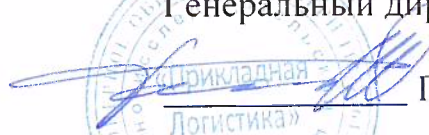


Акционерное общество
**«Научно-исследовательский центр
«Прикладная Логистика»»**

Утверждаю
Генеральный директор


Галин И.Ю.

04 февраля 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА –
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**
**«Функциональная безопасность железнодорожного подвижного состава.
Автоматизация управления рисками и расчетов надежности по ГОСТ 33433 с
применением программного комплекса «Pragmatica»»**

Объем программы (трудоемкость): 48 академических часов

Срок освоения программы — 6 дней

Форма обучения: очная

г. Москва
2026 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Характеристика программы:

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Функциональная безопасность железнодорожного подвижного состава. Автоматизация управления рисками и расчетов надежности по ГОСТ 33433 с применением программного комплекса «Pragmatica» (далее – программа) является учебно-методическим нормативным документом, регламентирующим содержание, организационно-методические формы и трудоемкость обучения.

Программа разработана в соответствии с нормами:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказа Минобрнауки России от 24 марта 2025 г. № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- профессионального стандарта «Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 октября 2014 г. № 864н);
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 43.03.01 Сервис (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 8 июня 2017 г. № 514).

1.2. Категория обучающихся: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.3. Объем программы (трудоемкость): общая трудоемкость 48 академических часов.

1.4. Срок освоения программы — 6 дней.

1.5. Форма обучения: очная.

1.6. Документ, выдаваемый после завершения обучения: удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

2.1. Цель программы заключается в получении теоретических знаний и овладении практическими умениями и навыками, обеспечивающими формирование и совершенствование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в области функциональной безопасности и анализа надежности железнодорожного подвижного состава: включая терминологию и основные требования ГОСТ 33433 (с учетом редакций 2015 и 2025 гг.) — классические методы анализа безопасности — анализ видов и последствий отказов (АВПО), анализ видов, последствий и критичности отказов (АВПКО), анализ дерева неисправностей (англ. Fault Tree Analysis, FTA), анализ дерева событий, структурные схемы надежности, практическому выполнению в программном комплексе «Pragmatica».

2.2. Задачи программы:

- Формирование знаний в области функциональной безопасности железнодорожного подвижного состава и нормативной базы управления рисками (ГОСТ 33433, смежные стандарты).
- Формирование знаний и навыков применения классических методов анализа риска: предварительный анализ опасностей (РИА; в тексте ГОСТ 33433 — РНА), АВПО/АВПКО, FTA, ETA, RBD, основы марковского анализа.
- Формирование практических умений решения задач расчета и анализа безопасности и надежности с использованием программного комплекса «Pragmatica».
- Формирование знаний в области документирования, прослеживаемости и подготовки доказательной базы (журнал учета опасностей) при подтверждении безопасности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

3.1. Программа направлена на совершенствование и приобретение новых компетенций для эффективной деятельности в сфере анализа безопасности и надежности техники.

3.2. Программа направлена на получение и совершенствование слушателями универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

В результате освоения программы слушатели будут обладать универсальными компетенциями (УК), включающими в себя способность:

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход к постановке и решению задач расчета и анализа надежности и безопасности.
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
- УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

В результате освоения программы слушатели будут обладать общепрофессиональными компетенциями (ОПК), включающими в себя способность:

- ОПК-1. Способен применять современное программное обеспечение для выполнения расчетов и анализа надежности и функциональной безопасности технических объектов.
- ОПК-2. Способен осуществлять функции управления сервисной деятельностью на основе результатов расчета и анализа надежности и безопасности техники, в том числе при формировании стратегий технического обслуживания, ориентированного на безотказность.
- ОПК-3. Способен обеспечивать требуемое качество процессов технического обслуживания и сервиса на основе нормативных и расчетных показателей надежности и безопасности.
- ОПК-4. Способен обеспечивать безопасность эксплуатации и обслуживания технических объектов и соблюдение требований заинтересованных сторон на основании выполнения норм и правил охраны труда и техники безопасности.

В результате освоения программы слушатели будут обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими обобщенной трудовой функции (Код – С) «Организация и управление процессами постпродажного обслуживания и сервиса на уровне крупной промышленной организации» профессионального стандарта «Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 октября 2014 г. № 864н):

- ПК-1. Способен выполнять расчет и анализ показателей надежности и функциональной безопасности железнодорожного подвижного состава (вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, минимальные сечения, отказы по общей причине) в соответствии с требованиями ГОСТ 33433.

- ПК-2. Способен применять классические методы анализа риска (РИА, АВПО/АВПКО, ФТА, ЕТА, RBD, метод Монте-Карло) для количественной оценки риска и обоснования мер его снижения.

- ПК-3. Способен автоматизировать задачи расчета надежности и безопасности с использованием программного комплекса «Pragmatica», обеспечивать прослеживаемость результатов анализа и обоснование стратегий технического обслуживания по критичности отказов.

3.3. Планируемым результатом обучения является освоение и совершенствование как теоретических знаний, так и практических умений и навыков.

В результате освоения программы обучающиеся
будут знать:

- Назначение и структуру ГОСТ 33433 (редакции 2015 и 2025 гг.), его соотношение с EN 50126, IEC 61508, комплексом стандартов «Надежность в технике»;

- Основные термины и определения функциональной безопасности и надежности (безопасность, надежность, готовность, сохраняемость; RAMS — надежность, готовность, ремонтпригодность и безопасность; SIL — уровень полноты безопасности; THR — допустимая интенсивность опасных событий; ALARP — принцип приемлемости риска: настолько низкий, насколько разумно практически достижим);

- Шесть этапов анализа риска по ГОСТ 33433: определение области, идентификация опасностей, анализ, оценивание, обработка, документирование;

- Назначение, границы применения и соотношение классических методов анализа безопасности (РИА, HAZOP — анализ опасностей и работоспособности, АВПО/АВПКО, ФТА, ЕТА, RBD, марковский анализ);

- Основы современных модельно-ориентированных подходов (MBSA — модельно-ориентированный анализ безопасности, MBSE — модельно-ориентированная системная инженерия, STPA — системно-теоретический анализ процессов безопасности) и их место в жизненном цикле изделия;

- Требования к документированию и прослеживаемости результатов анализа безопасности (журнал учета опасностей).

будут уметь:

- Применять классические методы анализа риска на стадиях жизненного цикла железнодорожного подвижного состава;
- Строить в программном комплексе «Pragmatica» структуру изделия и структуру функций, модели АВПО/АВПКО, деревья неисправностей и событий, структурные схемы надежности;
- Выполнять количественную оценку вероятности опасных событий (минимальные сечения, отказы по общей причине, метод Монте-Карло) и оценивать риск по матрице «вероятность × тяжесть»;
- Выполнять распределение показателей надежности по составным частям изделия;
- Обеспечивать прослеживаемость «опасность → сценарий → мера → требование → проверка» и формировать журнал учета опасностей и итоговые отчеты.

владеть навыками:

- Организации и выполнения анализа безопасности железнодорожного подвижного состава по ГОСТ 33433;
- Практического применения программного комплекса «Pragmatica» для решения задач анализа безопасности и надежности;
- Подготовки доказательной базы подтверждения безопасности (документация, прослеживаемость, отчетность).

3.4. Соответствует требованиям профессионального стандарта «Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 октября 2014 г. № 864н) и Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 43.03.01 Сервис (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 8 июня 2017 г. № 514).

4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Функциональная безопасность железнодорожного подвижного состава.
Автоматизация управления рисками и расчетов надежности по ГОСТ 33433 с
применением программного комплекса «Pragmatica»

Цель обучения заключается в получении теоретических знаний и овладении практическими умениями и навыками, обеспечивающими формирование и совершенствование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в области анализа безопасности и надежности железнодорожного подвижного состава.

Категория слушателей – лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Трудоемкость обучения: 48 академических часов.

Форма обучения: очная.

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемко сть, ак. ч. Всего	Лекции	Практичес кие занятия	Контроль	Форма контроля
1.	Модуль 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава	12	10	2		
1.1.	Тема 1.1. Введение: функциональная безопасность и надежность подвижного состава	2	2			
1.2.	Тема 1.2. Нормативная база: ГОСТ 33433 и смежные стандарты	4	4			
1.3.	Тема 1.3. Классические методы анализа риска	6	4	2		
2.	Модуль 2. Практический анализ безопасности в программном комплексе «Pragmatica»	24	8	16		
2.1.	Тема 2.1. Программный комплекс «Pragmatica»: структура изделия и структура функций	4	2	2		
2.2.	Тема 2.2. АВПО/АВПКО (FMEA/FMECA) в программном комплексе «Pragmatica»	6	2	4		
2.3.	Тема 2.3. Деревья неисправностей и событий (FTA/ETA) в программном комплексе «Pragmatica»	8	2	6		
2.4.	Тема 2.4. Структурные схемы надежности (RBD) и метод Монте-Карло	6	2	4		
3.	Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект	10	4	6		
3.1.	Тема 3.1. Современные подходы: MBSA, MBSE, STPA	6	4	2		
3.2.	Тема 3.2. Сквозной проект: анализ тормозной системы подвижного состава. Документирование и прослеживаемость	4		4		
4.	Итоговая аттестация	2			2	Защита итоговой работы
	Итого	48	22	24	2	

5. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Функциональная безопасность железнодорожного подвижного состава.
Автоматизация управления рисками и расчетов надежности по ГОСТ 33433 с
применением программного комплекса «Pragmatica»

Календарный график обучения является примерным, составляется и утверждается для каждой группы.

Срок освоения программы — 6 дней. Начало обучения — по мере набора группы.

Примерный режим занятий: 6 учебных дней по 8 академических часов. Итоговая аттестация проводится в завершающий (шестой) учебный день согласно графику. Границы модулей не совпадают с границами учебных дней; распределение часов по учебным дням приведено в графике.

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч.
1	Модуль 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава (учебные дни 1–2)	12
2	Модуль 2. Практический анализ безопасности в программном комплексе «Pragmatica» (учебные дни 2–5)	24
3	Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект (учебные дни 5–6)	10
4	Итоговая аттестация (учебный день 6)	2
	ВСЕГО	48

Примерное распределение часов по учебным дням:

Учебный день	Компоненты программы (темы и занятия)	Ак. ч.
1	Тема 1.1 (лекция, 2), тема 1.2 (лекция, 4), тема 1.3 (лекция, 2)	8
2	Тема 1.3 (лекция, 2), практическое занятие 1 (2), тема 2.1 (лекция, 2; практическое занятие 2, 2)	8
3	Тема 2.2 (лекция, 2; практические занятия 3, 4 — 4), тема 2.3 (лекция, 2)	8
4	Тема 2.3 (практические занятия 5, 6, 7 — 6), тема 2.4 (лекция, 2)	8
5	Тема 2.4 (практическое занятие 8, 4), тема 3.1 (лекция, 4)	8
6	Тема 3.1 (практическое занятие 9, 2), тема 3.2 (практическое занятие 10, 4), итоговая аттестация (2)	8
	Итого	48

6. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

6.1. Рабочая программа

Модуля 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава

Цель модуля заключается в получении теоретических знаний, обеспечивающих формирование у слушателей профессиональных компетенций в области функциональной безопасности железнодорожного подвижного состава: терминология, нормативная база ГОСТ 33433 и классические методы анализа риска.

Задачи модуля

- Формирование знаний в области функциональной безопасности и надежности железнодорожного подвижного состава.
- Формирование знаний нормативной базы управления рисками (ГОСТ 33433, смежные стандарты).
- Формирование знаний и первичных навыков применения классических методов анализа риска.

Планируемые результаты изучения модуля

В результате освоения модуля обучающиеся

будут знать:

- Назначение и структуру ГОСТ 33433 (редакции 2015 и 2025 гг.);
- Основные термины и определения функциональной безопасности и надежности;
- Нормативную базу анализа безопасности железнодорожной техники;
- Шесть этапов анализа риска по ГОСТ 33433;
- Назначение и границы применения методов РИА, HAZOP, АВПО/АВПКО, FTA, ETA, RBD.

будут уметь:

- Соотносить требования ГОСТ 33433 с требованиями смежных стандартов (EN 50126, IEC 61508);
- Строить матрицу риска «вероятность × тяжесть» и оценивать риск по принципу ALARP;
- Строить простые деревья неисправностей и деревья событий «на бумаге».

владеть навыками:

- Применения классических методов анализа риска на ранних стадиях проектирования.

Учебный план

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч. Всего	Лекции	Практические занятия	Контроль	Форма контроля
1.	Модуль 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава	12	10	2		
1.1.	Тема 1.1. Введение: функциональная безопасность и надежность подвижного состава	2	2			
1.2.	Тема 1.2. Нормативная база: ГОСТ 33433 и смежные стандарты	4	4			
1.3.	Тема 1.3. Классические методы анализа риска	6	4	2		
	Итого	12	10	2		

Содержание модуля

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
Модуль 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава		
Лекция	2	Тема 1.1. Введение: функциональная безопасность и надежность подвижного состава: Основные термины и определения: безопасность, надежность, готовность, сохраняемость; RAMS, SIL, THR, ALARP Задачи анализа безопасности: доказательство допустимого уровня риска, раннее выявление опасностей, обоснование для сертификации Источники требований к анализу: нормативные документы, техническое задание, статистика эксплуатации, результаты предшествующих этапов Цикличность оценки риска и обработка риска (принцип ALARP) Представление сквозного практического случая: тормозная система пассажирского вагона/электровоза
Лекция	4	Тема 1.2. Нормативная база: ГОСТ 33433 и смежные стандарты: ГОСТ 33433-2015: шесть этапов анализа риска (6.3.1–6.3.6), иерархия выбора методов, требования к документированию ГОСТ 33433-2025: акцент на фазы жизненного цикла, сближение с EN 50126 Надежность железнодорожной техники: ГОСТ 33943-2016, ГОСТ 32192-2013, ГОСТ 33886-2016 Комплекс «Надежность в технике»: ГОСТ 27.002-2015 / ГОСТ Р 27.102-2021, ГОСТ 27.310-95, ГОСТ Р МЭК 61078-2021 Функциональная безопасность: ГОСТ Р МЭК 62278/EN 50126, IEC 61508, TR TC 001/2011
Лекция	4	Тема 1.3. Классические методы анализа риска: Идентификация опасностей: РИА (в тексте ГОСТ 33433 — PNA), HAZOP, чек-листы; типовые риски подвижного состава Частотный анализ: источники данных, статистика отказов, FTA, марковский анализ, имитационное моделирование Анализ последствий: категории тяжести (люди, инфраструктура, окружающая среда, экономика) Оценивание риска: матрица «вероятность × тяжесть», ранжирование, ALARP АВПО/АВПКО, RBD, ETA: назначение и границы применения FTA детально: вентили И/ИЛИ, минимальные сечения (MCS), отказы по общей причине (CCF) ETA детально: инициирующее событие, защитные барьеры, условные вероятности
Практическое занятие	2	Тема 1.3. Классические методы анализа риска: Практическое занятие 1. Построение дерева неисправностей «на бумаге» для отказа тормозного цилиндра; дерева событий — для отказа воздухораспределителя
Всего часов	12	

Календарный учебный график

№ п/п	Наименование компонентов программы	Дни 1–2
I	Модуль 1. Управление рисками и методы анализа безопасности железнодорожного подвижного состава	12
	ВСЕГО	12

6.2. Рабочая программа

Модуль 2. Практический анализ безопасности в программном комплексе «Pragmatica»

Цель модуля заключается в овладении практическими умениями и навыками решения задач расчета и анализа безопасности и надежности с использованием программного комплекса «Pragmatica» на сквозном практическом случае «тормозная система подвижного состава».

Задачи модуля

- Формирование умений построения структуры изделия и структуры функций в программном комплексе «Pragmatica».
- Формирование умений выполнения АВПО/АВПКО (FMEA/FMECA).
- Формирование умений построения и расчета деревьев неисправностей и событий (FTA/ETA).
- Формирование умений моделирования структурных схем надежности (RBD) и расчета методом Монте-Карло.

Планируемые результаты изучения модуля

В результате освоения модуля обучающиеся

будут знать:

- Архитектуру, модули и назначение программного комплекса «Pragmatica»;
- Порядок создания проекта анализа надежности и справочников интенсивностей отказов;
- Возможности модулей «Структура изделия», «Структура функций», «АВПО/АВПКО», «Деревья неисправностей», «Деревья событий», «Структурные схемы надежности».

будут уметь:

- Создавать проекты анализа надежности, структуры изделия и функции по ГОСТ Р 53392-2017 «Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения»;
- Выполнять АВПО/АВПКО, формировать отчеты по критичным элементам и журнал учета опасностей;
- Строить деревья неисправностей и событий, выполнять количественный расчет (минимальные сечения, отказы по общей причине);
- Моделировать резервированные структуры и рассчитывать вероятность безотказной работы методом Монте-Карло.

владеть навыками:

- Практического применения программного комплекса «Pragmatica» для решения задач анализа безопасности и надежности.

Учебный план

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч. Всего	Лекции	Практические занятия	Контроль	Форма контроля
2.	Модуль 2. Практический анализ безопасности в	24	8	16		

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч. Всего	Лекции	Практические занятия	Контроль	Форма контроля
	программном комплексе «Pragmatica»					
2.1.	Тема 2.1. Программный комплекс «Pragmatica»: структура изделия и структура функций	4	2	2		
2.2.	Тема 2.2. АВПО/АВПКО (FMEA/FMECA) в программном комплексе «Pragmatica»	6	2	4		
2.3.	Тема 2.3. Деревья неисправностей и событий (FTA/ETA) в программном комплексе «Pragmatica»	8	2	6		
2.4.	Тема 2.4. Структурные схемы надежности (RBD) и метод Монте-Карло	6	2	4		
	Итого	24	8	16		

Содержание модуля

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
Модуль 2. Практический анализ безопасности в программном комплексе «Pragmatica»		
Лекция	2	Тема 2.1. Программный комплекс «Pragmatica»: структура изделия и структура функций: Архитектура программного комплекса, модули, работа на отечественных операционных системах Модуль «Справочники и классификаторы»: математические модели интенсивности отказов Модуль «Проекты анализа надежности»: финальное изделие, проект, номенклатура показателей Модуль «Структура изделия»: иерархия разукрупнения Модуль «Структура функций»: функциональный анализ по ГОСТ Р 53392-2017, функциональные отказы
Практическое занятие	2	Тема 2.1. Программный комплекс «Pragmatica»: структура изделия и структура функций: Практическое занятие 2
Лекция	2	Тема 2.2. АВПО/АВПКО (FMEA/FMECA) в программном комплексе «Pragmatica»: Настройка анализа видов и последствий отказов Связь с функциональным анализом: функциональный отказ → виды отказов элементов → последствия Критичность, отчеты по критичным элементам, наполнение журнала учета опасностей
Практическое занятие	4	Тема 2.2. АВПО/АВПКО (FMEA/FMECA) в программном комплексе «Pragmatica»: Практические занятия 3, 4
Лекция	2	Тема 2.3. Деревья неисправностей и событий (FTA/ETA) в программном комплексе «Pragmatica»: Функциональный отказ → причины → графическое дерево; расчет вероятности отказа

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
		Дерево событий: инициирующее событие → барьеры → исходы Интерпретация: минимальные сечения, отказы по общей причине, вклад ветвей
Практическое занятие	6	Тема 2.3. Деревья неисправностей и событий (FTA/ETA) в программном комплексе «Pragmatica»: Практические занятия 5, 6, 7
Лекция	2	Тема 2.4. Структурные схемы надежности (RBD) и метод Монте-Карло: Последовательное/параллельное соединение; холодный и горячий резерв Расчет показателей безотказности методом Монте-Карло (ГОСТ Р МЭК 61078-2021) Распределение показателей надежности по составным частям
Практическое занятие	4	Тема 2.4. Структурные схемы надежности (RBD) и метод Монте-Карло: Практическое занятие 8
Всего часов	24	

Календарный учебный график

№ п/п	Наименование компонентов программы	Дни 2–5
1	Модуль 2. Практический анализ безопасности в программном комплексе «Pragmatica»	24
	ВСЕГО	24

6.3. Рабочая программа

Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект

Цель модуля заключается в позиционировании классических методов (в исполнении программного комплекса «Pragmatica») в ландшафте современных модельно-ориентированных подходов и в закреплении умений выполнением сквозного проекта анализа безопасности тормозной системы по полному циклу ГОСТ 33433.

Задачи модуля

- Формирование знаний о современных подходах MBSA, MBSE, STPA и их соотношении с классическими методами.
- Формирование умений выполнять полный цикл анализа риска по ГОСТ 33433 с применением программного комплекса «Pragmatica».
- Формирование умений документирования результатов и обеспечения прослеживаемости.

Планируемые результаты изучения модуля

В результате освоения модуля обучающиеся
будут знать:

- Принципы модельно-ориентированной системной инженерии (MBSE) и модельно-ориентированного анализа безопасности (MBSA);
- Парадигму системно-теоретического анализа процессов безопасности (STPA);

- Соотношение подходов MBSE, MBSA, STPA и их место по стадиям жизненного цикла;
- Требования к документированию и прослеживаемости результатов анализа (ГОСТ 33433, п. 6.3.3.2).

будут уметь:

- Выбирать адекватный метод анализа под стадию проекта;
- Выполнять полный цикл анализа риска: определение области → идентификация опасностей → анализ → оценивание → обработка → документирование;
- Формировать итоговый отчет и журнал учета опасностей с полной прослеживаемостью.

владеть навыками:

- Выполнения сквозного проекта анализа безопасности тормозной системы подвижного состава.

Учебный план

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч. Всего	Лекции	Практические занятия	Контроль	Форма контроля
3.	Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект	10	4	6		
3.1.	Тема 3.1. Современные подходы: MBSA, MBSE, STPA	6	4	2		
3.2.	Тема 3.2. Сквозной проект: анализ тормозной системы подвижного состава. Документирование и прослеживаемость	4		4		
	Итого	10	4	6		

Содержание модуля

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
		Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект
Лекция	4	Тема 3.1. Современные подходы: MBSA, MBSE, STPA: MBSA: принципы, модели, слои моделей; что рассчитывается STPA: структура управления, небезопасные управляющие воздействия Соотношение подходов: MBSE — проектирование; MBSA — анализ на модели; STPA — системно-теоретический анализ Связь с программным комплексом «Pragmatica»: классические методы как переходный уровень; совместимость с MBSE-репозиторием Обзор инструментов: AltaRica, ANSYS medini analyze, Isograph, MATLAB/Simulink
Практическое занятие	2	Тема 3.1. Современные подходы: MBSA, MBSE, STPA:

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
		Практическое занятие 9. Демонстрация модельно-ориентированного анализа безопасности и обсуждение применения к петле «машинист ↔ система автоведения ↔ тормозная система»
Практическое занятие	4	Тема 3.2. Сквозной проект: анализ тормозной системы подвижного состава. Документирование и прослеживаемость: Полный цикл ГОСТ 33433 на модели тормозной системы: определение области и функций → идентификация опасностей (РИА) → АВПО/АВПКО → FTA/ETA → RBD → оценивание риска (матрица) → обработка риска → повторный расчет Документирование: итоговый отчет, журнал учета опасностей, прослеживаемость «опасность → сценарий → мера → требование → проверка» Практическое занятие 10
Всего часов	10	

Календарный учебный график

№ п/п	Наименование компонентов программы	Дни 5–6
1.	Модуль 3. Современные подходы и сквозной проект	10
2.	Итоговая аттестация (учебный день 6)	2
	ВСЕГО	12

7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практические занятия 2–10 выполняются в программном комплексе «Pragmatica» на сквозном практическом случае «тормозная система пассажирского вагона/электровоза»; практическое занятие 1 выполняется графически на бумаге (без применения программного комплекса). Пошаговые сценарии занятий приведены в учебно-методических материалах.

Практическое занятие 1 (тема 1.3)

- Построение дерева неисправностей «на бумаге» для отказа тормозного цилиндра (вентили И/ИЛИ, базовые события).
- Построение дерева событий для отказа воздухораспределителя (защитные барьеры, вероятности исходов).

Практическое занятие 2 (тема 2.1)

- Создание проекта анализа надежности; справочник интенсивностей отказов для компонентов тормозной системы.
- Построение структуры изделия: вагон → системы → подсистемы → узлы.
- Построение структуры функций по ГОСТ Р 53392-2017; установление связей «функция ↔ элемент»; фиксация функциональных отказов.

Практическое занятие 3 (тема 2.2)

- АВПО (FMEA) тормозной системы: виды отказов ключевых элементов (тормозной цилиндр, воздухораспределитель, тормозная колодка, рычажная передача, резервуар).
- Заполнение причин, локальных и системных последствий, методов обнаружения, действующих мер защиты; оценка тяжести последствий.

Практическое занятие 4 (тема 2.2)

- АВПКО (FMESA): оценка критичности (ранг вероятности × ранг тяжести).

- Формирование отчетов «Критичные элементы и виды отказов», «Оценка опасностей при функционировании изделия».

- Перенос критичных опасностей в журнал учета опасностей.

Практическое занятие 5 (тема 2.3)

- Дерево неисправностей «Потеря тормозного эффекта / неэффективное экстренное торможение»: вентили И/ИЛИ, декомпозиция до базовых событий.

- Расчет вероятности головного события; получение минимальных сечений (MCS); анализ вклада базовых событий.

Практическое занятие 6 (тема 2.3)

- Дерево неисправностей «Излом колесной пары / сход» с учетом отказов по общей причине (CCF).

- β -фактор (доля отказов по общей причине); сравнение оценок вероятности с учетом и без учета общей причины.

Практическое занятие 7 (тема 2.3)

- Дерево событий «Отказ воздухораспределителя»: барьеры (резервный контур, электропневматический тормоз, действие машиниста).

- Условные вероятности успеха/отказа барьеров; расчет вероятностей конечных состояний; идентификация слабого звена.

Практическое занятие 8 (тема 2.4)

- Структурная схема надежности дублированного тормозного контура (горячий резерв) и схемы без резервирования.

- Расчет вероятности безотказной работы $P(t)$ методом Монте-Карло.

- Распределение показателей надежности по составным частям; оценка вклада резервирования.

Практическое занятие 9 (тема 3.1)

- Демонстрация модельно-ориентированного анализа безопасности (занятие демонстрационного типа с обсуждением).

- Обсуждение применения системно-теоретического анализа процессов безопасности к петле «машинист $\leftrightarrow$ система автоведения $\leftrightarrow$ тормозная система».

Практическое занятие 10 (тема 3.2)

- Сквозной проект: полный цикл ГОСТ 33433 на модели тормозной системы подвижного состава.

- Определение области и функций; идентификация опасностей (РИА); АВПО/АВПКО; FTA/ETA; RBD.

- Оценивание риска по матрице «вероятность $\times$ тяжесть»; обработка риска (резервирование, диагностика); повторный расчет до достижения допустимого уровня.

- Формирование итогового отчета и журнала учета опасностей с полной прослеживаемостью.

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы аттестации

Программой предусмотрена текущая и итоговая аттестация слушателей.

Для проведения итоговой аттестации разработан фонд оценочных средств, являющийся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса.

Объектами оценивания выступают:

- степень освоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы.

Текущий контроль знаний обучающихся проводится преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, на протяжении всего обучения по программе, и включает в себя проверку выполнения практических занятий 1–10 и оценку подготовленных слушателями отчетов по результатам работы в программном комплексе «Pragmatica».

Итоговая аттестация — процедура, проводимая с целью установления уровня знаний обучающихся с учетом прогнозируемых результатов обучения и требований к результатам освоения программы.

Слушатель допускается к итоговой аттестации после изучения разделов и тем программы в объеме, предусмотренном учебным планом, и выполнения всех практических занятий.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям соответствующей образовательной программы созданы фонды оценочных средств, включающие методы контроля, позволяющие оценить знания и умения.

Обучающимся, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального и (или) высшего образования удостоверения о повышении квалификации выдаются одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из образовательной организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, устанавливаемому организацией.

9. ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Аттестация обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям соответствующей образовательной программы проводится в форме защиты итоговой аттестационной работы.

Формой итоговой аттестации по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации является зачет посредством защиты итоговой работы.

Итоговая работа выполняется на основе практического занятия 10 (сквозной проект анализа безопасности тормозной системы подвижного состава в программном комплексе «Pragmatica») и включает: модель изделия и функций; результаты АВПО/АВПКО; деревья неисправностей и событий с количественной оценкой; структурную схему надежности; оценку риска по матрице; предложенные меры обработки риска; итоговый отчет и журнал учета опасностей с прослеживаемостью.

Общая продолжительность итоговой аттестации — 2 академических часа; на защиту одной итоговой работы отводится от 9 до 15 минут в зависимости от численности группы (презентация результатов и ответы на вопросы комиссии).

Лица, освоившие дополнительную профессиональную программу повышения квалификации и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают документ установленного образца – удостоверение о повышении квалификации.

10.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Итоговая аттестация. Защита итоговой работы.

Примерные вопросы для защиты итоговой работы:

Управление рисками и методы анализа безопасности:

- Шесть этапов анализа риска по ГОСТ 33433
- Отличие редакций ГОСТ 33433-2015 и ГОСТ 33433-2025
- Соотношение ГОСТ 33433, EN 50126, IEC 61508; назначение SIL, THR, ALARP
- Сравнение методов РИА, АВПО/АВПКО, FTA, ETA, RBD: назначение и стадия применения
- Минимальные сечения (MCS) и отказы по общей причине (CCF): определение и влияние на расчет

Практический анализ в программном комплексе «Pragmatica»:

- Основные модули программного комплекса «Pragmatica» и их назначение
- Структура функций и структура изделия (ГОСТ Р 53392-2017): назначение разделения
- Порядок построения и расчета дерева неисправностей: минимальные сечения, вклад базовых событий
- Дерево событий: барьеры, условные вероятности, расчет вероятностей исходов
- Структурные схемы надежности, метод Монте-Карло, горячий/холодный резерв
- Распределение показателей надежности по составным частям

Современные подходы, документирование:

- Соотношение MBSE, MBSA, STPA; комплементарность STPA и MBSA
- Небезопасные управляющие воздействия (STPA) для петли «машинист ↔ система автоведения ↔ тормозная система»
- Прослеживаемость (ГОСТ 33433, п. 6.3.3.2): цепочка «опасность → мера → проверка».

По результатам защиты итоговой работы выставляется оценка:

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	Оценка «Зачтено» выставляется слушателю, если итоговая работа выполнена в полном объеме: построены модель изделия и функций, АВПО/АВПКО, деревья неисправностей и событий, структурная схема надежности; выполнена количественная оценка и оценивание риска по матрице;

	предложены и обоснованы меры обработки риска; обеспечена прослеживаемость результатов; слушатель твердо знает материал курса, грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей.
Не зачтено	Оценка «Не зачтено» выставляется слушателю, если итоговая работа выполнена не в полном объеме или содержит грубые ошибки (неверная логика вентилей дерева неисправностей, некорректный расчет вероятностей, отсутствие оценивания риска и прослеживаемости), слушатель не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно и с большими затруднениями отвечает на вопросы или не справляется с ними самостоятельно.

11.ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Реализация программы обеспечивает приобретение слушателями знаний и умений, необходимых для работы в области анализа безопасности и надежности транспорта.

Теоретические занятия проводятся с целью изучения нового учебного материала. Изложение материала необходимо вести в форме, доступной для понимания обучающихся, соблюдать единство терминологии, определений и условных обозначений, соответствующих международным договорам и нормативным правовым актам.

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и выработки у обучающихся основных умений и навыков работы в ситуациях, максимально имитирующих реальные производственные процессы.

Выбор методов обучения для каждого занятия определяется преподавателем в соответствии с составом и уровнем подготовленности обучающихся, степенью сложности излагаемого материала, наличием и состоянием учебного оборудования, технических средств обучения, местом и продолжительностью проведения занятий.

Кадровые (педагогические) условия. Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими соответствующее профессиональное образование и отвечающими квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах, в рамках изучаемого цикла.

Форма итоговой аттестации по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации – зачет посредством защиты итоговой работы.

Обучающийся допускается к итоговой аттестации после изучения учебных материалов в объеме, предусмотренном учебным планом.

Лица, освоившие дополнительную профессиональную программу повышения квалификации и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают документ установленного образца – удостоверение о повышении квалификации.

12.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий и аттестации, предусмотренных программой, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Необходимый для реализации программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебную аудиторию с учебным оборудованием и оргтехникой для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и аттестации, помещения для проведения практических занятий с необходимым оборудованием (компьютерный класс с установленным программным комплексом «Pragmatica»).

Организация располагает учебной аудиторией для проведения занятий, оснащенной необходимым оборудованием.

Учебные аудитории оснащены мебелью и учебным оборудованием:

- Персональный компьютер с установленным программным комплексом «Pragmatica» (на каждого слушателя, отечественная операционная система) – 10 шт.,
- Ноутбук – 1 шт.,
- Проектор – 1 шт.,
- Экран – 1 шт.,
- Стулья – 10 шт.,
- Столы – 5 шт.,
- Доска настенная – 1 шт.
- Учебно-методические материалы – в необходимом количестве.

Реализация программы обеспечена учебно-методической документацией, учебными и учебно-методическими изданиями, справочниками и т.д., формируемой в соответствии с учебным планом.

13.МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Образовательная деятельность обучающихся по программе организована в форме лекций (видеоуроков), практических занятий, выполнение аттестационной работы.

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Организация учебного процесса по программе регламентируется расписанием занятий и настоящей дополнительной профессиональной программой.

Слушатели имеют право на зачет результатов освоения ими учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ, подтверждаемых документами об образовании и (или) о квалификации либо документами об обучении, в том числе полученными в иностранном государстве, при условии соответствия содержания этих учебных

предметов, дисциплин (модулей) целям реализации данной программы и ожидаемым результатам обучения.

Педагоги при реализации программы имеют право на свободу выбора и использования педагогически обоснованных методов и средств обучения.

14.ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Список литературы:

Основная литература:

1. ГОСТ 33433-2015 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте».
2. ГОСТ 33433-2025 «Безопасность функциональная. Техника железнодорожная. Управление рисками на стадиях жизненного цикла».
3. ГОСТ 27.310-95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения».
4. ГОСТ Р МЭК 61078-2021 «Надежность в технике. Структурная схема надежности».
5. ГОСТ Р 53392-2017 «Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения».

Дополнительная литература:

1. ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения».
2. ГОСТ 33943-2016 «Надежность железнодорожного тягового подвижного состава. Термины и определения».
3. ГОСТ 32192-2013 «Надежность железнодорожной техники. Основные понятия. Термины и определения».
4. ГОСТ 33886-2016 «Железнодорожный путь. Номенклатура показателей надежности и функциональной безопасности».
5. ГОСТ Р МЭК 62278-2013 «Железные дороги. Технические условия и демонстрация надежности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS)».
6. ГОСТ Р МЭК 61508-2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью».
7. ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710).
8. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения / Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. – М.: ООО Издательский дом «ИнформБюро», 2006. – 232 с.

Электронные ресурсы:

1. Программный комплекс управления данными о надежности изделий «Pragmatica» [Электронный ресурс] // НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – URL: <https://cals.ru/products/pragmatica> (дата обращения: 26.08.2026).

2. ГОСТ 33433-2015 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и
нормативно-технических документов. – URL:
<https://docs.cntd.ru/document/1200127759> (дата обращения: 26.08.2026).
3. ГОСТ 33433-2025 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и
нормативно-технических документов. – URL:
<https://docs.cntd.ru/document/1316297257> (дата обращения: 26.08.2026).