



## **Введение**

Учебная программа «Неразрушающий контроль рельсов» разработана в соответствии с требованиями Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» и отвечает требованиям законодательства Российской Федерации.

Назначением учебной программы является развитие профессиональных компетенций работников, занимающих должности руководителей среднего звена, освоение ими новых технологий и приемов практической работы.

При разработке программы выполнены требования к содержанию дополнительных профессиональных программ, утвержденных приказом Министерства образования Российской Федерации от 01.07.2013 г. № 499.

При разработке программы использовался федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей».

## **Целевая установка**

Цель обучения:

- актуализация, развитие, совершенствование и систематизация знаний в области неразрушающего контроля рельсов;
- развитие профессиональных компетенций работников, занимающих должности руководителей среднего звена, освоение ими новых технологий и приемов практической работы.

Категории слушателей: работники, занимающие должности руководителей среднего звена по хозяйству диагностики и мониторинга инфраструктуры.

Форма обучения: очная.

Продолжительность: 72 часа.

## **В результате изучения курса слушатели должны**

**ЗНАТЬ:**

- структуру и стратегические задачи развития инфраструктурного бизнес-блока ОАО «РЖД»;
- нормативные документы ОАО «РЖД» в области технической диагностики и неразрушающего контроля рельсов;
- классификацию дефектов рельсов и стрелочных переводов;
- общие принципы и нормативно-технические требования к системе ведения путевого хозяйства в современных и перспективных условиях эксплуатации пути;
- основные контрольно-измерительные и диагностические средства, применяемые для диагностики рельсов, обеспечивающих безопасное движение

поездов с установленными скоростями;

- систему мониторинга состояния железнодорожного пути и его отдельных элементов;

- законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную и финансово-экономическую деятельность дистанции пути;

- основы трудового законодательства; правила по охране окружающей среды; правила по охране труда и пожарной безопасности;

**УМЕТЬ:**

- проводить анализ состояния железнодорожного пути; организовать работу средств диагностики согласно утвержденным графикам проверок на участках пути и дистанции пути в целом;

- осуществлять контроль рельсов и элементов стрелочного перевода железнодорожного пути мобильными и съёмными средствами диагностики.

**БЫТЬ ОЗНАКОМЛЕННЫ:**

- с передовым отечественным и зарубежным опытом по вопросу неразрушающего контроля рельсов; принципами и подходами, которыми должна руководствоваться Центральная дирекция инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» при обеспечении безопасности движения поездов с установленными скоростями.

- с действующими нормативными документами и методическими материалами; с основами хозяйственного законодательства, юридической ответственностью руководителя, практикой применения действующего хозяйственного законодательства в структурных подразделениях путевого хозяйства дирекций инфраструктуры.



## КОМПЕТЕНЦИИ, КОТОРЫМИ ДОЛЖНЫ ОБЛАДАТЬ СЛУШАТЕЛИ, ОСВОИВШИЕ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ РЕЛЬСОВ»

В результате освоения слушатели получают компетенции:

Код	Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
ПК-6	Способность методическую и нормативную документацию по правилам содержания и эксплуатации пути, путевого хозяйства, мостов, тоннелей и метрополитенов	Должностные инструкции по профилю специальности и по и эксплуатации и обеспечению безопасности движения поездов; нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры; организацию постоянного технического надзора и выполнения работ по текущему ремонту мостов; правила технической эксплуатации транспортных сооружений	Организовать техническое обслуживание мостового сооружения; проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом; разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению надежности пути и безопасности движения поездов	методами оценки результатов диагностики железнодорожного пути и проектированием его усиления; методиками расчета показателей надежности и оценки безопасности движения поездов; приемами по обеспечению технического обслуживания эксплуатируемых мостов
ПК-7	Способность обосновывать	Классификацию отказов	Осуществлять	

	<p>принимаемые инженерно-технологические решения</p>	<p>элементов железнодорожного пути и его сооружений, методы и способы повышения надежности и продления ресурса работоспособности конструкций</p>	<p>техническое обслуживание железнодорожного пути и искусственных сооружений</p>	
<p>ПСК -2.7</p>	<p>Способность обеспечить внедрение прогрессивных конструкций и ресурсосберегающих технологий по техническому обслуживанию железнодорожного пути, его сооружений и устройств</p>	<p>Должностные инструкции по профилю специальности и инструкции по эксплуатации и обеспечению безопасности движения поездов; методы организации мониторинга и диагностики железнодорожного пути, его сооружений и устройств современного технологий, контрольно-измерительных и диагностических средств, средств неразрушающего</p>	<p>Использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения; обеспечивать безопасность движения поездов, безопасные условия труда для работников железнодорожного транспорта; организовать качественную комплексную диагностику пути, по результатам которой планировать способы усиления и ремонтно-путевые работы;</p>	<p>методами оценки результатов диагностики железнодорожного пути и проектированием его усиления; методами управления технологическими процессами на производстве; навыками организации работы производственного коллектива; современными методами расчета, проектирования и технологиями строительства и технического обслуживания железнодорожного пути и искусственных сооружений</p>



		<p>контроля; основные принципы и функции менеджмента, принципы построения организационных структур и распределения функций управления; систему управления путевым хозяйством на основе мониторинга и автоматизированных систем управления</p>	<p>организовывать работу производственного коллектива и безопасные условия труда</p>	
<p>ПСК -2.8</p>	<p>Способностью мониторинг и диагностику железнодорожного пути, его сооружений и устройств, с применением современных технологий, контрольно-измерительных и диагностических средств, средств неразрушающего контроля</p>	<p>Должностные инструкции по профилю специальности и инструкции по эксплуатации и обеспечению безопасности движения поездов; критерии выбора вида транспорта, стратегию развития транспорта; методы организации мониторинга и диагностики железнодорожного пути, его сооружений и устройств</p>	<p>Использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения; обеспечивать безопасность движения поездов, безопасные условия труда для работников железнодорожного транспорта; организовывать качественную комплексную диагностику пути, по</p>	<p>Методами и навыками планирования, организации и выполнения работ по текущему содержанию и ремонту железнодорожного пути; методами разработки производственных программ и плановых заданий и анализа их выполнения; методами управления технологическими процессами на производстве</p>

		<p>сприменением современных технологий, контрольно- измерительных и диагностических средств, средств неразрушающего контроля; особенности технического обслуживания железнодорожного пути для скоростных линий и в условиях движения тяжеловесных и длинносоставных поездов</p>	<p>результатам которой планировать способы усиления и ремонтно- путевые работы; организовывать работу производственного коллектива и безопасные условия труда</p>	
--	--	---	---	--

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование модулей и тем	Всего академических часов	В том числе:			Форма контроля
			лекции	дистанционные занятия, стажировки, деловые игры и др.	практические, лабораторные, семинарские	
1	<b>Современное состояние и перспективы развития неразрушающего контроля (НК) рельсов</b>	4	4			
2	<b>Устройство и текущее содержание железнодорожного пути</b>	16	16			
2.1	Основные элементы железнодорожного пути. Технология производства рельсов.	8	8			
2.2	Классификация дефектов и повреждений рельсов, элементов стрелочных переводов	4	4			
2.3	Текущее содержание пути.	4	4			
3	<b>Организация работы по неразрушающему контролю. Периодичность проверок рельсового хозяйства.</b>	4	4			
4	<b>Порядок действий при неразрушающем контроле рельсов и оценка технического состояния рельсового хозяйства. Расшифровка дефектограмм.</b>	8	8			
5	<b>Физические основы методов контроля.</b>	12	12			
5.1	Физические основы ультразвукового контроля.	8	8			
5.1.1.	Методы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.	4	4			
6	<b>Проведение неразрушающего контроля средствами диагностики. Внедрение новых средств неразрушающего контроля. Функциональные особенности.</b>	8	8			
7	<b>Средства дефектоскопии, применяемые при диагностике рельсового хозяйства. Контроль знаний.</b>	8	8			
8	<b>Система стационарной диагностики и мониторинг объектов инфраструктуры.</b>	4	4			тест
9	<b>Семинар по обмену опытом</b>	4		4		
	<b>Итоговая аттестация</b>	4	4			Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	4		





## РЕФЕРАТИВНОЕ ОПИСАНИЕ ТЕМ

### **Тема 1. Современное состояние и перспективы развития неразрушающего контроля (НК) рельсов.**

Сравнительный анализ средств неразрушающего контроля рельсов (совмещенных и магнитных вагонов-дефектоскопов, дефектоскопов для сплошного и ручного контроля рельсов), эксплуатируемых на сети железных дорог ОАО «РЖД».

Перспективные направления разработки новых средств неразрушающего контроля рельсов (автоматическая регистрация и обработка результатов неразрушающего контроля рельсов).

Программно-аппаратные комплексы для обработки и анализа результатов контроля рельсов.

### **Тема 2. Устройство и текущее содержание железнодорожного пути.**

#### **Тема 2.1 Основные элементы железнодорожного пути. Технология производства рельсов.**

Роль железнодорожного пути в обеспечении безопасности движения поездов.

Земляное полотно, верхнее строение пути; их назначение и конструкции. Виды земляного полотна. План и профиль пути.

Рельсы; их маркировка. Стыковые и промежуточные рельсовые скрепления; их типы и характеристики. Шпалы. Балластный слой. Бесстыковой путь; его особенности.

Стрелочные переводы; их устройство и типы. Марки крестовин. Неисправности стрелочных переводов.

Рельсовая сталь; ее химический состав и влияние на качество рельсов.

Производство рельсов; технические условия на их производство.

Требования, предъявляемые к качеству рельсов. Виды сварки рельсов и дефекты в сварных стыках.

#### **Тема 2.2 Классификация дефектов и повреждений рельсов, элементов стрелочных переводов.**

Изучаются нормативно-техническая документация «Классификация дефектов рельсов» НТД/ЦП и «Признаки дефектных и острodefектных рельсов» НТД/ЦП; «Классификатор дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД».

Принцип классификации дефектов. Назначение каждой цифры в коде. Типы и виды дефектов рельсов. Причины и процессы образования дефектов рельсов; меры по их предупреждению. Способы продления сроков службы рельсов и стрелочных переводов.

Подробная характеристика дефектов рельсов 2, 3, 5, 6 и 7-й групп; их характерные признаки для установки правильного кода дефекта.

Острodefектные, дефектные, контроленепригодные рельсы, острodefектные и дефектные элементы стрелочных переводов; их маркировка, порядок замены, пропуск поездов по ним. Оформление результатов контроля при выявлении дефектов в рельсах и элементах стрелочных переводов.

Острodefектные и дефектные рельсы; их отличия, порядок замены.



Пропуск поездов.

### **Тема 2.3 Текущее содержание пути.**

Изучается «Инструкция по текущему содержанию пути», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД».

Основные понятия о текущем содержании пути. Причины появления неисправностей железнодорожного пути; способы их устранения. Планирование и организация путевых работ; их виды и сроки производства.

### **Тема 3. Организация работы по неразрушающему контролю. Периодичность проверок рельсового хозяйства.**

Нормативные правовые и локальные нормативные акты по диагностике состояния рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути с использованием дефектоскопного оборудования мобильных и съемных средств диагностики рельсов. Нормативные правовые и локальные нормативные акты по проведению анализа результатов диагностики состояния рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути. Правила обеспечения безопасности движения поездов при производстве работ по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта и текущему содержанию пути в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей.

### **Тема 4. Порядок действий при неразрушающем контроле рельсов и оценка технического состояния рельсового хозяйства. Расшифровка дефектограмм.**

Порядок работы с программным обеспечением по диагностике состояния рельсов и элементов стрелочных переводов и расшифровке дефектограмм.

Правила расшифровки дефектограмм результатов контроля рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути по результатам работы мобильных и съемных средств дефектоскопии. Оценка технического состояния рельсового хозяйства по результатам расшифровки дефектограмм.

### **Тема 5. Физические основы методов контроля качества.**

#### **Тема 5.1 Физические основы ультразвукового контроля.**

Колебания и волны. Звук и ультразвук. Параметры, характеризующие упругие волны (длина волны, скорость распространения, частота). Свойства ультразвуковых колебаний. Акустические свойства сред. Затухание акустических колебаний. Децибелы. Типы и виды упругих волн; их влияние на затухание. Пьезоэлектрические материалы. Способы возбуждения ультразвуковых колебаний (прямой и обратный пьезоэффект). Резонанс. Собственная (резонансная) частота пьезопластины. Добротность. Пьезоэлектрические преобразователи; их устройство, принцип действия и маркировка. Отражение и прохождение ультразвуковых колебаний (при нормальном падении волн) на границе раздела двух сред. Коэффициенты отражения и прохождения. Преломление и трансформация ультразвуковых колебаний (при наклонном



падении волн). Закон Снеллиуса и критические углы. Акустическое поле пьезоэлектрических преобразователей (ближняя и дальняя зоны). Направленность излучения преобразователя; ее характеристики. Импульсный режим излучения ультразвуковых колебаний.

#### **Тема 5.1.1 Методы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.**

Классификация методов ультразвукового контроля. Теневой и зеркально-теневой методы (ЗТМ) ультразвукового контроля. Коэффициент выявляемости по ЗТМ. Эхо-метод ультразвукового контроля. Коэффициент выявляемости по эхо-методу. Параметры и способы сканирования. Принципы определения координат и измерения условных размеров дефекта. Абсолютный способ измерения размеров дефекта. Зеркальная и диффузная поверхности. Дифракция; ее типы. Зеркальный метод ультразвукового контроля. Дельта-метод ультразвукового контроля. Основные параметры контроля. Определение точки выхода луча, угла ввода луча, мертвой зоны. Точность работы глубиномера. Условная и эквивалентная чувствительность. Частота возбуждаемых ультразвуковых колебаний и частота посылок зондирующих импульсов. Длительность зондирующего импульса.

#### **Тема 6. Проведение неразрушающего контроля средствами диагностики. Внедрение новых средств неразрушающего контроля. Функциональные особенности.**

Технология проведения контроля рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути мобильными средствами диагностики.

Технология проведения контроля рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути съёмными средствами диагностики. Технология проведения вторичного контроля рельсов и элементов стрелочных переводов железнодорожного пути.

#### **Тема 7. Средства дефектоскопии, применяемые при диагностике рельсового хозяйства. Контроль знаний.**

Устройство, принципы работы, порядок настройки оборудования мобильных средств диагностики рельсов.

Устройство, принципы работы, порядок настройки оборудования съёмных средств диагностики рельсов.

#### **Тема 8. Система стационарной диагностики и мониторинг объектов инфраструктуры.**

Правила технической эксплуатации железных дорог в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей.

Особенности режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда отдельных категорий работников железнодорожного транспорта, непосредственно связанных с движением поездов, в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей.

Требования охраны труда, электробезопасности, пожарной безопасности в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей.

#### **Тема 9. Семинар по обмену опытом.**

**Итоговая аттестация**

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

При обучении специалистов необходимо применять различные виды занятий (лекции, практические занятия, деловые игры и тренинги, электронное обучение), используя при этом обучающие технические комплексы, программы и иные средства, способствующие лучшему теоретическому и практическому усвоению программного материала.

В ходе обучения используются следующие технические средства: персональные компьютеры, видеопроекторы для презентации лекций, интерактивные доски, компьютерные классы для проведения деловых игр и тестирования.

Для закрепления изучаемого материала рекомендуется проводить тестирование, а также практические занятия. Основные методические материалы следует размещать на электронном носителе для последующей выдачи слушателям.

Учебный материал дополняется и корректируется с учетом ввода в действие новых нормативно-правовых актов, инструкций, руководящих указаний Минтранса России, ОАО «РЖД».

## **ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ**

Итоговая аттестация проводится комиссией в составе не менее 3-х человек в состав которой должны включаться руководители или специалисты неразрушающего контроля, дирекции инфраструктуры. Аттестация проводится в форме письменного экзамена, путем объективной и независимой оценки качества подготовки слушателей. К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие программу в полном объеме.

Форма итоговой аттестации – экзамен.



## Примерные вопросы к итоговой аттестации

1. Нормативная документация по НКР и эксплуатации средств дефектоскопии.
2. Содержание Положения о НК рельсов.
3. Назначение и содержание НТД/ЦП.
4. Месячные нормы проверки рельсов, элементов стрелочных переводов и сварных стыков.
5. Сменные нормы проверки рельсов, элементов стрелочных переводов и сварных стыков.
6. Периодичность контроля рельсов, стрелочных переводов, сварных стыков средствами дефектоскопии.
7. Средний выход рельсов, порядок определения.
8. График работы участка дефектоскопии.
9. Расчет потребности участка дефектоскопии в средствах контроля и численности штата.
10. Подготовка к ультразвуковому контролю рельсов съёмным дефектоскопом.
11. Проведение контроля рельсов съёмным дефектоскопом.
12. Оформление результатов контроля рельсов съёмным дефектоскопом.
13. Перечень оборудования находящегося на дефектоскопной тележке.
14. Перечень документации находящейся на дефектоскопной тележке.
15. Контрольный тупик для проверки работоспособности УЗД, требование к нему.
16. Обязанности оператора дефектоскопной тележки.
17. Подготовка к вторичному контролю рельсов.
18. Проведение вторичного контроля рельсов и оценка качества.
19. Требования к персоналу, выполняющему НК.
20. Виды и сроки проведения технического обслуживания и ремонта средств дефектоскопии.
21. Порядок проведения ежесменного технического обслуживания УЗД.
22. Периодическое техническое обслуживание УЗД, сроки проведения и содержание.
23. Проверка технического состояния дефектоскопа после ремонта.
24. Основные неисправности УЗД, порядок выявления, методы устранения.
25. Маркировка дефектных и остродефектных элементов стрелочных переводов.
26. Порядок маркировки дефектных и остродефектных рельсов согласно НТД-ЦП.
27. Технология досварочного УЗ контроля концевых участков рельсов.
28. Рабочий журнал УЗД, порядок его ведения.
29. Порядок пропуска поездов по остродефектным рельсам согласно НТД-ЦП.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 №877-р «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.05.2001 №384 «О программе структурной реформы на железнодорожном транспорте».
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ-2011). Утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 № 286.
4. Распоряжение ОАО «РЖД» «Об утверждении и введении в действие «Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути» от 14.11.2016 № 2288р.
5. 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.
6. Положение о расшифровке результатов неразрушающего контроля рельсов (Расп. ОАО «РЖД» ЦДИ-1/р от 09.01.2018).
7. Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и острodefектных рельсов», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 23 октября 2014 г. № 2499р.
8. 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.
9. 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.
10. ТИ 07.129-2013 Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю сварных стыков крестовин стрелочных переводов в условиях их эксплуатации, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 30 июля 2014 г. № 1768р.
11. Технологическая инструкция по сплошному неразрушающему контролю рельсов с износом. ТИ 07.143-2014.
12. Инструкция по проверке работоспособности средств неразрушающего контроля рельсов на испытательных участках пути ТИ 07.139-2014, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 25 декабря 2014 г. № 3132р.
13. ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения.
14. ГОСТ Р 51685-2013 Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.
15. ГОСТ 34513-2018 «Система неразрушающего контроля продукции железнодорожного назначения. Основные положения».
16. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные.



Методы ультразвуковые.

17. ГОСТ 34524-2019 «Рельсы железнодорожные. Контроль неразрушающий в условиях эксплуатации. Общие требования».

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

19. 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).

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

21. СТО РЖД 1.11.007-2009. Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Элементы стрелочных переводов. Технические требования к контролю. Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 107р от 21.01.2010г.

22. 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.

23. Расшифровка дефектограмм при контроле рельсов железнодорожного пути / О. В. Федосов, Ф. А. Цветков; под ред. Цветкова Ф. А. - Таганрог: Кравцов В. А., 2014.

24. Руководство по дефектоскопии рельсов мобильными средствами контроля: учеб. пособие / М.П. Брандис, С.И. Заика, В.А. Лончак, Д.М. Марандич. Кишинев.: S.n., 2005.

25. Повреждения рельсов и их диагностика / В.С. Лысюк, В.М. Бугаенко // - М.: РЖЦ «Академкнига», 2006.

26. Ультразвуковой контроль. Учебник для специалистов первого и второго уровня квалификации/ И.Н. Ермолов - Москва, «Азимут», 2006.

27. Крейнис З.Л., Федоров И.В. Железнодорожный путь. Учебник для техникумов и колледжей ж.д. транспорта. - М.: УМК МПС России, 2000. -368 с.

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

29. 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.

30. Шур Е.А. Повреждения рельсов. - М.: Интертекст, 2012. - 192 с.

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

Директор ИЦНПС

П.В. Харламов

Учебная программа подготовлена:

к.т.н., доцент каф. «Путь и путевое хозяйство»

В.В. Карпачевский