

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО  
18436-2—  
2015

---

**Контроль состояния и диагностика машин**  
**ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ**  
**И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА**

**Часть 2**

**Вибрационный контроль состояния**  
**и диагностика**

ISO 18436-2:2014

Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for  
qualification and assessment of personnel — Part 2:  
Vibration condition monitoring and diagnostics  
(IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2016

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация, удар и контроль технического состояния»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 ноября 2015 г. № 1704-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 18436-2:2014 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 2. Вибрационный контроль состояния и диагностика» (ISO 18436-2:2014 «Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 2: Vibration condition monitoring and diagnostics»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 18436-2—2005

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1 Область применения.....   | 1  |
| 2 Нормативная ссылка.....   | 1  |
| 3 Термины и определения.....  | 1  |
| 4 Классификация персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин.....   | 1  |
| 5 Допуск к процедуре оценки компетентности.....   | 4  |
| 6 Квалификационные экзамены.....  | 5  |
| Приложение А (обязательное) Содержание учебного курса для персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин..... | 6  |
| Приложение В (обязательное) Международные стандарты в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин.....                 | 29 |
| Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации..... | 31 |
| Библиография.....   | 32 |

## Введение

Технологии безразборного контроля состояния и диагностирования машин включают в себя анализ вибрации, инфракрасную термографию, анализ масла и частиц износа, метод акустической эмиссии, ультразвуковой контроль и анализ параметров тока двигателя.

Аккуратное и последовательное применение вышеперечисленных методов позволяет в значительной степени окупить затраты на их введение. Однако эффективность выполнения программ технического обслуживания в значительной степени зависит от квалификации персонала, выполняющего измерения и анализ данных.

Программа обучения, устанавливаемая настоящим стандартом, разработана в целях оценки компетентности персонала, включая теоретические знания и практические навыки, в области вибрационного анализа машин (контроля состояния и диагностирования). При подтверждении компетентности от заявителя требуется также подтверждение имеющегося опыта работы в данной области.

Заявители должны ясно представлять себе, что оценка компетентности может быть осуществлена различными способами. При этом, как правило, работодатели и потенциальные заказчики склонны больше доверять оценке, сделанной независимым третьим лицом (сертификация). Несколько ниже степень доверия к оценке, выполненной второй стороной. Наконец, заявитель может применить данный стандарт в целях самооценки и декларирования компетентности, однако ожидаемое доверие к такой оценке со стороны работодателей и потенциальных заказчиков будет наименьшим.

Контроль состояния и диагностика машин  
ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Часть 2

Вибрационный контроль состояния и диагностика

Condition monitoring and diagnostics of machines.  
Requirements for qualification and assessment of personnel.  
Part 2. Vibration condition monitoring and diagnostics

Дата введения — 2016—12—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к квалификации, опыту работы и обучению персонала, выполняющего работы по контролю состояния и диагностированию машин на основе измерений вибрации, а также метод оценки компетентности персонала.

Полученный сертификат или иное свидетельство компетентности является подтверждением способности получивших их лиц проводить измерения и анализ вибрации в целях контроля состояния и диагностирования с применением широкого диапазона средств измерений.

Стандарт устанавливает четыре категории сертификации, при этом каждой категории соответствует свой уровень знаний.

## 2 Нормативная ссылка

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 1925 Вибрация. Балансировка. Словарь (ISO 1925, Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary)

ИСО 2041 Вибрация и удар. Словарь (ISO 2041, Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary)

ИСО 13372 Контроль состояния и диагностика машин. Словарь (ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary)

ИСО 18436-1 Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки (ISO 18436-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 1925, ИСО 2041, ИСО 13372 и ИСО 18436-1.

## 4 Классификация персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин

### 4.1 Общие положения

Кандидат может претендовать на подтверждение его компетентности по одной из категорий, установленных в настоящем стандарте, в зависимости от квалификации (см. 4.2—4.5). Им должна быть продемонстрирована компетентность в вопросах вибрационного контроля состояния машин и диагностики в пределах соответствующей классификационной категории, как указано в приложении А.

Классификация специалистов всех категорий осуществляется в пределах заявленной области деятельности и ограничений органов по оценке. Допуск таких специалистов к работе осуществляется работодателем или заказчиком. Кандидат должен предъявлять рекомендации, основанные на полученном им обучении и опыте выполненных им работ. Подтвержденная в соответствии с настоящим стандартом компетентность не дает специалисту право самостоятельно принимать решения или давать рекомендации в отношении планирования производства, безопасности и эффективности применяемых производственных технологий без консультаций с соответствующими специалистами, менеджерами и операторами. Степень свободы специалиста в принимаемых им решениях должна быть предметом соглашения с работодателем или заказчиком.

Требования к категории специалиста, а также дополнительные требования к его знаниям в области обслуживаемого вида машин, должны быть предметом соглашения между заказчиком и поставщиком услуг. Имеющаяся категория подтверждает наличие у специалиста достаточных знаний, способность проводить измерения и интерпретировать их результаты в пределах данной категории. Заказчик может потребовать дополнительных доказательств от специалиста (основанных на предыдущем опыте работы и обучении) способности выполнять вибрационный контроль состояния и диагностирование машин конкретного вида, поскольку обслуживание таких машин может требовать специальных знаний и навыков.

При наличии специальных знаний о проведении анализа вибрации для машин конкретного вида специалист может быть допущен к их обслуживанию по решению работодателя или заказчика в пределах, превышающих его категорию.

В 4.2—4.5 перечислены в общем виде основные требования к знаниям и умениям специалистов разных категорий. Более подробные рекомендации приведены в таблицах А.1 и А.2.

## 4.2 Категория I

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории I, должно уметь выполнять простейший, обычно одноканальный контроль состояния машин в соответствии с установленными процедурами. Выполняемые им работы должны осуществляться под наблюдением со стороны более опытных сотрудников.

Такой специалист должен обладать, по крайней мере, следующими знаниями и умениями:

- a) знать природу и основные особенности появления вибрации машин, иметь представление о единицах измерения параметров вибрации;
- b) обеспечивать надежный сбор данных;
- c) уметь обнаруживать аномалии в собранных данных;
- d) уметь восстанавливать заданные установки используемого оборудования для сбора данных, передавать данные в компьютеризованную систему анализа;
- e) уметь сравнивать общий уровень вибрации или значение одного из ее параметров с предварительно установленными значениями для предупреждения аварийных ситуаций;
- f) уметь обнаруживать отклонения от обычных значений параметра вибрации и выявлять тренд такого параметра;
- g) составлять отчет о результатах визуального контроля обследуемого оборудования.

Специалист категории I не может нести ответственность за:

- выбор преобразователя вибрации, выбор метода анализа или диагностирования;
- оценку результатов анализа, за исключением сравнения полученных данных с предварительно установленными значениями (например, в целях идентификации соответствия условиям приемки или состояний предупреждения и останова).

## 4.3 Категория II

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории II, является квалифицированным специалистом, способным выполнять измерения вибрации машин и знающим базовые процедуры анализа результатов одноканальных измерений (с использованием или без использования датчика фазы). От него требуется владение знаниями и навыками, которыми обладает специалист категории I, и, кроме того, оно должно:

- a) определять действия, которые должен совершать специалист категории I при сборе данных в рамках плановых процедур мониторинга;
- b) знать основные принципы анализа сигналов и уметь определять условия сбора и анализа данных в целях вибрационного контроля состояния;
- c) уметь проводить простые (одноканальные) испытания на удар с целью определения собственных частот конструкции машины;

d) уметь классифицировать, интерпретировать и давать оценку результатам испытаний (включая приемочные испытания) на соответствие требованиям технических условий и стандартов;

e) уметь определять общие неисправные состояния машины и давать рекомендации относительно основных корректирующих действий в пределах опыта работы с машинами данного вида, включая проведение одноплоскостной балансировки жестких роторов (с учетом и без учета фазы сигнала);

f) осуществлять инструктаж и общее руководство работой специалистов категории I.

#### 4.4 Категория III

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории III, обладает знаниями, опытом и умениями, требуемыми от специалистов категорий I и II и, кроме того, должно:

a) составлять и внедрять программы планового контроля состояния и внеплановых исследований в целях обнаружения неисправностей;

b) определять требуемое аппаратное и программное обеспечение стационарных и переносных систем контроля вибрации;

c) иметь глубокие знания принципов и методов вибрационного анализа машин и уметь выполнять начальное диагностирование для редко встречающихся неисправностей с применением процедур анализа спектров, временных реализаций и орбит, передаточных характеристик, форм изгибных колебаний, огибающих сигнала как в установившемся, так и в переходном режимах работы машины с использованием и без использования сигнала с датчика фазы;

d) управлять программами вибрационного контроля, оценивать установленные уровни предупреждения, составлять рабочие процедуры контроля и процедуры приемочного контроля по показателям вибрации;

e) инициировать и проверять выполнение корректирующих действий, включая двухплоскостную балансировку жестких роторов;

f) предлагать рекомендации по ограничениям работы машин;

g) понимать и при необходимости применять альтернативные технологии контроля состояния для подтверждения выводов, полученных при плановом сборе данных, или для дополнительных исследований;

h) осуществлять инструктаж и техническое руководство специалистами категорий I и II, а также, по согласованию с работодателем или заказчиком, признавать способность этих специалистов выполнять работы, выходящие за пределы их обычных обязанностей.

Работодатель или заказчик несут ответственность за признание того, что специалист категории III обладает необходимыми способностями в управленческой деятельности, включая составление бюджетов, экономических обоснований, управлением квалификацией персонала.

#### 4.5 Категория IV

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории IV, обладает знаниями, опытом и умениями, требуемыми от специалистов категорий I, II и III. Кроме того, оно должно управлять стратегиями контроля состояния и проверять их выполнение.

Работодатель должен рассматривать специалистов категории IV как обладающих обширными техническими знаниями и опытом работ в отношении широкого класса машин, возможных ситуаций в их работе и обслуживании, а также способностями выбора наиболее подходящих процедур мониторинга.

От специалиста категории IV требуется, как минимум:

a) умение применять теорию и методы вибрационных измерений и анализа, включая многоканальные измерения, вычисления взаимных спектров, передаточных функций, функций когерентности, фазовых соотношений;

b) понимание методов анализа сигнала в частотной и временной областях вместе с ограничениями этих методов и способность применять их на практике;

c) умение определять собственные частоты, формы изгибных колебаний и коэффициенты демпфирования систем и подсистем;

d) способность определять формы изгибных колебаний машин и присоединенных конструкций и давать рекомендации по их коррекции;

e) умение применять общепризнанные современные методы вибрационного анализа, идентификации параметров и обнаружения неисправностей;

f) знать основные принципы динамики системы "ротор — подшипники" и применять их в целях диагностирования;



- g) способность проводить двухплоскостную балансировку для устранения статического и динамического дисбалансов ротора, в том числе с использованием коэффициентов влияния;
- h) способность давать рекомендации по проведению корректирующих действий или внесению изменений в конструкцию машины, включая замену отдельных частей или их ремонт, установку виброизоляции, увеличение демпфирования, изменение жесткости или распределения масс;
- i) умение интерпретировать и оценивать методы, установленные в технических условиях, стандартах и иных документах;
- j) способность распознавать вибрацию, обусловленную пульсацией газа (например, в машинах возвратно-поступательного действия или винтовых компрессорах), измерять параметры, связанные с пульсацией, и определять меры по ее уменьшению;
- к) способность устанавливать рекомендации по внесению изменений в опорную систему машины и решать другие проблемы, связанные с опорой и фундаментом.

## 5 Допуск к процедуре оценки компетентности

### 5.1 Общие положения

Чтобы удовлетворить требованиям настоящего стандарта, кандидат должен обладать соответствующим образованием, опытом работы, пройти курс обучения в подтверждение способности понимать и использовать основные принципы и методы измерения и анализа вибрации машин согласно требованиям раздела 4 и приложения А.

### 5.2 Образование

От кандидатов не требуется формальных свидетельств полученного образования. Все кандидаты должны уметь использовать калькулятор с математическими функциями и быть знакомыми с принципами работы на персональном компьютере. Кандидат, претендующий на сертификацию по Категории III или IV, должен быть знаком с современными технологиями анализа вибрации машин. Для таких кандидатов крайне желательно успешное завершение, по крайней мере, первых двух лет обучения в высшем учебном заведении технического профиля или университете.

### 5.3 Обучение

#### 5.3.1 Основной курс

Для допуска к процедуре подтверждения компетентности в соответствии с настоящим стандартом кандидат должен предъявить свидетельство об успешном обучении, основанном на требованиях приложения А. Обучение проводят в форме лекций, демонстраций, практических занятий или в форме контролируемой самоподготовки. Преподаватель должен контролировать успешность освоения кандидатом предлагаемого материала. Рекомендуемые минимальные сроки обучения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Минимальная длительность обучения (в часах)

| Категория I | Категория II | Категория III | Категория IV |
|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 32          | 70           | 110           | 174          |

Обучение может быть разбито на отдельные этапы, но при этом должны выполняться требования приложения А. Рекомендуемые источники технической информации приведены в приложении В и библиографии<sup>1)</sup>. Рекомендуется, чтобы после завершения обучения кандидаты сдавали экзамены, подтверждающие усвоение пройденного материала.

#### 5.3.2 Дополнительный курс по машинному оборудованию

Помимо основного курса (таблица 1 и приложение А) рекомендуется, чтобы кандидат прошел обучение по курсу «Машины и элементы машин», время обучения по которому составляло, по крайней мере, половину времени, указанного в таблице 1.

Указанный курс может быть организован на базе высшего учебного заведения или иной учебной организации, организации, предоставляющей услуги по дополнительному обучению, а также работодателем в целях повышения квалификации своих сотрудников. В этом курсе должны быть рас-

<sup>1)</sup> Для удобства пользователей библиография дополнена учебной литературой отечественных авторов [22]—[29].



смотрены вопросы проектирования, применения, функционирования и технического обслуживания машин и их узлов, виды их отказов и причины их появления, а также то, каким образом отказы и неисправности разного вида влияют на создаваемую машиной вибрацию. Прохождение дополнительного курса должно быть подтверждено соответствующими письменными свидетельствами.

#### 5.4 Опыт работы

Для получения допуска к процедуре сертификации в соответствии с настоящим стандартом кандидату следует продемонстрировать, что он имеет достаточный опыт работы в области контроля состояния машин и диагностики. В отношении кандидата на присвоение категории IV могут быть сделаны запросы другим лицам, имеющим ту же категорию, или их работодателям.

Минимальные требования к опыту работы показаны в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Рекомендуемый минимум практического опыта работы кандидата (в месяцах)

| Категория I | Категория II | Категория III | Категория IV |
|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 6           | 18           | 36            | 60           |

Для подтверждения компетентности по категории II кандидату необязательно предварительно получать категорию I, однако при подтверждении компетентности по категории III или IV, кандидат должен обладать свидетельством категории II или III соответственно. С повышением уровня классификационной категории широта и глубина практического опыта кандидата должны возрастать.

### 6 Квалификационные экзамены

#### 6.1 Содержание экзамена

Сдавая экзамены по каждой категории, кандидат отвечает на ряд вопросов в течение заданного периода времени, как показано в таблице 3. Вопросы должны отвечать темам, указанным в приложении А, и быть выбраны из общей базы данных, действующей на время проведения экзамена. Вопросы должны быть составлены техническим комитетом соответствующего органа по оценке компетентности.

Т а б л и ц а 3 — Примерные условия экзаменов

| Категория     | Число вопросов | Время, ч | Проходной балл<br>(доля правильных ответов), % |
|---------------|----------------|----------|--|
| Категория I   | 60             | 2        | 70   |
| Категория II  | 100            | 3        | 70   |
| Категория III | 100            | 4        | 70   |
| Категория IV  | 60             | 5        | 70   |

Вопросы должны быть практического характера даже в том случае, когда они направлены на проверку знания кандидатом общих представлений и основ проведения анализа вибрации машин.

Некоторые вопросы могут требовать истолкования графиков и диаграмм. В ходе экзамена кандидат должен продемонстрировать умение выполнять простые математические расчеты с использованием калькулятора с математическими функциями. Вместе с экзаменационными вопросами по решению органа по оценке кандидату может быть предоставлена сводка основных формул.

Вопросы для кандидатов на категории III и IV могут требовать как содержательного ответа, так и выбора из нескольких предлагаемых вариантов ответа.

Содержание экзаменационных вопросов должно соответствовать содержанию курса по приложению А и длительности обучения по каждой теме курса.

Орган по оценке компетентности может предложить условия размещения кандидатов за установленную им плату.

#### 6.2 Проведение экзамена

Экзамен проводят в соответствии с ИСО 18436-1 и процедурами, установленными органом по оценке.

Приложение А  
(обязательное)Содержание учебного курса для персонала  
в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин<sup>1)</sup>

Таблица А.1 — Сводная таблица учебных тем

| Тема  | Учебные часы |           |           |           |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|
|   | Категория    |           |           |           |
|   | I            | II        | III       | IV        |
| 1 Основы вибрации   | 6            | 3         | 1         | 4         |
| 2 Сбор данных   | 6            | 4         | 2         | 2         |
| 3 Обработка сигналов  | 2            | 4         | 4         | 8         |
| 4 Контроль состояния  | 2            | 4         | 3         | 1         |
| 5 Анализ неисправностей   | 4            | 5         | 6         | 6         |
| 6 Корректирующие действия   | 2            | 4         | 6         | 16        |
| 7 Машинное оборудование   | 6            | 4         | 4         | —         |
| 8 Приемочные испытания  | 2            | 2         | 2         | —         |
| 9 Испытания оборудования и диагностика  | —            | 2         | 4         | 4         |
| 10 Ссылочные стандарты  | —            | 2         | 2         | 2         |
| 11 Составление отчетов и документация   | —            | 2         | 2         | 4         |
| 12 Определение степени развития повреждения   | —            | 2         | 2         | 3         |
| 13 Динамика системы "ротор — подшипники"  | —            | —         | —         | 14        |
| <b>Общее число часов обучения для данной категории</b>  | <b>30</b>    | <b>38</b> | <b>38</b> | <b>64</b> |
| <p>Примечание — Указанные в таблице часы по каждой учебной теме являются ориентировочными. Органы по обучению и оценке могут самостоятельно оценить важность каждой из учебных тем. Содержание разных тем может частично перекрываться.</p> |              |           |           |           |

<sup>1)</sup> Учебные центры имеют право расширить программу обучения, в том числе, включить в программу обучения национальные стандарты Российской Федерации.

Таблица А.2 — Содержание учебных тем и часы обучения

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем  |  |   |              |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|--|--|---|--------------|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I  | Категория II   | Категория III   | Категория IV |
| 1                  | Основы вибрации   | 6         | 3  | 1   | 4  |  |  |   |              |
| 1.01               | Виды вибрации   | •         | •  | •   |    | Общее представление о вибрации и понимание природы гармонических колебаний   | Понимание суперпозиции гармонических колебаний, систем с одной степенью свободы                            | Понимание демпфированных свободных колебаний, самовозбуждения системы, установившихся и переходных состояний систем, систем с многими степенями свободы |              |
| 1.02               | Период и частота колебаний  | •         | •  | •   |    | Общее представление о сигнале вибрации: время, период, частота. Применение единиц измерения Гц и мин                     | Понимание соотношения между периодом и частотой сигнала. Частота биения                                    | Понимание требований к выбору соответствующих периодов времени и частоты. Понятие об анализе в октавных полосах частот                                  |              |
| 1.03               | Энергетические параметры: пиковое значение, размах, среднеквадратичное значение | •         | •  | •   |    | Общее представление о параметрах вибрационного сигнала: амплитуда, пиковое значение, размах, среднеквадратичное значение | Понимание соотношения между параметрами сигнала: пиковым значением, размахом, среднеквадратичным значением | Понимание причин применения разных параметров сигнала: пикового значения, размаха, среднеквадратичного значения   |              |
| 1.04               | Измеряемые величины: перемещение, скорость, ускорение                           | •         | •  | •   |    | Общее представление о величинах, описывающих вибрацию: перемещение, скорость, ускорение                                  | Понимание применения разных величин для описания вибрации: перемещения, скорости, ускорения                | Понимание причин выбора величины для описания вибрации: перемещения, скорости или ускорения   |              |
| 1.05               | Единицы измерений и соотношения между ними                                      | •         | •  | •   |    | Общее представление о разных единицах измерения и их преобразованиях   | Понимание способов преобразования единиц измерения и интегрирования сигнала                                | Представление о влиянии процессов интегрирования и дифференцирования на частотный состав сигнала  |              |
| 1.06               | Представление вибрации в частотной и временной областях                         | •         | •  | •   |    | Представление о временной и частотной областях анализа сигнала   | Представление об отбрасывающей, полосовом фильтре, демодуляции, пик-факторе                                | Понимание метода анализа орбит, приращения фигур Лиссажу и огибающей  |              |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем   |   |  |   |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---|---|--|---|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I   | Категория II  | Категория III  | Категория IV  |
| 1.07               | Векторы, модуляция                                  |           |    | •   | •  |   |   | Общее представление о векторах, модуляции  | Сбор данных для модального анализа  |
| 1.08               | Фаза колебания                                      |           | •  | •   | •  |   | Единицы измерения фазы, отметка фазы  | Метод детектирования фазы сигнала  | Взаимное влияние каналов, когерентность   |
| 1.09               | Собственная частота, резонанс, критические скорости | •         | •  | •   | •  | Общее представление о резонансе, его влиянии на вибрацию  | Основная собственная мода колебаний, система с одной степенью свободы. Общее представление о параметрах систем: частоте, жесткости, массе, демпфировании, виброизоляции | Критические скорости вращения, системы с двумя степенями свободы, амортизатор вибрации. Общее представление о методах модального анализа и модальных колебаний | Добротность, системы со многими степенями свободы. Углубленное понимание методов модального анализа и модальных колебаний |
| 1.10               | Сила, отклик, демпфирование, жесткость              |           |    | •   | •  |   |   | Понимание характеристик податливости и податливости  | Применение графиков подвижности, жесткости, импеданса, ускоряемости   |
| 1.11               | Неустойчивость, нелинейность                        |           |    |     | •  |   |   |  | Системы с неупругим креплением  |
| 2                  | Сбор данных   | 6         | 4  | 2   | 2  |   |   |  |   |
| 2.01               | Средства измерения                                  | •         | •  | •   | •  | Общее представление о ручном/автоматическом/плановом сборе данных, измерениях в реальном масштабе времени и системах контроля | Двухканальный сбор данных в реальном и не в реальном масштабах времени, системы контроля и анализа, включая анализ фаз  | Многоканальный сбор данных в реальном и не в реальном масштабах времени, системы контроля и анализа, включая анализ фаз  | Многоканальный сбор данных, включая данные для модального анализа и поиска неисправностей                                 |
| 2.02               | Динамический диапазон, отношение сигнал/шум         |           |    | •   | •  |   |   | Понятие динамического диапазона и отношения сигнал/шум. Автоматическая настройка диапазона, интегрирование, системные ошибки, улучшение разрешения             | Методы улучшения разрешения и повышения точности. Методы подавления шума с последующей обработкой сигнала                 |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем  |   |   |              |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|--|---|---|--------------|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I  | Категория II  | Категория III   | Категория IV |
| 2.03               | Преобразователи   | •         | •  | •   |    | Общие представления о преобразователях перемещения, скорости и ускорения. Понятие активных и пассивных преобразователей                | Представление о бесконтактных датчиках перемещения, преобразователях скорости, акселерометрах, включая преобразователи с встроенными схемами интегрирования. Требования к диапазону частот преобразователя, компенсации механических биений, калибровке | Понимание критериев выбора преобразователей, в том числе с учетом характерных частот неисправностей машины. Понимание основных методов компенсации биений при использовании бесконтактных датчиков. Понимание требований к калибровке и способностей сформулировать |              |
| 2.04               | Крепление датчиков, собственная частота установочного датчика | •         | •  | •   |    | Общие представления о влиянии способа установки преобразователя (на шпильку, на магнит, через ручную шуп) на диапазон частот измерений | Понимание способов крепления акселерометра и их влияния на диапазон частот измерений. Представление о различных способах крепления. Понятие об осциллографичности преобразователя и трибоэлектрическом эффекте  | Понимание требований международных стандартов к проведению измерений, представлению о требованиях к измерениям на осевых упорных подшипниках, частотной характеристике датчика и его резонансах, времени отвердевания клеев   |              |
| 2.05               | Максимальная частота анализа, период выборки                  |           | •  | •   |    |  | Понимание максимальной частоты анализа, функции увеличения масштаба по частоте, определение разрешения по частоте, соотношение между максимальной частотой анализа и периодом выборки   | Понимание основных вопросов, связанных с быстрым преобразованием Фурье (БПФ), соотношений выборки, частоты дискретизации, наложения спектров  |              |
| 2.06               | Бесконтактные датчики   |           | •  | •   |    |  | Общие представления об измерениях бесконтактными датчиками: напряжение в зазоре, ортогональное расположение оси датчиков, механические биения поверхности   | Контроль калибровки в полевых условиях, измерения на осевых упорных подшипниках, компенсация механических биений  |              |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема   | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем   |   |  |  |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|---|---|--|--|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I   | Категория II  | Категория III  | Категория IV   |
| 2.07               | Синхронизация  |           | •  | •   |    |   | Понятие об использовании информации о фазе сигнала; вихревые датчики, фотодатчики, следящие фильтры   | Понимание синхронной фильтрации сигнала, способов использования синхронизации при балансировке валов   |  |
| 2.08               | Планирование испытаний                               |           | •  | •   | •  |   | Способность планировать проведение вибрационного контроля состояния   | Управление программой контроля состояния   | Разработка специализированных методов испытаний                  |
| 2.09               | Методы испытаний                                     | •         | •  | •   | •  | Способность следовать установленным процедурам сбора данных в системах реального масштаба времени или при выполнении плановых процедур мониторинга. Общие представления о точках измерений для машин разных видов. Способность определить нечеткие условия предупреждения. Понимать необходимость проведения калибровки | Способность установить систему сбора данных для анализа вибрации; определить контролируемые машины и точки контроля, установить настройки систем сбора и оповещения (предупреждения), контролировать их проведение, составлять отчеты, выпустить калибровку | Управление программами вибрационного контроля, установление процедур калибровки. Расширенный отчет о контроле состояния. Поиск неисправностей                      | Разработка методов испытаний и калибровок. Разработка стандартов |
| 2.10               | Форматы представления данных                         |           | •  | •   |    |   | Представление об общих единицах и форматах представления данных: построение трендов, спектров, фазовых спектров, каскадных спектров, фазовых характеристик  | Понимание различных форматов представления данных: построение трендов, спектров, фазовых спектров, каскадных спектров, фазовых характеристик. Найквиста, Компбелла |  |
| 2.11               | Загрузка/выгрузка данных в базу данных на компьютере | •         |    |     |    | Представление об основных функциях баз данных и устройства сбора данных   |   |  |  |
| 2.12               | Признаки неправильно проведенных измерений           | •         | •  | •   |    | Общие представления об основных неисправностях: подъем спектра волн, нулевой частоты, отсутствие сигнала, неисправность соединительного кабеля  | Ошибки крепления, неисправности кабеля, трибоэлектрические эффекты, напряжение смещения и время установления  | Ошибки, связанные с обработкой сигнала. Неправильное определение верхней частоты диапазона анализа, параметров выборки, интегрирования                             |  |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                                      | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |   |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|---|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV  |
| 3                  | Обработка сигналов                                | 2         | 4  | 4   | 8  |                                 |   |  | Понимание особенностей и условий определения среднеквадратичного и пикового значений сигнала  |
| 3.01               | Определение среднеквадратичного/пикового значения |           |    |     | •  |                                 |   |  |   |
| 3.02               | Аналого-цифровое преобразование                   |           |    |     | •  |                                 |   |  | Понимание требований к аналого-цифровому преобразованию сигнала. Общее представление о ключевых этапах получения оцифрованных данных  |
| 3.03               | Аналоговая выборка, цифровая выборка              |           | •  | •   | •  |                                 | Общее представление об основных функциях и схеме аналого-цифрового преобразования. Понимание эффектов насыщения и ограничения сигнала, утечки спектра | Понимание процедуры БПФ, требований к диапазону частот анализа, синхронной выборке, отметки фазы сигнала, частоте выборки  | Понимание требований к формированию аналоговой и цифровой выборки сигнала. Понимание ключевых моментов формирования выборки   |
| 3.04               | Вычисление БПФ                                    |           |    | •   | •  |                                 |   | Общее представление о схеме реализации БПФ (преобразование, устройство формирования сигнала, фильтр для защиты от наложения спектров, преобразование, применение временных окон) | Углубленное понимание процедуры БПФ и дискретного преобразования Фурье (ДПФ), включение функции элементов схемы преобразования ((преобразователь, устройство формирования сигнала, фильтр для защиты от наложения спектров, аналого-цифровое преобразование, применение временных окон, вычисление кепстра) |



Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема   | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем   |   |   |  |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|---|---|---|--|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I   | Категория II  | Категория III   | Категория IV   |
| 3.05               | Применение БПФ   |           | •  |     |    | Общее представление о процедуре БПФ и связанной с ней терминологией (число линий спектра, максимальная частота анализа, длительность выборки) | Сопоставление требований к БПФ с типичными спектрами характеристик неисправностей машины. Поднимание требований к числу линий в спектре, максимальной частоте анализа, частоте выборки. Общее понимание других элементов преобразования (защиты от наложения спектров, применения окон, усреднения) |   |  |
| 3.06               | Временные окна: прямоугольное, хэннинг, плосковершинное      |           | •  | •   |    |   | Общее представление об окне Хана (хэннинге) и его влиянии на выборку (уменьшение утечки спектра, изменение амплитуды составляющих спектра)  | Общее представление о других оконных функциях (прямоугольной, плосковершинной Хэмминга) и их влиянии на выборку (уменьшение утечки спектра, изменение амплитуды составляющих спектра) |  |
| 3.07               | Фильтры: низких частот, высоких частот, полосовые, следующие |           | •  | •   | •  |   | Общее представление о фильтрах для сигналов вибрации (низких частот, верхних частот, полосовых)   | Представление о работе фильтров нижних частот, верхних частот, полосовых. Общее представление о пропускающих и репеллентных фильтрах, следующих фильтрах                              | Общее представление о фильтрах других типов: Бесселя, Баттерворта, Чебышева, Гаусса, Кэуэра). Общее представление об основных характеристиках фильтров (полосах, передаточной функции) |
| 3.08               | Защита от наложения спектров                                 |           | •  | •   | •  |   | Общее представление о требованиях к фильтру защиты от наложения спектров  | Понимание требований к фильтрам с наложением и без наложения спектров   | Общее понимание требований к проектированию фильтров защиты от наложения спектров  |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                                       | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |   |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|---|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV  |
| 3.09               | Ширина полосы, разрешение                          |           | •  | •   | •  |                                 | Общие представления о ширине полосового фильтра, разрешении БПФ, длительности сигнала, разрешении линий спектра, длительности выборки анализатора, длительности выборки для БПФ | Понимание понятий разрешения по частоте, искажений, расчетов параметров выборки                  | Понимание понятий шума, случайной вибрации, передаточных характеристик цепи   |
| 3.10               | Подавление шума                                    |           | •  | •   | •  |                                 | Общие представления о методах фильтрации и усреднения для подавления шума   | Понимание требований к подавлению шума. Аналоговая и цифровая фильтрация                         | Понимание и умение применять методы подавления шума (уменьшение разрешения по частоте, синхронное усреднение, выбор средств измерения с низким уровнем собственных шумов) |
| 3.11               | Усреднение: линейное, синхронное, экспоненциальное |           | •  | •   | •  |                                 | Общие представления об усреднении в частотной области   | Понимание линейного усреднения и синхронного накопления сигнала. Усреднение наложенных колебаний | Понимание понятия скользящей средней сигнала  |
| 3.12               | Динамический диапазон                              |           | •  | •   | •  |                                 | Общие представления о динамическом диапазоне  | Понимание требований к динамическому диапазону   | Умение выполнять расчеты динамического диапазона  |
| 3.13               | Отношение сигнал/шум                               |           |    |     | •  |                                 |   |  | Общие представления о методах определения отношения сигнал/шум и установлении требований к этому отношению  |
| 3.14               | Спектральные диаграммы                             |           |    | •   | •  |                                 |   | Общие представления о каскадном спектре (частота вращения ротора, резонансные частоты)           | Представления о каскадном спектре, диаграмме Кэмбелла, спектрограммах   |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |  |   |  |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---------------------------------|--|---|--|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II   | Категория III   | Категория IV   |
| 4                  | Контроль состояния                                      | 2         | 4  | 3   | 1  |                                 |  |   |  |
| 4.01               | Создание и ведение компьютерной базы данных             |           |    | •   |    |                                 |  | Процедуры установления параметров измерений, мест измерений и частот измерений. Обслуживание компьютерной базы данных   |  |
| 4.02               | Выбор объектов контроля                                 |           | •  |     |    |                                 | Умение провести обследование оборудования и установить требования к контролю                 |   |  |
| 4.03               | Составление программы контроля                          |           | •  | •   | •  |                                 | Умение установить программу вибрационного контроля в соответствии с ИСО 17359 и ИСО 13373    | Ознакомление со стандартами на методы вибрационного анализа и контроля, включая ИСО 17359 и ИСО 13373, и умение выполнить анализ видов и последствий отказов для установления требований к программе контроля | Ознакомление со стандартами на методы вибрационного анализа и контроля и умение сформулировать задание и выполнять анализ видов и последствий отказов для установления требований к программе контроля |
| 4.04               | Установка уровня предупреждения; в узких полосах частот |           |    | •   |    |                                 |  | Умение оценивать вибрационные состояния с применением соответствующих стандартов, устанавливать и применять пределы предупреждения в полосах частот   |  |
| 4.05               | Установка базового уровня, отслеживание изменений       |           | •  | •   |    |                                 | Определение базового уровня, в том числе по ИСО 10816, ИСО 7919, ИСО 14694, ИСО 8528-9 и др. | Умение устанавливать базовый уровень с применением соответствующих стандартов   |  |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема   | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем  |   |  |  |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|--|---|--|--|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I  | Категория II  | Категория III  | Категория IV   |
| 4.06               | Планирование мониторинга   |           | •  | •   |    |  | Умение устанавливать процедуры планового вибрационного контроля оборудования  | Умение устанавливать оптимальные процедуры планового вибрационного контроля  |  |
| 4.07               | Альтернативные методы анализа: анализ масла, инфракрасная термография, контроль параметров тока электродвигателя, метод акустической эмиссии |           |    | •   | •  |  |   | Общие представления об альтернативных методах анализа: термографии, методе акустической эмиссии, ультразвуковом контроле, анализе смазки и частиц износа, контроле параметров тока | Представление о контроле состояния рабочих машин. Контроль состояния подшипников |
| 4.08               | Выявление неисправного состояния   | •         | •  |     |    | Представление о заданных условиях неисправности (дисбаланс, несоосность, ослабление соединений, шум и повреждение подшипников) | Углубленное понимание возможных условий неисправности (дисбаланс, несоосность, ослабление соединений, шум и повреждение подшипников, повреждение зубьев, неисправности статора и стержня ротора, неисправности приводных ремней, резонансы) |  |  |
| 5                  | Анализ неисправностей  | 4         | 5  | 6   | 6  |  |   |  |  |
| 5.01               | Спектральный анализ, гармоники, боковые полосы   |           | •  | •   | •  |  | Представление о гармониках, боковых полосах и шумовом фоне в спектре. Понятие огибающей спектра   | Понимание природы гармонических составляющих и боковых полос в спектре, понятий модуляции и шума, октавных полос   | Понимание принципов спектрального анализа, анализа в октавных полосах частот     |
| 5.02               | Анализ временной формы сигнала   |           | •  | •   | •  |  | Понимание принципов использования временной формы сигнала для анализа   | Представление о трендах в временной выборке, длительности выборки для различных практических задач   | Умение проводить анализ временного сигнала для различных практических задач      |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                          | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |  |  |   |
|--------------------|---------------------------------------|-----------|----|-----|----|---------------------------------|--|--|---|
|                    |                                       | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II   | Категория III  | Категория IV  |
| 5.03               | Анализ фазы                           |           | •  | •   | •  |                                 | Представление об использовании фазы сигнала в целях анализа  | Понимание основных методов анализа временных сигналов. Умение использовать информацию о фазе сигнала для подтверждения несомности, наличия статического и динамического дисбаланса. Построение диаграмм Боде и Найквиста | Применение анализа временных форм сигнала для обнаружения неисправностей машины. Фазовый анализ вибрации элементов конструкций, модальный анализ. Отклик систем и конструкций |
| 5.04               | Анализ переходных процессов           |           |    | •   | •  |                                 |  | Диаграмма выбега (диаграмма Боде)  | Понимание методов анализа вибрации при изменяющейся частоте сигнала, анализа сигнала при выбеге   |
| 5.05               | Анализ траекторий движения точки      |           | •  | •   | •  |                                 | Основные понятия анализа за орбит  | Понимание связи формы орбиты с возможными неисправностями машины. Понимание отличия орбит для отфильтрованного и неотфильтрованного сигнала. Понимание процедур спаживания орбит   | Понимание методов анализа орбит движения точки, резонансов вала, неустойчивости движения вала на слов масла, применения диаграмм Найквиста                                    |
| 5.06               | Анализ данных о положении центра вала |           | •  | •   | •  |                                 | Понятие диаграммы положений центра вала  | Понимание данных диаграммы положений центра вала   | Умение интерпретировать данные диаграммы положений центра вала  |
| 5.07               | Анализ отгибаний                      |           | •  | •   | •  |                                 | Понимание возможностей применения данных об отгибании сигнала                                      | Понимание методов анализа за отгибаний и методов сбора данных для правильного выделения отгибаний  | Понимание процедур демодуляции сигнала и требований к ним   |
| 5.08               | Дисбаланс                             |           | •  | •   |    |                                 | Представление о статическом и динамическом дисбалансе, остаточном дисбалансе, начальном дисбалансе | Представление о подвижности машины к росту дисбаланса и чувствительности к дисбалансу, погрешностям балансировки, источниках дисбаланса  |   |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                                 | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |  |  |   |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|---------------------------------|--|--|---|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II   | Категория III  | Категория IV  |
| 5.09               | Дефекты сопряжений                           |           | •  | •   |    |                                 | Общее представление о допусках на несоосность, влиянии несоосности на вид спектра БПФ и временной сигнал   | Понимание природы несоосности и методов обнаружения несоосности по спектральной и временной формам сигнала. Понимание требований к несоосности и допусков на несоосность |   |
| 5.10               | Ослабление соединений                        |           | •  | •   |    |                                 | Общее представление о влиянии ослаблений на спектр БПФ и временной сигнал  | Понимание природы ослаблений в соединениях и методов их обнаружения по спектральной и временной формам сигнала   |   |
| 5.11               | Трущиеся части, потеря устойчивости          |           |    | •   | •  |                                 |  | Понимание источников жонкта поверхностей, его влияния на вибрацию и методов обнаружения по спектральной и временной формам сигнала                                       | Понимание действия источников неустойчивости процесса |
| 5.12               | Дефекты подшипников: элементы качения, цапфы |           | •  | •   |    |                                 | Дефекты элементов подшипников качения, шум подшипников, удары в подшипниках, повреждение подшипников, частоты перекатывания тел качения по внутреннему и наружному кольцу, частота вращения тел качения, основная частота следования импульсов. Временной сигнал и огибающая. Понятие прецессии вала. Представления о связи дефектов подшипника с видом спектра и временного сигнала | Задания в подшипниках скольжения, субгармоническая вибрация. Понимание динамики прецессии вала и методов ее снижения   |   |

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                                  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем   |  |   |  |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---|--|---|--|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I   | Категория II   | Категория III   | Категория IV   |
| 5.13               | Дефекты электрических машин                   |           | •  | •   | •  |   | Понятия частоты сети и полюсов асинхронного электродвигателя. Анализ характерных частот статора и ротора   | Привод с переменной скоростью вращения, широтно-импульсная модуляция. Приводы асинхронного и синхронного двигателей | Температурные эффекты. Приводы от двигателей постоянного тока  |
| 5.14               | Вибрация, вызванная потоком жидкости или газа |           |    | •   | •  |   |  | Представление и общие понятия о природе кавитации. Вращающийся срыв потока  | Понимание природы вращающегося срыва, пульсации  |
| 5.15               | Анализ дефектов зубчатых передач              |           | •  | •   |    |   | Представление о зубовой частоте и ее боковых полосах в БПФ-спектре, модуляции временного сигнала. Применение метода де-модуляции (выделения огибающей) | Усреднение во временной области. Зубовые частоты и их боковые полосы. Понимание природы огибающей                   |  |
| 5.16               | Резонанс и критические скорости               |           | •  | •   | •  |   | Резонанс и критические скорости вращения жесткого ротора (система с одной степенью свободы)  | Резонанс и критические скорости вращения гибкого ротора (система с двумя степенями свободы)                         | Резонанс и критические скорости вращения гибкого ротора (система с несколькими степенями свободы)  |
| 5.17               | Турбомашины                                   |           |    | •   | •  |   |  | Понимание явлений прецессии вала, заедания ротора, несоосностей, влияния рабочего процесса                          | Понимание всех неисправностей турбомашин (прецессия вала, вибрация масляного клина, протит и коррозия вала, дисбаланс, несоосность, заедания ротора) |
| 5.18               | Распознавание основных неисправностей         | •         |    |     |    | Распознавание характерных частот неисправностей в БПФ-спектре и по временно-му сигналу (дисбаланс, ослабление в соединениях, несоосность, шум и повреждение подшипника). Общие представления о резонансе и фазе сигнала |  |   |  |



Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема             | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |   |
|--------------------|--------------------------|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|---|
|                    |                          | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV  |
| 6                  | Корректирующие действия  | 2         | 4  | 6   | 16 |                                 |   |  |   |
| 6.01               | Центровка валов          |           | •  | •   |    |                                 | Понятие центровки валов, допусков на несоосность  | Понимание требований к допускам на несоосность (например, в зависимости от скорости вращения ротора)   |   |
| 6.02               | Балансировка на месте    |           | •  | •   | •  |                                 | Понимание принципов односторонней балансировки жестких роторов с использованием и без использования информации о фазе сигнала. Умение применять требования к качеству балансировки и допустимому остаточному дисбалансу. Понимание применения пробных грузов при балансировке | Понимание принципов балансировки жестких роторов в двух плоскостях с использованием информации о фазе сигнала. Понимание статического и динамического момента дисбаланса, главного момента дисбаланса, балансировки на станке, погрешностей балансировки | Понимание требований к балансировке гибких роторов, применение методов анализа фаз и модального анализа. Знание стандартов в области балансировки |
| 6.03               | Замена деталей машин     |           |    | •   |    |                                 |   | Общие представления о требованиях к замене деталей машин на основе сопоставления с допускаемыми значениями дисбаланса и несоосности  |   |
| 6.04               | Изменение условий потока |           |    | •   | •  |                                 |   | Понимание соотношения между давлением и скоростью потока, условий возникновения кавитации  | Понимание влияния трубопровода или воздухопровода на условия движения жидкости или газа   |
| 6.05               | Изоляция и демпфирование |           |    | •   | •  |                                 |   | Понимание требований к изоляторам для разных практических задач  | Понимание требований к изоляторам и их расчет   |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                                      | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем   |   |   |  |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---|---|---|--|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I   | Категория II  | Категория III   | Категория IV   |
| 6.06               | Отстройка от резонансов                           |           |    | •   | •  |   |   | Знание методов подавления или ослабления резонансов (перераспределение масс, изменение жесткости, изменение частоты возбуждения)  | Понимание принципов работы динамических гасителей вибрации. Применение виброизоляторов и демпферов |
| 6.07               | Основные мероприятия по техническому обслуживанию | •         | •  | •   |    | Общее представление о простых мероприятиях по техническому обслуживанию для устранения или уменьшения негативных эффектов неисправностей (смазка, центровка валов)  | Знание различных реакций машины на мероприятия по устранению неисправностей (замену узлов, смазку, балансировку в одной или двух плоскостях, центровку, подавление резонанса)   | Знание методов устранения неисправностей (замену узлов, балансировку, центровку, подавление дисбаланса, внесение изменений в конструкцию машины)  |  |
| 7                  | Машинное обслуживание                             | 6         | 4  | 4   | —  |   |   |   |  |
| 7.01               | Электроприводы, генераторы и приводы              | •         | •  | •   |    | Общее представление об асинхронных электродвигателях и их неисправностях (шум и повреждение в подшипниках, дисбаланс, ослабление в соединениях, несососность)       | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816-1, ИСО 10816-3) для контроля асинхронных электродвигателей и генераторов. Представление о расчетах крутящего момента, роторных и статических частот, гармоник привода с переменной скоростью вращения, частоты скольжения | Знание конструкции двигателей переменного и постоянного тока, ветровых турбогенераторов и соответствующих стандартов  |  |
| 7.02               | Насосы, вентиляторы                               | •         | •  | •   |    | Общее представление о насосных и вентиляционных установках и их неисправностях (шум и повреждение в подшипниках, дисбаланс, ослабление в соединениях, несососность) | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816-8 для насосов и ИСО 14694 для вентиляторов). Представление об утечках, кавитации, субгармонической вибрации, эксцентриситете крыльчатки, условиях потока жидкости   | Уплотнения в насосах. Основные принципы конструкции, установки и работы насосов. Понимание условий вращающихся слоев потока, конструкции и узлов ветряных турбогенераторов. Знание соответствующих стандартов и технических условий, в том числе основных международных и зарубежных национальных (ИСО, VDI, API) |  |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема   | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем                            |   |  |              |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|--|---|--|--------------|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I  | Категория II  | Категория III  | Категория IV |
| 7.03               | Паровые и газовые турбины  |           | •  | •   |    |  | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816, ИСО 7919). Набор основных видов неисправностей: дисбаланс, ослабления в соединениях, несососность, прецессия ротора, заедания ротора | Установка и калибровка бесконтактных датчиков вибрации, установка уровней предупреждения, температурная асимметрия ротора и опоры. Срыв вакуума в конденсаторе, прогиб и коробление вала, прецессия вала, вибрация масляного клина, заедания ротора. Знание соответствующих стандартов и технических условий, в том числе основных международных и зарубежных организаций по стандартизации (ИСО, API) |              |
| 7.04               | Компрессоры  | •         | •  | •   |    | Общее представление о центробежных и винтовых компрессорах | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816, ИСО 7919). Вращающиеся части компрессора, характерные частоты компрессора (частота насадки, гармоничные частоты вращения ротора)     | Конструкция роторных и поршневых компрессоров, характерные частоты компрессора. Влияние на вибрацию условий работы компрессора. Знание соответствующих стандартов, в том числе основных международных и зарубежных организаций по стандартизации (ИСО, API)  |              |
| 7.05               | Машины возвратно-поступательного действия                                      |           | •  | •   |    |  | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816-6, ИСО 8528-9)  | Динамика поршневых машин, стандарты на первичную и вторичную балансировку узлов машин (ИСО, VDI)   |              |
| 7.06               | Прокатные станы, бумагоделательные машины, другое технологическое оборудование | •         | •  | •   |    | Общее представление о машинах данного вида                 | Знание узлов машин, их характерных неисправностей, возможностей доступа для контроля и устранения неисправностей  | Проведение измерений на бумагоделательных машинах  |              |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема             | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем                   |   |  |              |
|--------------------|--------------------------|-----------|----|-----|----|---|---|--|--------------|
|                    |                          | I         | II | III | IV | Категория I                                       | Категория II  | Категория III  | Категория IV |
| 7.07               | Станки                   | •         | •  | •   |    | Общее представление о машинах данного вида        | Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816-3). Использование величин скорости и перемещения для анализа вибрации   | Акустическая эмиссия при обработке материалов. Обработка материалов с контролем по крутящему моменту резания   |              |
| 7.08               | Сооружения, трубопроводы | •         | •  | •   |    | Общее представление о резонансах конструкций      | Резонансы, собственные частоты вибрации конструкций   | Вибрация и усталостные повреждения трубопроводов   |              |
| 7.09               | Коробки передач          | •         | •  | •   |    | Общее представление о простых зубчатых механизмах | Расчеты скорости вращения вала и зубцовых частот. Влияние несоосности валов и свободного хода передачи на вибрацию механизма. Применение величин ускорения, скорости, перемещения и отклонения для анализа вибрации | Зубчатые передачи сложной конфигурации, планетарная передача, многоступенчатая передача. Применение спектральных и временных параметров ускорения, перемещения и отклонения при анализе вибрации |              |
| 7.10               | Подшипники качения       |           | •  | •   |    |   | Характерные подшипниковые частоты, шум и удары в подшипнике, определение пик-фактора  | Выделение отбояющей сигнала, применение коэффициента эксцесса при анализе вибрации   |              |
| 7.11               | Подшипники скольжения    |           | •  | •   |    |   | Бесконтактный датчик вибрации, механические биения, датчик скорости сейсмического типа, устройства интегрирования сигнала акселерометра, частотный диапазон преобразователей вибрации                               | Представление об эффектах прерывистости вала на масляном клине, вибрации масляного клина, расходе смазочного материала и давлении в нем. Методы компенсации биения вала                          |              |
| 7.12               | Зубчатые механизмы       |           | •  | •   |    |   | Расчеты скорости вращения вала и зубцовой частоты   | Знание видов и конструкций зубчатых механизмов (ведущая шестерня, косозубая шестерня, шевронная шестерня, ведомая коническая шестерня, планетарная шестерня)                                     |              |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем  |  |  |  |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|--|--|--|--|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I  | Категория II   | Категория III  | Категория IV   |
| 7.13               | Муфты, ремни  |           | •  | •   |    |  | Расчет частоты вращения ремня, влияние натяжения ремня на вибрацию, зубчатый ремень    |  |  |
| 8                  | Приемочные испытания                                | 2         | 2  | 2   | —  |  |  |  |  |
| 8.01               | Метод испытаний                                     | •         | •  |     |    | Умение применять заданные методы испытаний, знание требований безопасности | Применение методов испытаний   |  |  |
| 8.02               | Технические условия и стандарты                     |           | •  | •   |    |  | Знание соответствующих стандартов и зон вибрационного состояния                        | Понимание условий применимости соответствующих стандартов, способов установки и интерпретирования зон вибрационного состояния. Разработка методов испытаний  |  |
| 8.03               | Составление отчетов                                 |           | •  | •   |    |  | Подготовка отчетов о приемочных испытаниях   | Управление приемочными испытаниями   |  |
| 9                  | Испытания обслуживания и диагностика                | —         | 2  | 4   | 4  |  |  |  |  |
| 9.01               | Испытания на удар                                   |           | •  | •   | •  |  | Способность проводить испытания на удар (без определения фазочастотной характеристики) | Способность проводить испытания на удар в целях модального анализа (с определением фазочастотной характеристики)   | Понимание методов испытаний на удар с учетом без учета фазы отклика. Способность оценить возбужденные моды конструкции   |
| 9.02               | Испытания с воспроизведенным вынужденным колебанием |           | •  | •   | •  |  | Общие представления об испытаниях с воспроизведением вибрации                          | Способность проводить испытания на вибрацию с использованием вибростендов. Определение подвижности, податливости, ускоряемости, коэффициента передачи, передаточной функции, подвижности, податливости, ускоряемости | Понимание принципов испытаний на вибрацию с использованием вибростендов. Использование понятий когерентности, коэффициента передачи, передаточной функции, подвижности, податливости, ускоряемости |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                   | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |  |
|--------------------|--------------------------------|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|--|
|                    |                                | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV   |
| 9.03               | Анализ переходных процессов    |           |    | •   | •  |                                 |   | Способность получать диаграммы процесса выбега во временной и частотной областях | Способность определять вид графического представления процесса выбега и получать соответствующие диаграммы |
| 9.04               | Передающие функции             |           |    | •   | •  |                                 |   | Общие представления о передаточной функции, когерентности                        | Передающая функция, вход и выход системы, применение диаграммы Найквиста                                   |
| 9.05               | Оценка демпфирования           |           |    |     | •  |                                 |   |  | Оценка демпфирования, испытания виброизоляторов с получением частотной характеристикой                     |
| 9.06               | Соотношения фаз, когерентность |           |    | •   | •  |                                 |   | Общие представления о взаимном влиянии каналов, когерентности                    | Взаимное влияние каналов, когерентность  |
| 9.07               | Формы изгибных колебаний       |           |    | •   | •  |                                 |   | Общие представления о применении данных о форме изгибных колебаний               | Понимание принципов модального анализа, динамики отклика конструкции, возбуждения                          |
| 9.08               | Модальный анализ               |           |    | •   | •  |                                 |   | Общие представления о модальном анализе  | Понимание условий применения разных методов модального анализа, определение отклика конструкции            |
| 9.09               | Крутильные колебания           |           |    |     | •  |                                 |   |  | Знание ИСО 22266-1   |
| 10                 | Ссылочные стандарты            | —         | 2  | 2   | 2  |                                 |   |  |  |
| 10.01              | ИСО                            |           | •  | •   | •  |                                 | Знание стандартов, указанных в таблице В.1 для категории I и II | Знание стандартов, указанных в таблице В.1 для категории III                     | Знание стандартов, указанных в таблице В.1 для категории IV  |
| 10.02              | МЭК                            |           | •  | •   | •  |                                 | Знание ссылочных стандартов МЭК в ИСО 17359                     | Знание ссылочных стандартов МЭК в ИСО 17359                                      | Знание ссылочных стандартов МЭК в ИСО 17359  |

Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема                             | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |  |
|--------------------|--|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|--|
|                    |  | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV   |
| 10.03              | Национальные стандарты                   |           | •  | •   | •  |                                 | Знание соответствующих стандартов VDI, API  | Знание соответствующих стандартов VDI, API   | Знание соответствующих стандартов VDI, API   |
| 11                 | Составление отчетов и документация       | –         | 2  | 2   | 4  |                                 |   |  |  |
| 11.01              | Отчет по результатам контроля состояния  |           | •  | •   |    |                                 | Умение составлять отчет по результатам вибрационного контроля состояния. Передача данных в историю эксплуатации машины  | Управление составлением отчета по результатам вибрационного контроля состояния   |  |
| 11.02              | Отчет по результатам диагностирования    |           | •  | •   | •  |                                 | Составление отчета с анализом процедур планового вибрационного мониторинга, охрупчиванием результатов, оценкой трендов, включением спектров сигналов и временных реализаций, предложением рекомендаций. Передача данных в историю эксплуатации машины | Управление составлением отчета по результатам диагностирования. Способность проводить анализ причинно-следственных связей, исследование отклонений с составлением отчета | Способность проводить углубленный анализ причин неисправностей, определять формат представления результатов анализа. Способность проводить экспертизу работ по вибрационному анализу машин |
| 12                 | Определение степени развития повреждения | –         | 2  | 2   | 3  |                                 |   |  |  |
| 12.01              | Спектральный анализ                      |           | •  | •   | •  |                                 | Дефекты стержней ротора и статора; зубцовые частоты и их боковые полюсы   | Диаграмма Боды, дефекты стержней ротора и статора, зубцовые частоты и их боковые полюсы  | Вращающийся аэродинамический срыв; суммарные и разностные частоты  |



Продолжение таблицы А.2

| Номер темы/подтемы | Тема/Подтема  | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |   |  |  |
|--------------------|---|-----------|----|-----|----|---------------------------------|---|--|--|
|                    |   | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II  | Категория III  | Категория IV   |
| 12.02              | Анализ временной формы сигнала, анализ орбит                              |           | •  | •   | •  |                                 | Представление об анализе во временной области. Представление о пик-факторе процесса   | Представление об анализе во временной области. Представление о пик-факторе процесса. Распознавание проявления основных видов неисправностей (дисбаланса, ослабления в соединении, несоосности, пресцессии и задевания ротора) в формах орбит | Применение углубленного анализа орбит движения вала и их связей с неисправностями: дисбалансом, ослаблениями в соединениях, несоосностью валов, пресцессией ротора, вибрацией масляного клина, резонансами, критическими скоростями вращения вала, задеваниями (включая развивающимися по схеме Нью-мирка), температурными эффектами |
| 12.03              | Уровни вибрации: общий, в узкой полосе частот, гармонических составляющих |           | •  | •   |    |                                 | Способность применять уровни предупреждения, установленные для параметров широкополосной вибрации, вибрации в полосах частот и отдельных частотных составляющих | Понимание требований к установлению уровней предупреждения для параметров широкогополосной вибрации, вибрации в полосах частот и отдельных частотных составляющих. Умение определять и устанавливать уровни предупреждения и останова        |  |
| 12.04              | Диаграммы границ состояний, графики и формулы                             |           | •  | •   | •  |                                 | Применение критериев вибрации по ИСО 10816, ИСО 7919, ИСО 8528-9, ИСО 14694 и другим стандартам   | Знание стандартов, в которых установлены контролируемые параметры и критерии оценки вибрационного состояния машин разных видов. Умение проводить простой статистический анализ данных по случаям появления сигналов предупреждения           | Применение стандартов, в которых установлены контролируемые параметры и критерии оценки вибрационного состояния машин разных видов, стандарты контроля вибрационного состояния. Умение проводить анализ систем контроля и предупреждения, выполнять расширенный статистический анализ данных контроля состояния                      |

Продолжение таблицы А.2

| Номер<br>темы/<br>подтемы | Тема/Подтема                             | Категория |    |     |    |  | Рекомендуемое содержание подтем |              |               |   |
|---------------------------|--|-----------|----|-----|----|--|---------------------------------|--------------|---------------|---|
|                           |  | I         | II | III | IV |  | Категория I                     | Категория II | Категория III | Категория IV  |
| 13                        | Динамика системы<br>«ротор — подшипники» | —         | —  | —   | 14 |  |                                 |              |               |   |
| 13.01                     | Характеристики ротора                    |           |    |     | •  |  |                                 |              |               | Понимание конструкции и характеристик роторов паровых и газовых турбин. Представление об отливке системы «ротор — опора», видах отказов, характерных частотах, рабочих характеристиках, влиянии смазки                        |
| 13.02                     | Характеристики подшипников               |           |    |     | •  |  |                                 |              |               | Понимание конструкции и характеристик подшипников качения, скольжения, магнитных опор. Представление о видах отказов подшипников, их геометрии и характерных частотах, сроках службы, рабочих характеристиках, влиянии смазки |

Окончание таблицы А.2

| Номер темы/подтемы  | Тема/Подтема        | Категория |    |     |    | Рекомендуемое содержание подтем |              |               |   |
|---|---------------------|-----------|----|-----|----|---------------------------------|--------------|---------------|---|
|   |                     | I         | II | III | IV | Категория I                     | Категория II | Категория III | Категория IV  |
| 13.03   | Балансировка ротора |           |    |     | •  |                                 |              |               | Понимание требований и методов балансировки жестких и гибких роторов с использованием и без использования данных о фазе сигнала. Балансировка по модам вибродиагностики. Знание стандартов в области балансировки |
| <p>Примечание 1 — Значок «•» указывает, что данный вопрос должен быть рассмотрен в рамках выделенного учебного времени.</p> <p>Примечание 2 — Категория II включает в себя знания Категории I, Категория III включает в себя знания Категорий I и II, Категория IV включает в себя знания всех низших категорий.</p> <p>Примечание 3 — Если значки «•» указаны для нескольких категорий одного вопроса, это означает, что для категории более высокого уровня знания, полученные на предшествующем уровне, должны быть углублены.</p> |                     |           |    |     |    |                                 |              |               |   |

**Приложение В**  
**(обязательное)**

**Международные стандарты в области вибрационного контроля состояния  
и диагностики машин**

Таблица В.1

| Стандарты ИСО  | Категория |    |     |    |
|--|-----------|----|-----|----|
|  | I         | II | III | IV |
| ИСО 1925 Вибрация. Балансировка. Словарь   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 1940-1 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 2017-1 Вибрация и удар. Изоляторы. Часть 1. Применение систем изоляции источника и приемника вибрации  |           |    |     | *  |
| ИСО 2041 Вибрация, удар и контроль состояния. Словарь  |           | *  | *   | *  |
| ИСО 2954 Вибрация машин вращательного и возвратно-поступательного действия. Требования к средствам измерений для оценки вибрационного состояния  |           |    |     | *  |
| ИСО 5348 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров  |           | *  | *   | *  |
| ИСО 7919-1 Вибрация машин без возвратно-поступательного движения. Измерения на вращающихся валах и критерии оценки состояния. Часть 1. Общее руководство   | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 7919-2 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин <sup>-1</sup>            |           | *  | *   | *  |
| ИСО 7919-3 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 3. Промышленные машинные агрегаты  |           | *  | *   | *  |
| ИСО 7919-4 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 4. Газотурбинные установки с гидродинамическими подшипниками   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 7919-5 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 5. Агрегаты гидроэлектростанций и насосных станций   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 8528-9 Генераторы переменного тока с приводом от двигателей внутреннего сгорания. Часть 9. Измерения и оценка вибрации   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-1 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общее руководство   | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-2 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин <sup>-1</sup>        |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-3 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью свыше 15 кВт и номинальной скоростью вращения от 120 до 15000 мин <sup>-1</sup> на месте их установки |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-4 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 4. Газотурбинные установки с гидродинамическими подшипниками   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-5 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 5. Агрегаты гидроэлектростанций и насосных станций   |           | *  | *   | *  |

| Стандарты ИСО  | Категория |    |     |    |
|--|-----------|----|-----|----|
|  | I         | II | III | IV |
| ИСО 10816-6 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 6. Машины возвратно-поступательного действия номинальной мощностью свыше 100 кВт |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-7 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 7. Насосы динамические промышленные, включая измерения на вращающихся валах      |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10816-8 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 8. Поршневые компрессорные системы   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 10817-1 Системы измерений вибрации вращающихся валов. Часть 1. Устройства для снятия сигналов относительной и абсолютной вибрации в радиальном направлении                                 |           |    | *   | *  |
| ИСО 11342 Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов  |           |    |     | *  |
| ИСО 13372 Контроль состояния и диагностика машин. Словарь  | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 13373-1 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы   | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 13373-2 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерений вибрации                           |           | *  | *   | *  |
| ИСО 13374-1 Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 1. Общее руководство   |           | *  | *   | *  |
| ИСО 13379-1 Контроль состояния и диагностика машин. Методы интерпретации данных и диагностирования. Часть 1. Общее руководство   |           |    | *   | *  |
| ИСО 14694 Вентиляторы промышленные. Требования к качеству балансировки и уровням вибрации  | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 14695 Вентиляторы промышленные. Методы измерений вибрации  |           |    | *   | *  |
| ИСО 17359 Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство  | *         | *  | *   | *  |
| ИСО 18431-1 Вибрация и удар. Обработка сигналов. Часть 1. Общие положения  |           | *  | *   | *  |
| ИСО 18431-2 Вибрация и удар. Обработка сигналов. Часть 2. Временные окна для Фурье-анализа сигналов  |           | *  | *   | *  |
| ИСО 18436-1 Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки                                  |           |    |     | *  |
| ИСО 18436-3 Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 3. Требования к учебным организациям и процессу обучения                               |           |    |     | *  |
| ИСО 19499 Вибрация. Балансировка. Руководство по применению стандартов в области балансировки  |           |    |     | *  |
| ИСО 21940-13 Вибрация. Балансировка роторов. Критерии и меры безопасности при балансировке на месте роторов больших и крупных размеров   |           |    |     | *  |
| ИСО 21940-14 Вибрация. Балансировка роторов. Методы оценки погрешностей балансировки   |           |    | *   | *  |
| Примечание — значок «*» указывает, что данный международный стандарт следует использовать при подготовке специалиста данной категории.   |           |    |     |    |

**Приложение ДА**  
**(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов  
национальным стандартам Российской Федерации**

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта   | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта   |
|---|----------------------|---|
| ИСО 1925  | —                    | *   |
| ИСО 2041  | IDT                  | ГОСТ Р ИСО 2041–2012 «Вибрация, удар и контроль технического состояния. Термины и определения»  |
| ИСО 13372   | IDT                  | ГОСТ Р ИСО 13372–2013 «Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения»   |
| ИСО 18436-1   | IDT                  | ГОСТ Р ИСО 18436-1–2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки» |
| <p>* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.</p> <p>Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:</p> <p>- IDT — идентичные стандарты.</p> |                      |   |

## Библиография

- [1] ISO 7626-1, Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 1: Basic terms and definitions, and transducer specifications
- [2] ISO 7626-2, Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter
- [3] ISO 7626-5, Vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 5: Measurements using impact excitation with an exciter which is not attached to the structure
- [4] ISO 8579-2, Acceptance code for gears — Part 2: Determination of mechanical vibrations of gear units during acceptance testing
- [5] ISO 20283-2, Mechanical vibration — Measurement of vibration on ships — Part 2: Measurement of structural vibration
- [6] ISO 21940-32, Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 32: Shaft and fitment key convention
- [7] Crawford A.R., & Crawford S. The simplified handbook of vibration analysis: Vol. 1, Introduction to vibration analysis; Vol. 2, Applied vibration analysis. Knoxville, TN: Computational Systems, 1992. 175 p.; 344 p.
- [8] Ehrich F.F. ed. Handbook of rotordynamics. Malabar, FL: Kreiger, 2004, 480 p.
- [9] Eisenmann R.C. S. r., & Eisenmann R.C. Jr. Machinery malfunction diagnosis and correction: Vibration analysis and troubleshooting for the process industries. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998, 817 p.
- [10] Eshleman R.L., & Nagle-Eshleman J. Basic machinery vibrations: An introduction to machine testing, analysis, and monitoring. Clarendon Hills, IL: VIPress, 1999
- [11] Ewins D.J. Modal testing: Theory, practice, and application. Baldock: Research Studies Press, 2nd edition, 2000. 562 p. (Mechanical Engineering Research Studies, Vol. 10.)
- [12] McConnell K.G., & Varoto P.S. Vibration testing: Theory and practice. Hoboken, N.J.: Wiley, Second Edition, 2008, 652 p.
- [13] Mills S.R.W. Vibration monitoring and analysis handbook. Northampton: British Institute of Non-Destructive Testing, 2010, 326 p.
- [14] Mitchell J.S. Introduction to machinery analysis and monitoring. Tulsa, OK: PennWell, Second Edition, 1993, 566 p.
- [15] Piersol A.G., & Paez T.L. eds. Harris' shock and vibration handbook. New York, NY: McGraw-Hill, 2010
- [16] Piotrowski J. Shaft alignment handbook. Boca Raton, FL: CRC, Third Edition, 2007, 800 p.
- [17] Randall R.B. Vibration-based condition monitoring. Chichester: Wiley, 2011, 308 p.
- [18] Taylor J.I. The gear analysis handbook: A practical guide for solving vibration problems in gears. Tampa, FL: VCI, 2000, 256 p.
- [19] Taylor J.I. The vibration analysis handbook: A practical guide for solving rotating machinery problems. Tampa, FL: VCI, 2003, 375 p.
- [20] Williams J.H., Davies A., & Drake P.R. Condition-based maintenance and machine diagnostics. London: Chapman & Hall, 1994, 187 p.
- [21] Wowk V. Machinery vibration: Measurement and analysis. New York, NY: McGraw-Hill, 1991, 358 p.
- [22] Неразрушающий контроль: Справочник: в 7 т./Под общ. ред. В.В.Клюева/Т.7. Книга 2. Вибродиагностика. — М.: Машиностроение, 2005
- [23] Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. — СПб.: Изд. центр СПбГМУ, 2000. — 169 с.
- [24] Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. — М.: Машиностроение, 2000. — 344 с.
- [25] Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учеб. пособие. — СПб.: СПбГМУ, 2004. — 156 с.
- [26] Карасев В.А., Ройтман А.Б. Доводка эксплуатируемых машин, Вибродиагностические методы. — М.: Машиностроение, 1986. — 192 с.
- [27] Русов В. А. Спектральная вибродиагностика: Методическое пособие/Пермь, 1996. — 174 с.
- [28] Костюков В.Н., Науменко А.П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: Учеб. пособие/ Под ред. В.Н. Костюкова. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. — 378 с.
- [29] Вибродиагностика / Под ред. Г.Ш. Розенберга. СПб.: ПЭИПК, 2003. — 284 с.
- [30] ГОСТ 32106—2013 Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосов и компрессорных агрегатов
- [31] ГОСТ Р 56233—2014 Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация стационарных поршневых компрессоров



---

УДК 534.322.3.08:006.354ОКС 03.100.30  
17.160

Ключевые слова: персонал, оценка компетентности, обучение, экзамены, вибрационный контроль состояния, вибрационная диагностика, машины, квалификационные категории

---

Редактор Л.Б. Базякина  
Корректор Ю.М. Прокофьева  
Компьютерная верстка А.С. Самарина

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60х84<sup>1/8</sup>.  
Усл. печ. л. 4,65. Тираж 34 экз. Зак. 203.

Подготовлена на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)