



**Частное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Центр обучения диагностике инфраструктуры железных дорог»
ЧОУ ДПО «ДИАГНОСТИКА ИЖД»
Лицензия 78ЛОЗ №0002364 от 30.08.2018**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ЧОУ ДПО «ДИАГНОСТИКА
ИЖД», докт. технич. наук

_____ **Марков А.А.**

_____ 2018 г.

М.п.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

(Программа повышения квалификации)

**Эксплуатация и техническое обслуживание дефектоскопов
типа «АВИКОН». Основы расшифровки дефектограмм**

Санкт-Петербург
2018

1. Цели обучения

1.1. Программа повышения квалификации «**Эксплуатация и техническое обслуживание дефектоскопов типа «АВИКОН». Основы расшифровки дефектограмм**» направлена на совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности операторов и наладчиков съемных дефектоскопных тележек, предназначенных для контроля рельсов на сети железных дорог ОАО «РЖД».

1.2. Целями обучения являются:

- совершенствование компетенции специалистов по диагностике рельсов ОАО «РЖД» с целью повышения безопасности движения поездов на железных дорогах;
- совершенствование практических навыков специалистов железных дорог по технологии сплошного контроля рельсов и по обнаружению опасных дефектов рельсов.

1.3. Образовательная программа предназначена для лиц, имеющих среднее профессиональное и (или) высшее образование, а так же лиц, получающих среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.4. Учебные группы комплектуются из операторов и наладчиков съемных дефектоскопных тележек, а также других специалистов по диагностике рельсов ОАО «РЖД», имеющих специальное профильное образование, опыт работы в области рельсовой дефектоскопии и обладающих навыками компьютерной грамотности.

1.5. Изучение учебной программы происходит в течение 10 учебных дней, 80 академических часов.

2. Планируемые результаты обучения

2.1. В результате освоения образовательной программы учащиеся должны изучить следующие дисциплины и темы:

- физические основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов;
- основные понятия и термины, применяемые при ультразвуковом контроле рельсов;
- методы и схемы ультразвукового контроля рельсов;
- нормативная документация ОАО «РЖД» о системе НК рельсов;
- технология сплошного контроля рельсов;
- настройка параметров ультразвукового контроля;
- технология вторичного контроля рельсов;
- технология контроля сварных стыков рельсов;
- функциональные возможности, режимы работы, органы управления съемных дефектоскопов серии «АВИКОН»;
- регламентные работы при эксплуатации дефектоскопов типа «АВИКОН»;
- основные причины отказов и ремонт дефектоскопов «АВИКОН»;
- принципы формирования развертки типа «В» при прямом и наклонном вводе УЗ колебаний;
- принципы формирования сигналов на В-развертке от разнообразных дефектов в рельсах;
- функциональные возможности программ отображения дефектоскопов серии «АВИКОН».

2.2. В результате освоения образовательной программы учащиеся получают и совершенствуют следующие профессиональные компетенции:

- умение настраивать требуемые параметры ультразвукового контроля рельсов;
- владение практическими навыками работы с дефектоскопами типа «АВИКОН» в соответствии с руководствами по эксплуатации на дефектоскопы;
- умение осуществлять сплошной контроль рельсов согласно действующей технологии (Положение о системе НК рельсов, утв. расп. ОАО «РЖД» № 1471/р);
- умение проводить ручной контроль дефектных сечений рельсов и зон сварных стыков по действующей технологии;
- умение выявлять сигналы от дефектов рельсов на фоне ложных отражений от конструктивных элементов рельсового пути и возможных помех;
- умение классифицировать сигналы от дефектов, относя их к разным типам дефектов по действующей классификации дефектов;
- умение измерять параметры (размеры) дефектов рельсов, анализировать рост дефектов и проводить оценку степени опасности дефектов;
- умение проводить запись контрольного тупика и оценивать качество выполнения ежемесячного технического обслуживания съемных дефектоскопов в соответствии с ТИ 07.139-2014;
- владение практическими навыками работы с программами отображения дефектоскопов серии «АВИКОН»;
- умение осуществлять расшифровку данных, зарегистрированных при сплошном НК рельсов;
- умение обновлять программное обеспечение (прошивку) блока ультразвукового многоканального и блока управления и индикации дефектоскопов «АВИКОН»;
- умение выявлять основные неисправности дефектоскопов АВИКОН-11 (-31).

3. Учебный план

№	Наименование модулей и тем	Трудоемкость час.	В том числе		Форма аттестации
			Лекции	Практика	
1	Основы ультразвукового контроля рельсов	14	8	6	Тестирование
1.1	Физические основы УЗ контроля рельсов. Методы и схемы. Особенности обнаружения дефектов УЗ методами.	6	4	2	
1.2	Основные термины и определения УЗ контроля. Настройка параметров контроля.	4	2	2	
1.3	Измеряемые характеристики дефектов	4	2	2	
2	Формирование сигналов на развертке типа В	18	12	6	
2.1	Формирование В-развертки в зоне болтового стыка при прямом вводе УЗК с углом ввода $\alpha=0^\circ$	2	2	-	
2.2	Формирование В-развертки в зоне болтового стыка при наклонном вводе УЗК с углами ввода $\alpha=58^\circ, 70^\circ, 45(42)^\circ$	2	2	-	

2.3	Формирование сигналов на В-развертке от дефектов в головке, шейке и подошве рельсов. Ложные отражения и помехи	14	8 (+учебный фильм 30 мин.)	6	Тестирование
3	Съемные дефектоскопы серии «АВИКОН» и их программное обеспечение	34	22	12	
3.1	Портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р: назначение, функциональные возможности, настройка	4	2 (+учебный фильм 11 мин.)	2	
3.2	Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-11: назначение, функциональные возможности, настройка, программа отображения дефектограмм	8	4	4	
3.3	Новый интеллектуальный дефектоскоп АВИКОН-31: функциональные возможности, настройка, программа отображения дефектограмм	10	4 (+ 2 учебных фильма 17 мин.)	6	
3.4	Дефектоскоп АВИКОН-14 с колесными УЗ преобразователями	2	2 (+ учебный фильм 15 мин.)		
3.5	Однониточный дефектоскоп-штанга АВИКОН-15: назначение, схема прозвучивания, функциональные возможности	1	1		
3.6	Дефектоскоп-сканер АВИКОН-17 для измерения реальных размеров внутренних дефектов в головке рельсов	1	1 (+учебный фильм 9 мин.)		
3.7	Техническое обслуживание дефектоскопов АВИКОН	6	6		
3.8	Установки МИГ-УКСМ и АВТОКОН-С для контроля сварных стыков рельсов	2	2		
4	Нормативная документация о системе НК рельсов в ОАО «РЖД»	8	6	2	
4.1	Положение о системе НК рельсов № 1471р. Технология сплошного УЗ контроля рельсов и элементов стрелочных переводов съемными дефектоскопами	2	2		
4.2	Технология вторичного контроля дефектных участков дефектоскопом АВИКОН-02Р	4	2 (+ учебный фильм 12 мин.)	2	
4.3	Технология контроля ЭК и АЛТ сварных стыков рельсов. Сканирующее устройство САТС-02Р	2	2 (+ учебный фильм 10 мин.)		
5	Обмен опытом представителями железных дорог	2	2	-	
6	Итоговая аттестация (теоретический вопрос по методам УЗК и практический вопрос по приборам)	4	4		Экзамен
<u>Всего:</u>		80	54	26	

4. Календарный учебный график

№	Наименование модуля	Количество учебных часов по дням									
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Д8	Д9	Д10
1	Физические основы ультразвукового контроля рельсов	8	8								
2	Формирование сигналов на развертке типа В			8	4						
3	Съемные дефектоскопы серии «АВИКОН» и их программное обеспечение				4	8	8	8	6		
4	Нормативная документация о системе НК рельсов в ОАО «РЖД». Обмен опытом								2	8	
6	Итоговая аттестация										6
	Всего часов	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6

5. Рабочие программы модулей

Модуль 1. Основы ультразвукового контроля рельсов

Тема 1.1. Физические основы УЗ контроля рельсов. Методы и схемы. Особенности обнаружения дефектов УЗ методами

Ультразвуковые волны: продольные и поперечные. Характеристики и свойства УЗ колебаний. Возбуждение и прием УЗ колебаний. Виды отображения дефектоскопической информации. Развертки типа «А» и «В»

Зеркально-теневой метод (ЗТМ) контроля. Коэффициент ослабления донного сигнала. Признаки обнаружения дефектов при ЗТМ. Настройка условной чувствительности. Помехи при ЗТМ.

Эхо-метод у.з. контроля. Схемы прозвучивания сечений рельсов при эхо-методе. Признаки обнаружения дефектов при эхо-методе. Контроль прямым и однократно отраженным лучом. Основные параметры контроля. Измеряемые характеристики дефектов.

Одновременная реализация эхо- и зеркально-теневого методов при нормальном вводе у.з. колебаний. Характерные дефекты, обнаруживаемые прямым ПЭП. Обнаружение прямым ПЭП горизонтальных трещин рельсов и определение их глубины залегания.

Особенности контроля головки с помощью ПЭП с углом ввода $\alpha = 70^\circ$: контролируемые зоны сечения головки и выявляемые с ее помощью дефекты.

Особенности контроля головки ПЭП $\alpha = 58^\circ \gamma = 34^\circ$, реализующим эхо-метод (схема «Змейка»): контролируемые зоны сечения головки и выявляемые дефекты.

Особенности контроля головки ПЭП $\alpha = 58^\circ \gamma = 34^\circ$, реализующими зеркальный метод: контролируемые зоны сечения головки и выявляемые дефекты. Признаки обнаружения дефектов

при зеркальном методе. Основные параметры контроля. Особенности настройки условной чувствительности для работы по зеркальному методу.

Схема прозвучивания «РОМБ+». Особенности настройки условной чувствительности и основные параметры контроля. Контролируемые зоны головки, методы контроля и выявляемые дефекты. Обнаружение дефектов кодов 21 и 24, развивающихся под поверхностными расслоениями, схемой «РОМБ» по зеркальному (эхо-зеркальному) методу.

Эхо-метод контроля шейки рельса и ее продолжений в подошву и головку при наклонном вводе УЗК с углом $\alpha=45$ (42)° $\gamma=0$ °. Особенности контроля зоны болтовых стыков.

Особенность контроля болтовых отверстий рельсов по эхо-методу и признаки обнаружения дефектов (одновременное наличие двух эхо-сигналов – метод «Два-эхо» для обнаружения дефектов болтовых отверстий (кода 53).

Тема 1.2. Основные термины и определения УЗ контроля. Настройка параметров контроля

Основные положения ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения. Основные понятия в рельсовой дефектоскопии: условная чувствительность, аттенуатор, зона временной селекции сигналов, мертвая зона, ВРЧ, АСД.

Основные параметры методов контроля и аппаратуры. Понятие о реальной, предельной и условной чувствительности.

Угол ввода луча. Факторы, влияющие на это значение. Направленность поля преобразователя. Мертвая зона. Погрешности глубиномера. Разрешающая способность и ее проверка.

Стандартные образцы, используемые для настройки (проверки) основных параметров контроля. Конструктивные особенности стандартного образца СО-3Р и порядок работы с ним.

Тема 1.3. Измеряемые характеристики дефектов

Измеряемые характеристики отражателей (дефектов) при представлении сигналов контроля в виде разверток типа А и В.

Условная высота, условная протяженность и условная ширина, глубина залегания, амплитуда, коэффициент выявляемости в децибелах.

Модуль 2. Формирование сигналов на развертке типа В

Тема 2.1. Формирование В-развертки в зоне болтового стыка при прямом вводе УЗК с углом ввода $\alpha=0$ °

Формирование развертки типа «В» при нормальном вводе ультразвуковых колебаний.

Формирование В-развертки при озвучивании болтовых отверстий и зоны болтового стыка прямым ПЭП.

Тема 2.2. Формирование В-развертки в зоне болтового стыка при наклонном вводе УЗК с углами ввода $\alpha=58$ °, 70 °, $45(42)$ °

Формирование развертки типа «В» при наклонном вводе ультразвуковых колебаний в каналах контроля головки рельса.

Возможные причины появления сигналов от торцов головки рельсов в зоне болтового стыка при их озвучивании ПЭП $\alpha = 70$ °.

Формирование на В-развертке сигналов от торцов головки в зоне болтового стыка при их озвучивании ПЭП $\alpha = 58$ °, $\gamma = 34$ °, реализующими эхо-метод (схемы «Змейка» и «РОМБ»). Мешающие сигналы от нижней и верхней выкружек головки рельсов.

Формирование на В-развертке сигналов от торцов головки рельсов в зоне болтового стыка при их озвучивании ПЭП $\alpha = 58^\circ$, $\gamma = 34^\circ$, реализующими зеркальный метод.

Формирование В-развертки при озвучивании зоны болтового стыка наклонными ($\alpha = 45^\circ$, $\gamma = 0^\circ$) «наезжающим» и «отъезжающим» ПЭП.

Особенности озвучивания первых болтовых отверстий в зоне стыка и трещин в них, развивающихся вниз к торцу.

Тема 2.3. Формирование сигналов на В-развертке от дефектов в головке, шейке и подошве рельсов. Ложные отражения и помехи

Формирование на В-развертке сигналов от дефектов головки при их озвучивании ПЭП $\alpha = 70^\circ$.

Отображение на В-развертке дефектов второй группы (кодов 20, 21, 24, 26) при их озвучивании наклонными ПЭП $\alpha = 58^\circ$, $\gamma = 34^\circ$.

Отображение на В-развертке сигналов от дефектов кодов 21 и 24, развивающихся под поверхностными расслоениями и обнаруживаемых схемой «РОМБ».

Отображение на В-развертке дефектов третьей группы (кодов 30, 31, 33.1, 38.1) при прямом и наклонном вводе колебаний. Измерение глубины залегания и протяженности горизонтальных трещин.

Отображение на В-развертке дефектов кодов 53 разной ориентации при наклонном вводе колебаний. Дефектоподобные сигналы от дополнительных отверстий (дефекты 99.1), неснятых фасок, притертости болта, маркировки на шейке рельсов.

Отображение на В-развертке дефектов кодов 50, 55 и 56 при прямом и наклонном вводе колебаний. Измерение глубины залегания и протяженности горизонтальных трещин.

Отображение на В-развертке дефектов шестой группы (в т.ч. коррозии подошвы). Распознавание дефектов и возможных отражений от шпальных подкладок.

Отображение сигналов в зоне алюминотермитных сварных стыков. Возможные ложные сигналы от необработанных поверхностей или от структуры сварного стыка. Распознавание сигналов от дефектов в данной зоне.

Распознавание ложных сигналов от микротрещин на поверхности катания рельсов, при нарушениях центровки искательной системы и т.п.

Измерение условных и реальных размеров дефектов на развертке типа В.

Измерение коэффициента выявляемости дефектов (при многоуровневой регистрации).

Совместный просмотр и анализ с преподавателем учебных фильмов:

- «Общие особенности расшифровки дефектограмм, полученных на дефектоскопах АВИКОН-11» (31 мин).

Модуль 3. Съёмные дефектоскопы серии «АВИКОН» и их программное обеспечение

Тема 3.1. Портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р: назначение, функциональные возможности, настройка

Ручной дефектоскоп АВИКОН-02Р. Технические характеристики, режимы работы, настройка, сферы применения.

Формирование В-развёртки при прямом и наклонном вводе ультразвуковых колебаний.

Учебный фильм «Портативный дефектоскоп для ручного контроля "Авикон-02Р" (11 мин).

Тема 3.2. Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-11

Назначение, общее устройство схема прозвучивания, функциональные возможности, органы управления, режимы работы.

Настройка параметров контроля, запись тупика и проведение контроля дефектоскопом АВИКОН-11

Принципы регистрации сигналов на В-развертке, программа отображения дефектограмм.

Принципы регистрации сигналов.

Основные элементы программной оболочки программы отображения и функции панели инструментов и информационной панели (в правой части программной оболочки).

Управление отображением дефектограмм: изменение масштаба изображения по вертикали и горизонтали, способы перемещения по файлу данных, изменение вида отображения.

Принцип расположения сигналов всех каналов дефектоскопа на дорожках дефектограммы, временные зоны регистрации сигналов и зоны срабатывания АСД, настройки чувствительности каналов.

Функции меню "Файл" программы отображения дефектограмм.

Функции меню "Вид" программы отображения дефектограмм. Режимы отображения сигналов. Назначение и принцип реализации режима «Сведение в единое сечение». Понятие многопороговой регистрации сигналов (для чего применяется и смысл уровней «0 дБ» и «минус 6 дБ»).

Измерение параметров дефектов на развертке типа «В» (глубина залегания, амплитуда, коэффициент выявляемости, условные размеры, координата, привязка к пути).

Занесение отметок в электронный блокнот. Создание и печать ведомостей контроля. Просмотр огибающей амплитуд донных сигналов. Сравнительный анализ проездов по одному и тому же участку пути, выполненных в разное время.

Анализ соблюдения оператором технологии контроля рельсов: правильность настройки чувствительности каналов (условная чувствительность и показание аттенюатора, стробы), скорость контроля, начальные настройки, отметки оператора в пути, работа ручными ПЭП и т.д.

Тема 3.3. Новый интеллектуальный дефектоскоп АВИКОН-31

Назначение. Функциональные возможности. Общее устройство, схема прозвучивания. Режимы работы. Организация настройки на контрольном тупике и проведение контроля.

Новые функции программы отображения дефектограмм АВИКОН-31

Анализ сигналов контроля рельсов.

Совместный просмотр и анализ с преподавателем учебных фильмов:

- «АВИКОН-31. Двухниточный ультразвуковой интеллектуальный дефектоскоп» (особенности конструктивных элементов, принципы работы, основные преимущества, интервью с разработчиками – 13 мин);

- «Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-31» (предназначение, технические характеристики, настройки, комплект поставки дефектоскопа - 5 мин).

Тема 3.4. Дефектоскоп АВИКОН-14 с колесными УЗ преобразователями

Дефектоскопная тележка АВИКОН-14 с колесными ультразвуковыми преобразователями. Функциональные возможности, схема прозвучивания, преимущества системы ввода УЗ колебаний с помощью систем качения, программа отображения дефектограмм.

Учебный фильм «Колесные системы для ультразвукового контроля».

Тема 3.5. Однониточный дефектоскоп-штанга АВИКОН-15

Однониточный дефектоскоп-штанга АВИКОН-15 для полноценного сплошного контроля стрелочных переводов, мостов, станционных путей и локальных участков рельсового пути. Схема прозвучивания, функциональные возможности.

Тема 3.6. Дефектоскоп-сканер АВИКОН-17

Дефектоскоп-сканер АВИКОН-17 для измерения реальных размеров и конфигурации внутренних трещин в головке рельсов, развивающихся под поверхностными повреждениями. Схема прозвучивания, структура прибора и практическое применение сканера.

Учебный фильм «Дефектоскоп АВИКОН-17 для определения параметров дефекта в головке рельса» (9 мин).

Тема 3.7. Техническое обслуживание дефектоскопов «АВИКОН»

Функциональные и электрические схемы. Устройство приборов на блочном уровне. Схемы распайки ПЭП.

Конструктивные особенности дефектоскопов.

Обновление программного обеспечения дефектоскопов АВИКОН-02Р и -11.

Основные неисправности, методы их устранения, ремонт дефектоскопов.

Тема 3.8. Установки МИГ-УКСМ и АВТОКОН-С для контроля сварных стыков рельсов

Назначение, общее устройство схемы прозвучивания, функциональные возможности.

Модуль 4. Нормативная документация о системе НК рельсов в ОАО «РЖД»

Тема 4.1. Положение о системе НК рельсов № 1471р. Технология сплошного УЗ контроля рельсов и элементов стрелочных переводов съемными дефектоскопами

Изучение основных требований Положения № 1471р. Требования к средствам неразрушающего контроля. Правила ультразвукового контроля рельсов съемным дефектоскопом (требования Приложения №2 Положения № 1471р).

Тема 4.2. Технология вторичного контроля дефектных участков дефектоскопом АВИКОН-02Р

Правила вторичного (ручного) ультразвукового контроля рельсов (требования Приложения №.8 Положения № 1471р). Методика контроля и измеряемые параметры дефектов рельсов. Оформление результатов контроля.

Учебный фильм «Некоторые особенности вторичного контроля» (что необходимо знать при проведении вторичного контроля – 12 мин).

Тема 4.3. Технология контроля ЭК и АЛТ сварных стыков рельсов

Технологии сварки рельсов, применяемые на сети ОАО «РЖД».

Конструктивные особенности алюминотермитной сварки рельсов.

Особенности работы с помощью АВИКОН-02Р в пути и на РСП. Формирование протоколов контроля сварных стыков. Устройство сканирования САТС-02Р.

Учебный фильм «Ультразвуковой контроль алюминотермитных сварных стыков (АЛТС)».

6. Организационно-педагогические условия

6.1. Изучение учебной программы происходит в течение 10 учебных дней, 80 академических часов.

6.2. Форма обучения: очная с отрывом от производства.

6.3. Режим занятий: 8 академич. часов в день. Для всех видов аудиторных занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 (сорок пять) минут. После каждого академического часа предусматривается перерыв продолжительностью не менее 10 минут.

6.4. Образовательная программа предусматривает: лекции, практические занятия, самостоятельные занятия, семинары по обмену опытом, выездные занятия.

6.5. При обучении специалистов применяются различные виды технических средств, способствующие лучшему теоретическому и практическому усвоению программного материала: учебные видеофильмы, компьютерные обучающие программы, образцы дефектоскопной техники, электронная доска, проектор, дополнительные экраны и др.

6.6. Проведение лекционных занятий сопровождается демонстрацией компьютерных презентаций, учебных плакатов, образцов разных типов дефектоскопов и отдельных устройств, компьютерных программ отображения дефектограмм съемных и мобильных средств НК рельсов.

6.7. Практические занятия предусматривают:

- закрепление теоретических вопросов, изложенных в процессе лекций,
- работу с компьютерными обучающими программами по рельсовой дефектоскопии;
- работу с программами отображения дефектограмм,
- освоение навыков расшифровки дефектограмм и выявления дефектов рельсов;
- изучение возможностей современных съемных дефектоскопов и настройку параметров ультразвукового контроля рельсов.

6.7. Практические занятия предусматривают:

6.8. Перечень практических работ включает в себя следующие занятия:

№	Название работы	Кол-во часов	Содержание работы
1	Компьютерная обучающая программа ODR-net. Основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.	6	Закрепление теоретического материала по основам ультразвукового контроля рельсов и технологии НК.
2	Компьютерная обучающая программа ODR-net. Анализ и расшифровка дефектограмм	6	Отработка навыков обнаружения сигналов от дефектов рельсов на фоне ложных отражений и шумов.
3	Формирование сигналов на А- и В-развёртках с использованием дефектоскопа АВИКОН-02Р	2	Работа с ручным дефектоскопом АВИКОН-02Р с использованием стандартного образца СО-3Р. Уточнение дефектных мест.
4	Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-11	4	Функциональные возможности, режимы работы, настройка параметров контроля, способы отображения сигналов контроля рельсов, работа на контрольном тупике с моделями дефектов
5	Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-31	6	
6	Программа отображения сигналов дефектоскопов АВИКОН-11	4	Изучение функциональных возможностей программы, анализ сигналов от дефектов
7	Программа отображения сигналов дефектоскопа АВИКОН-31	4	

6.9. Самостоятельная работа предполагает проработку теоретического материала, освоение сведений, содержащихся в обучающих компьютерных программах, изучение дополнительной литературы с целью подготовки обучаемого к практической работе по соответствующим темам предмета.

7. Формы аттестации

7.1. Реализация программ повышения квалификации сопровождается проведением промежуточной и итоговой аттестации учащихся.

7.2. Промежуточная аттестация проводится в форме периодических тестирований, при этом используются специально разработанные компьютерные обучающие программы. В журнал контроля успеваемости выставляются баллы, набранные в процессе тестирований (в процентах правильных ответов от общего количества вопросов). Эти баллы учитываются при выставлении итоговой оценки после итогового экзамена.

7.3. К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие программу в полном объеме.

7.4. Форма итоговой аттестации – квалификационный экзамен (один теоретический и один практический вопрос).

7.5. Итоговая аттестация проводится комиссией в составе не менее 3-х человек путем объективной и независимой оценки качества подготовки слушателей.

7.6. Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдаются Удостоверения о повышении квалификации установленного образца, дающее право осуществлять анализ и расшифровку дефектограмм съемных и мобильных средств дефектоскопии рельсов.

7.7. Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из Учебного центра, выдаётся справка об обучении, дающая право пересдать экзамен в течение календарного года.

8. Оценочные материалы

8.1. Программа повышения квалификации предусматривает входной и выходной контроль знаний учащихся, в том числе, периодический контроль путем проведения нескольких компьютерных тестирований, а также по завершению курса проведение экзамена с целью анализа повышения профессиональных компетенций учащихся после прохождения курса обучения.

8.2. При тестированиях используются специально разработанные компьютерные обучающие программы по рельсовой дефектоскопии:

№	Название программы / название теста	Кол-во вопросов	Цель
1	Компьютерная обучающая программа ODR-net. Основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.	35/45	Контроль знаний по физическим основам ультразвукового контроля, технологии неразрушающего контроля

			рельсов и расшифровки дефектограмм.
2	Компьютерная обучающая программа ODR-net. Анализ и расшифровка дефектограмм	20/30	Контроль навыков обнаружения сигналов от дефектов рельсов и правильности классификации дефектов.
3	Компьютерная обучающая программа «Расшифровка дефектограмм УЗ контроля. Принципы, практика. Сигналы от реальных дефектов»	35	Контроль навыков расшифровки сигналов дефектоскопа АВИКОН-01.

8.3. При проведении итоговой аттестации (экзамена) каждый учащийся отвечает на один теоретический и один практический вопрос:

Вопрос № 1. Основы обнаружения дефектов в рельсах (теоретический вопрос)

1. Основные понятия в рельсовой дефектоскопии: условная чувствительность, пороговая (опорная) чувствительность, аттенуатор, зона временной селекции сигналов, мертвая зона, ВРЧ, АСД, условные размеры, коэффициент выявляемости дефектов.

2. Измеряемые характеристики отражателей (дефектов) при представлении сигналов контроля в виде разверток типа А и В. Определение глубины залегания дефектов при нормальном и наклонном вводе у.з. колебаний.

3. Одновременная реализация эхо- и зеркально-теневого методов при нормальном вводе у.з. колебаний с углом $\alpha = 0^\circ$. Характерные дефекты, обнаруживаемые прямым ПЭП. Обнаружение прямым ПЭП горизонтальных трещин в рельсах и определение их глубины залегания и протяженности.

4. Эхо-метод контроля шейки рельса и ее продолжений в подошву и головку при наклонном вводе УЗК с углом ввода $\alpha = 45^\circ$. Особенности контроля зоны болтовых стыков. Метод «Два-эхо» для обнаружения дефектов болтовых отверстий (кода 53).

5. Особенности контроля головки с помощью ПЭП с углом ввода $\alpha = 70^\circ$: контролируемые зоны сечения головки и выявляемые с ее помощью дефекты.

6. Особенности контроля головки ПЭП $\alpha = 58^\circ \gamma = 34^\circ$ по эхо-методу (схема «Змейка»): контролируемые зоны сечения головки и выявляемые дефекты. Зеркальный метод: контролируемые зоны сечения головки и выявляемые дефекты.

7. Особенности контроля головки с помощью ПЭП $\alpha = 58/58^\circ \gamma = \pm 34^\circ$ по схеме «РОМБ»: контролируемые зоны головки, методы контроля и выявляемые дефекты. Отличия схемы «РОМБ+».

8. Формирование В-развертки при озвучивании торцов головки рельсов в зоне болтового стыка наклонными ПЭП $\alpha = 58^\circ, \gamma = 34^\circ$, реализующими эхо-метод и зеркальный метод. Отличия схем «Змейка», «РОМБ» и «РОМБ+». Мешающие сигналы от нижней и верхней выкружек головки рельсов.

9. Формирование В-развертки при озвучивании зоны болтового стыка прямыми ПЭП $\alpha = 0^\circ$ и наклонными ПЭП $\alpha = 45^\circ$. Особенность озвучивания первых болтовых отверстий.

10. Возможные причины появления сигналов от торцов головки рельсов в зоне болтового стыка при их озвучивании ПЭП $\alpha = 70^\circ$. Сигналы от дефектов 2 группы при их озвучивании ПЭП $\alpha = 70^\circ$, в том числе, развивающихся под поверхностными расслоениями.

11. Отображение на В-развертке сигналов от поперечных трещин в головке (дефектов 2 группы) при наклонном вводе у.з. колебаний ПЭП $\alpha = 70^\circ$ и $\alpha = 58^\circ$.
12. Особенности отображения сигналов на В-развертке при контроле схемами «Змейка» и «РОМБ» от поперечных трещин в рабочей и в нерабочей гранях головки. Обнаружение схемой «РОМБ» поперечных трещин в головке, развивающихся под поверхностными расслоениями.
13. Отображение на В-развертке дефектов третьей группы (кодов 30, 31, 33.1, 38.1) при прямом и наклонном вводе колебаний. Измерение глубины залегания и протяженности горизонтальных трещин в головке рельсов.
14. Отображение на В-развертке сигналов от дефектов кодов 53 разной ориентации (при нормальном и наклонном вводе УЗК).
15. Отображение на В-развертке сигналов от дефектов в шейке кодов 33.1, 55.1-2, 56.3, 56.4 при прямом и наклонном вводе колебаний. Измерение глубины залегания и протяженности горизонтальных трещин в шейке.
16. Отображение на В-развертке дефектов шестой группы кодов 69.1-2 и 66.3-4. Распознавание дефектов 69 и ложных отражений от шпальных подкладок. Как распознать дефект 66.3 в зоне сварного стыка электроконтактной сварки?
17. Отображение сигналов в зоне алюминотермитных сварных стыков при их озвучивании прямыми и наклонными ПЭП. Возможные ложные сигналы от необработанных поверхностей сварного стыка. Отображение сигналов от дефектов 26.4, 56.4 и 66.4 и изломов в данной зоне.

Вопрос №2. Дефектоскопы серии АВИКОН (теория и практика)

1. Состав, основные технические характеристики, конструктивные особенности, функциональные возможности АВИКОН-11.
2. Назначение основных узлов дефектоскопа. Органы управления дефектоскопом (передняя панель и пульт выносной).
3. Схема прозвучивания АВИКОН-11. Методы ультразвукового контроля, номера дефектоскопических каналов, зоны временной селекции сигналов и настройка чувствительности по каналам. Особенности установки чувствительности контроля для зон шейки и подошвы рельса в дефектоскопах АВИКОН.
4. Основные сведения о режимах работы дефектоскопа. Перечень режимов и их назначение.
5. Информация, записываемая регистратором дефектоскопа АВИКОН-11. Особенности регистрации амплитуд эхо-сигналов (многопороговая регистрация сигналов).
6. Настройка дефектоскопа на условную чувствительность. Порядок и принцип настройки каналов на условную чувствительность. Регулировка ВРЧ, регулировка времени в призме.
7. Порядок настройки каналов РС-ПЭП $\alpha = 0^\circ$ (эхо- и ЗТМ).
8. Контроль болтовых стыков и стрелочных переводов. Изменения в работе дефектоскопа при контроле болтовых стыков.
9. «Меню» дефектоскопа. Органы управления дефектоскопом в «Меню». Включение дефектоскопа, установка наилучшего изображения на экране. Особенности работы в зимних условиях.
10. Сплошной контроль рельсов (Режимы «Поиск-М» и «Поиск-В»). Отображение информации на экране ЖКД, виды индикации дефекта. Сервисные возможности при сплошном контроле.

11. Анализ сигналов при контроле рельсов (Режим «Оценка»). Отображение информации на экране ЖКД, измеряемые характеристики дефекта. Сервисные возможности при анализе сигналов. Корректировка параметров настройки по каналам контроля.

12. Работа с системой регистрации информации. Включение регистрации, ввод начальных данных, ввод различных отметок, регистрация сигналов ручного контроля, завершение регистрации.

13. Контроль отдельных сечений рельса ручными преобразователями («Ручной»). Принцип настройки каналов ручного контроля. Корректировка времени пробега УЗК в призме (протекторе) ПЭП, регулировка ВРЧ.

14. Технология вторичного (уточняющего) контроля рельсов с помощью АВИКОН-11. Измеряемые характеристики дефектов.

15. Организация настройки дефектоскопа на контрольном тупике.

16. Функциональное назначение и состав блоков дефектоскопа АВИКОН-11.

17. Основные неисправности и техническое обслуживание АВИКОН-11.

18. Программа отображения АВИКОН-11. Характерная запись болтовых стыков. Режимы отображения В-развертки. Виды сведения и их реализация. Формирование и печать ведомостей контроля.

19. Программа отображения АВИКОН-11. Расположение каналов на дорожках. Функции панели инструментов. Отображаемые параметры в правой части окна программы.

20. Подготовка БУИ дефектоскопа к работе: занесение списков операторов, перегонов и особых отметок в память дефектоскопа. Передача файлов из памяти прибора на ПК.

21. Дефектоскоп АВИКОН-31: назначение, основные технические характеристики, режимы работы.

22. Дефектоскоп АВИКОН-31: схемы прозвучивания, методы контроля, проведение ручного контроля

23. Дефектоскоп АВИКОН-31: новые функции и технологии проведения контроля.

24. Методы ультразвукового контроля, схема прозвучивания, основные функциональные возможности и особенности дефектоскопа АВИКОН-14. Достоинства и недостатки систем ввода ультразвуковых колебаний типа «скольжения» и «качения» (обычных ПЭП и колесных ПЭП).

25. Назначение, основные технические характеристики, схема прозвучивания, режимы работы и особенности дефектоскопа-штанги АВИКОН-15.

26. Методика и средства вторичного контроля рельсов. Основные технические характеристики, методы контроля и особенности портативного дефектоскопа АВИКОН-02Р.

27. Назначение, метод контроля и основные функциональные возможности дефектоскопа АВИКОН-17 со специальным сканирующим устройством. Принцип обнаружения опасных дефектов в головке рельсов, в том числе, под поверхностными расслоениями.

8.4. В зависимости от текущих потребностей ОАО «РЖД» и новых нормативных документов указанные вопросы могут адаптироваться в рамках новой учебной программы.

9. Методические материалы

9.1. Образовательная программа составлена с учетом действующих в настоящее время основных нормативных документов ОАО «Российские железные дороги» по неразрушающему контролю (НК) рельсов:

- Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 26 июля 2017 г. № 1471/р.

- Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и острodefектных рельсов», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 23 октября 2014 г. № 2499р.

- Классификатор дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 16 августа 2012 г. № 1653р.

- Положение о расшифровке результатов неразрушающего контроля рельсов (Расп. ОАО «РЖД» ЦДИ-1/р от 09.01.2018).

- Инструкция по проверке работоспособности средств неразрушающего контроля рельсов на испытательных участках пути, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 25 декабря 2014 г. № 3132р.

- Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути. ТИ 07.42-2004. – СПб.: ФГУП «НИИ мостов и дефектоскопии», 2004.

- Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути. ТИ 07.96-2011 (взамен ТИ 07.22-2000). – Расп. ОАО «РЖД» № 2630р от 06.12.2011. – М.: ОАО «РЖД», 2011.

- Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю стыков алюминотермитной сварки рельсов с широким зазором ТИ 07.149-2015, утвержденная распоряжением ОАО РЖД» от 14 декабря 2016 г. № 2536р.

- МУ 07.82-2009 Методические указания по ультразвуковому контролю участка рельса с повреждением поверхности катания, утвержденные ОАО «РЖД» в 2009 г.

- ГОСТ 18576-96 Контроль неразрушающий. Рельсы железнодорожные. Методы ультразвуковые.

- ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения.

- ГОСТ Р 51685-2013 Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.

- ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

- СТО РЖД 1.11.003-2009 Метод ультразвукового контроля сварных стыков рельсов, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 13 мая 2009 г. № 983р.

- СТО РЖД 1.11.006-2010 Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Порядок разработки и ввода в эксплуатацию средств неразрушающего контроля, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 02 июля 2010 г. № 1429р (далее – СТО РЖД 1.11.006-2010);

- СТО РЖД 11.008-2014 Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Основные положения, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 31 декабря 2014 г. № 3230р (далее – СТО РЖД 11.008-2014);

9.2. Список используемой литературы

1. Гурвич А.К. Зеркально-теневой метод ультразвуковой дефектоскопии. – М.: Машиностроение, 1976. – 35 с.
2. Гурвич А.К., Довнар Б.П., Козлов В.Б., Круг Г.А., Кузьмина Л.И., Матвеев А.И.; под ред. Гурвича А.К. Неразрушающий контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте. – М.: Транспорт, 1983. – 318 с.
3. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х кн. Кн.1/Под ред. В.В. Ключева. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986.
4. Методы акустического контроля металлов. /Под ред. Н.П. Алешина. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Крейнис З.Л., Федоров И.В. Железнодорожный путь. Учебник для техникумов и колледжей ж.д. транспорта. – М.: УМК МПС России, 2000. – 368 с.
6. Марков А.А., Шпагин Д.А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов. 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Образование – Культура, 2008.–283 с.
7. Марков А.А., Кузнецова Е.А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 1. Основы. Практическое пособие в двух книгах. – С-Пб.: КультИнформПресс, 2010.– 292 с.
8. Шур Е.А. Повреждения рельсов. – М.: Интертекст, 2012. – 192 с.
9. Марков А.А., Кузнецова Е.А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 2. Расшифровка дефектограмм. – СПб.: «Ультра Принт», 2014. – 332 с.
10. Принципы построения ультразвукового многоканального микропроцессорного дефектоскопа. Методические указания к лабораторной работе № 66 по курсу «Конструирование автоматизированных компьютерных комплексов НК». – СПб.: ПГУПС (Кафедра «Радиотехника, отделение «Методы и приборы неразрушающего контроля»), 2003. – 14 с.
11. Генератор импульсов возбуждения типового импульсного ультразвукового дефектоскопа. Методические указания к лабораторной работе № 25 по курсу «Основы проектирования приборов и систем». – СПб.: ПГУПС (Кафедра «Радиотехника, отделение «Методы и приборы неразрушающего контроля»), 2003. – 10 с.
12. Схемы прозвучивания автоматизированных средств скоростного ультразвукового контроля рельсов. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Автоматизация и компьютеризация НК». – СПб.: ПГУПС (Кафедра «Методы и приборы неразрушающего контроля на железнодорожном транспорте»), 1995. – 14 с.

9.3. В учебном процессе используются публикации, посвященные актуальным вопросам рельсовой дефектоскопии, опубликованные в главных отраслевых и специальных изданиях (журналах): «Путь и путевое хозяйство», «В мире неразрушающего контроля», «Дефектоскопия» (журнал Российской академии наук), «Контроль. Диагностика» и др.

9.4. Учащиеся знакомят с наиболее значимыми результатами научно-исследовательских работ по диагностике рельсов, выполняемых по заказу ОАО «РЖД» в рамках НИОКР или в инициативном порядке подразделениями НТК СНК и НИЛ НК ОАО «Радиоавионика».

9.5. Каждому слушателю выдаются учебные пособия по рельсовой дефектоскопии:

1. Марков А.А., Шпагин Д.А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов. 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Образование – Культура, 2008.–283 с.

2. Марков А.А., Кузнецова Е.А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 1. Основы. Практическое пособие в двух книгах. – С-Пб.: КультИнформ-Пресс, 2010.– 292 с.

3. Марков А.А., Кузнецова Е.А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 2. Расшифровка дефектограмм. – СПб.: «Ульттра Принт», 2014. – 332 с.

9.6. В учебном процессе задействованы обучающие фильмы по актуальным темам рельсовой дефектоскопии, созданные по заказу ЧОУ ДПО «Диагностика ИЖД», показывающие работу систем неразрушающего контроля рельсов в реальных условиях и методику их применения при обнаружении дефектов рельсов:

№	Название обучающего фильма	Продолжительность, мин.
1	Рельсовая дефектоскопия. Расшифровка дефектограмм	34:01
2	Обнаружение дефектов при расшифровке (интервью с расшифровщиками)	03:03
3	Общие особенности расшифровки дефектограмм, полученных на дефектоскопах АВИКОН-11	30:38
4	Отображение на дефектограмме конструктивных элементов стрелочного перевода проекта 2768 вдоль оси пути по прямому направлению	09:03
5	Отображение на дефектограммах конструктивных элементов стрелочного перевода проекта 2750 вдоль оси пути по прямому и боковому направлениям	22:05
6	Общие особенности расшифровки дефектограмм стрелочных переводов	09:09
7	АВИКОН-31. Двухниточный ультразвуковой интеллектуальный дефектоскоп	12:50
8	Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-31	04:27
9	Портативный дефектоскоп для ручного контроля "Авикон-02Р"	10:51
10	Авикон-17. Дефектоскоп для определения параметров дефекта в головке рельса	08:46
11	Некоторые особенности вторичного контроля	11:58
12	Колесные системы для ультразвукового контроля	20:00
13	Магнитодинамический метод в рельсовой дефектоскопии	15:30
14	Ультразвуковой контроль алюминотермитных сварных стыков (АЛТС)	10:13
15	Автоматизированная установка АВТОКОН-С для ультразвукового контроля сварных стыков рельсов на рельсосварочных предприятиях	06:57

9.7. В образовательном процессе используются учебные плакаты серии «Дефектоскопы ультразвуковые серии «АВИКОН» (комплект из 10 плакатов формата А0).

9.8. Для закрепления материалов лекций и при проведении практических работ задействованы компьютерные обучающие программы по рельсовой дефектоскопии:

1. Компьютерная обучающая программа «ODR-net».

2. Компьютерная обучающая программа «TestDefect». Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля. Принципы, практика, сигналы от реальных дефектов».

9.9. Кроме методических материалов в учебном процессе используются действующие образцы современной дефектоскопной техники производства ОАО «Радиоавионика» и других производителей:

- ультразвуковая двухниточная дефектоскопная тележка АВИКОН-11;
- ультразвуковой двухниточный дефектоскоп АВИКОН-31;
- съемный двухниточный дефектоскоп РДМ-22;
- портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р;
- ультразвуковой дефектоскоп-сканер АВИКОН-17;
- однониточный дефектоскоп-штанга АВИКОН-15;
- дефектоскоп многоканальный МИГ-УКС,

а также образцы рельсов и сварных стыков рельсов с разнообразными дефектами для проведения практических работ по обучению навыкам настройки дефектоскопов и выявления опасных внутренних дефектов рельсов.

9.10. Основные методические материалы имеются в библиотеке, размещаются на учебных компьютерах и на электронных носителях (CD-дисках) для последующей выдачи слушателям.

Учебная программа подготовлена:

Главный специалист по дефектоскопии, ведущий преподаватель ЧОУ ДПО «ДИАГНОСТИКА ИЖД» _____ С.Л. Молотков

Ученый секретарь, преподаватель _____ Е.А. Максимова