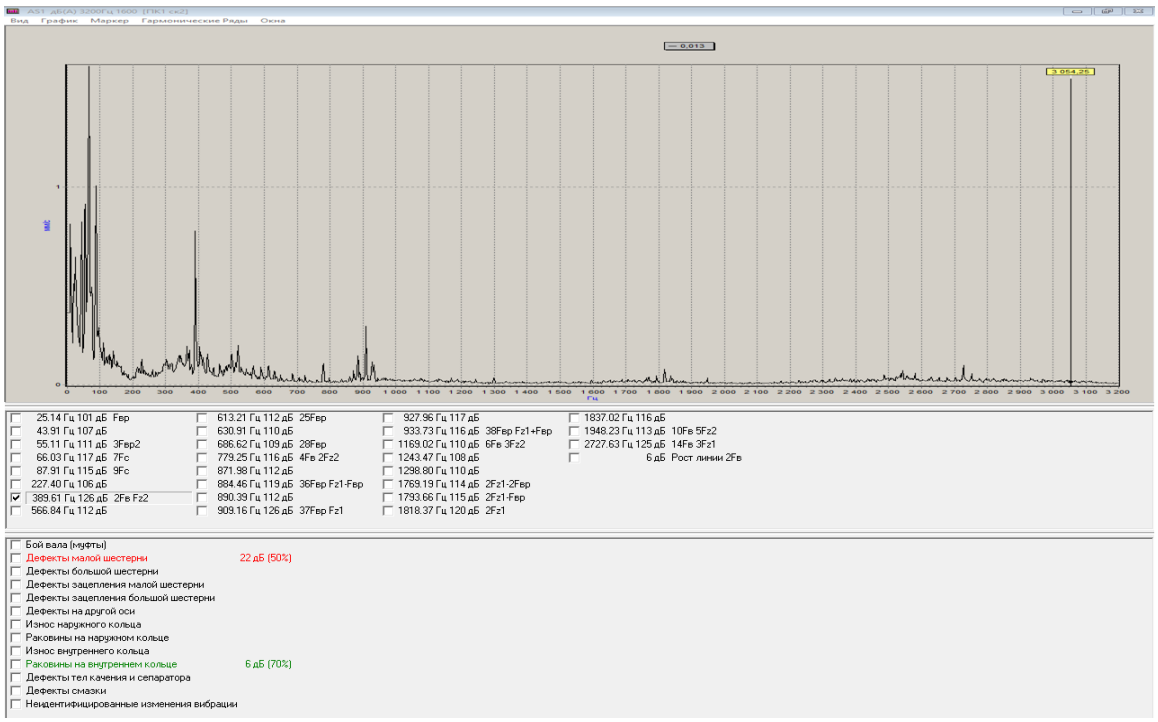
### Раздел 3 Основы частотного анализа

В представленных ниже спектрах по расчетным значениям идентификационных частот и их супергармоникам определить вид и величину дефекта представленного узла машины.

*Пример 1*




*Пример 2*




## 5 Задания для домашних работ по разделам (темам) учебной дисциплины

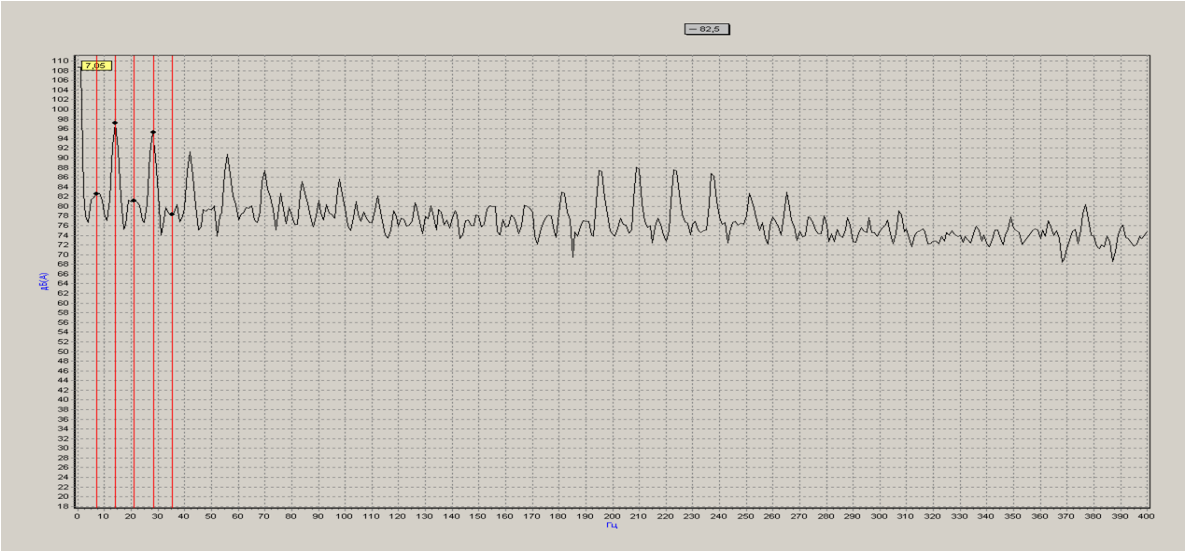
Задания для домашних работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения представлены в методических указаниях к выполнению домашних работ.

Примеры выполнения домашних задач:

### Раздел 3 Основы частотного анализа

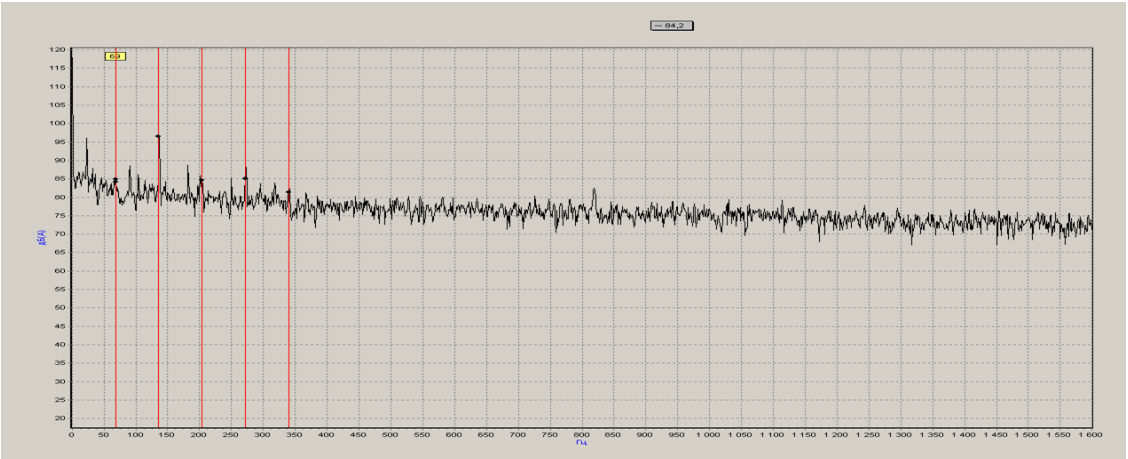
Для представленных ниже машин определить вид и величину дефекта узла машины.

#### 1 «Волочильный стан № 8Блок №1, ПК-6.1, скорость.3»




| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 24 |
| Частота вращения второй оси | 17,7 |
| Частота вращения третьей оси | 17,7 |
| Частота вращения четвертой оси | 5,34 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1344 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1167 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 565,9 |
| Частота вращения сепаратора | 7,05 |
| Частота контакта тел качения | 40,5 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 91,6 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 138,3 |

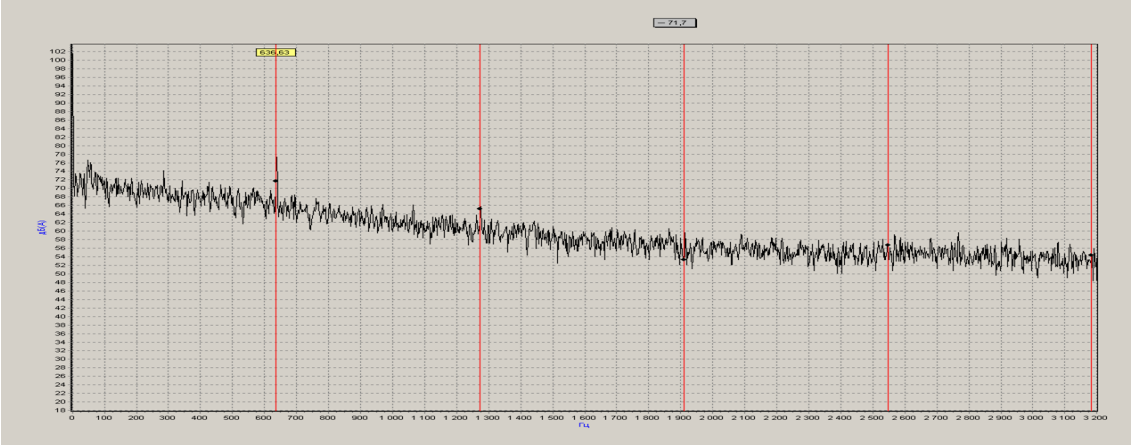
**2 «Волочильный стан № 8**
**Блок №2, ПК-4.2, скорость4»**




| Частоты | Гц |
|---|---|

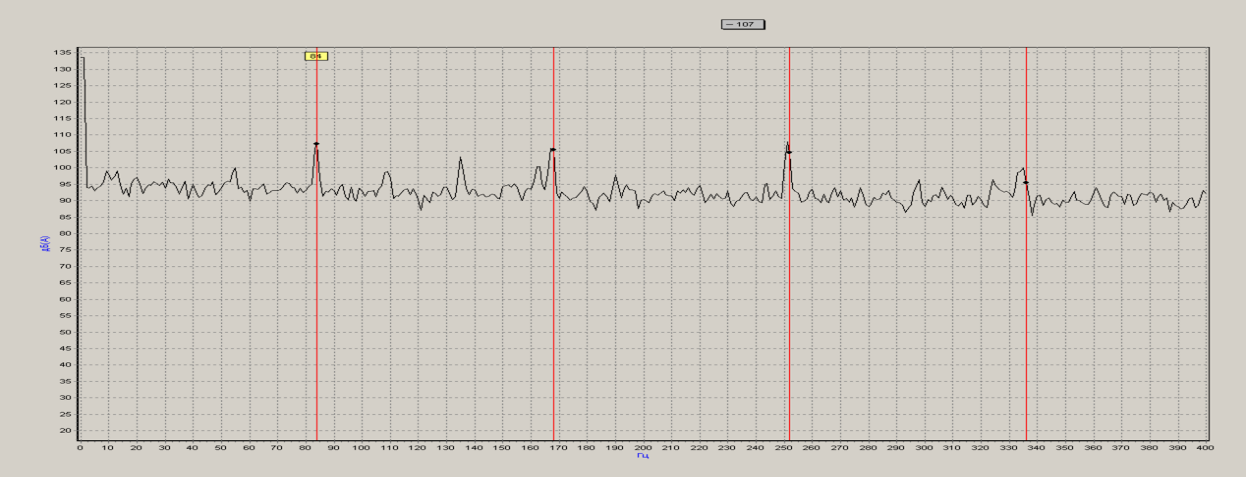
| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 23,5 |
| Частота вращения второй оси | 23,5 |
| Частота вращения третьей оси | 23,5 |
| Частота вращения четвертой оси | 8,29 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1551 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1551 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 846 |
| Частота вращения сепаратора | 3,62 |
| Частота контакта тел качения | 31 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 68,8 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 88,8 |

**3 «№ 11Блок №2, ПК-6.2, скорость 3»**



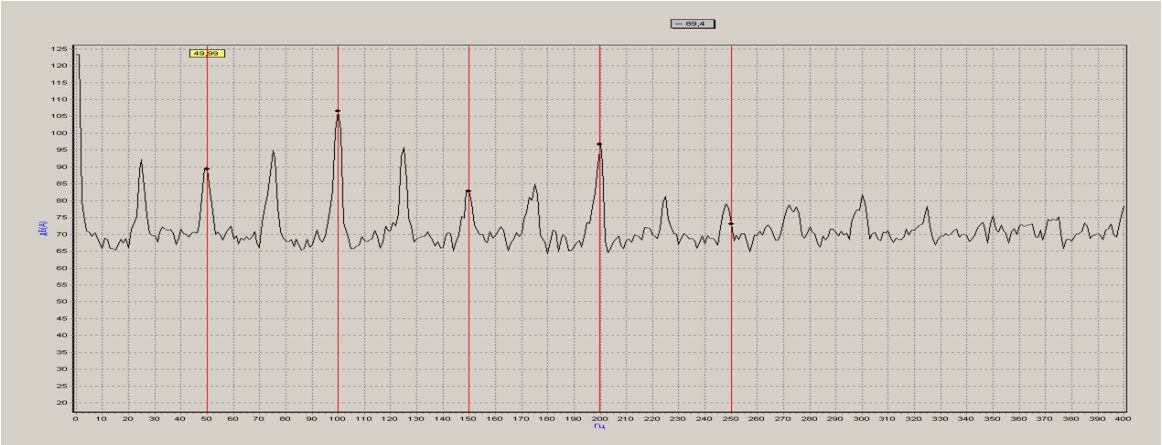

| Частоты | Гц |
|---|---|
| Частота вращения первой оси | 24 |
| Частота вращения второй оси | 17,7 |
| Частота вращения третьей оси | 17,7 |
| Частота вращения четвертой оси | 6,24 |
| Зубцовая частота первой ступени редуктора | 1344 |
| Зубцовая частота второй ступени редуктора | 1167 |
| Зубцовая частота третьей ступени редуктора | 636,6 |
| Частота вращения сепаратора | 7,05 |
| Частота контакта тел качения | 40,5 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 91,6 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 138,3 |

## 4 «Вентилятор ФРКН-4 ПК-1»



| Частоты, Гц \ номер гармоники | 1 |
|---|---|
| Частота вращения вала | 27,9 |
| Частота вращения сепаратора | 10,7 |
| Частота контакта тел качения | 56,4 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 85,5 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 137,7 |

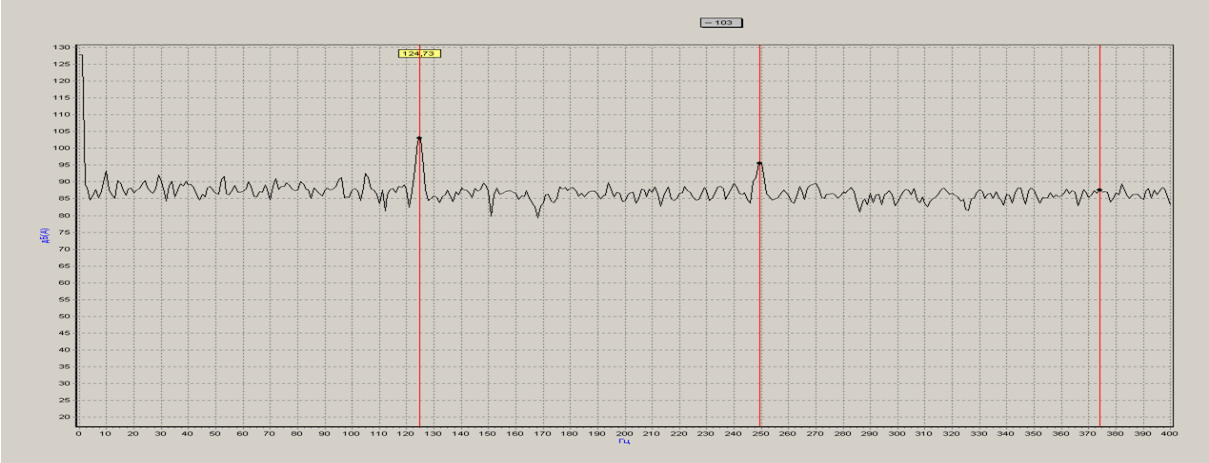
## 5 «Дымосос-89 ЭЛ-1»



| Частоты, Гц \ номер гармоники | |
|---|---|
| Частота вращения вала | 24,3 |
| Частота вращения сепаратора | 9,38 |
| Частота контакта тел качения | 50,6 |

| Частоты, Гц \ номер гармоники | |
|---|---|
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 75,1 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 119,3 |

## 6 «Электродвигатель АК 2-91 ЭЛ-1»




| Частоты, Гц \ номер гармоники | |
|---|---|
| Частота вращения вала | 25,5 |
| Частота вращения сепаратора | 9,85 |
| Частота контакта тел качения | 53,1 |
| Частота перекатывания тел качения по наружному кольцу | 78,8 |
| Частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу | 125,2 |

## 6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Система ремонтов по техническому состоянию?
2 Методы технической диагностики?
3 Основы частотного анализа?
4 Природа механических колебаний?
5 Количественная оценка амплитуд механически колебаний?
6 Параметры механических колебаний?
7 Спектральный анализ?
8 Источники вибрации в машинах роторного типа?
9 Системы вибрационной диагностики?
10 Организация периодического мониторинга технического состояния оборудования?
11 Программное и приборное обеспечение?
12 Датчики вибрации?
13 Места установки датчиков?

14 Крепление датчиков?
15 Стратегия мониторинга и диагностики с пакетом программ DREAM for Windows?
16 Обнаруживаемые дефекты?
17 Пороги обнаружения дефектов?