УДК 33+005.95:004.94

Кравченко М.А.

магистрант 3 курса

кафедра менеджмента и маркетинга

Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I

(г. Санкт-Петербург, Россия)

ВИРТУАЛЬНЫЙ МАШИНИСТ-ИНСТРУКТОР ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ: ОТ ТРЕНАЖЁРА К ЛИЧНОМУ ПОМОЩНИКУ РАБОТНИКА

Аннотация: *в статье предлагается и обосновывается концепция виртуального машиниста-инструктора — программной системы, которая выступает не только тренажёрным средством, но и личным помощником каждого члена локомотивной бригады на протяжении всего профессионального цикла. Показано, что развитие тренажёрных комплексов, корпоративных цифровых платформ и больших языковых моделей сформировало техническую базу для перехода от периодической тренажёрной подготовки к непрерывному персональному сопровождению работника. Раскрыты функции виртуального помощника: индивидуальная траектория обучения, моделирование нештатных ситуаций, объективная оценка действий, подсказка и консультирование в режиме «здесь и сейчас», диалоговое сопровождение на основе языковых моделей, разбор ошибок после поездки. Проанализированы преимущества и ограничения технологии, сформулированы условия её эффективного применения. Сделан вывод, что виртуальный машинист-инструктор не заменяет специалиста, а меняет его роль: инструктор из носителя готовых знаний превращается в методиста и супервизора цифровой системы, а работник получает постоянного наставника, доступного в любое время и в любой точке сети дорог.*

Ключевые слова: *виртуальный машинист-инструктор, локомотивная бригада, личный помощник, тренажёрная подготовка, большая языковая модель, адаптивное обучение, цифровой профиль работника, безопасность движения.*

Введение.

Безопасность перевозок напрямую зависит от квалификации локомотивных бригад, а квалификация — от качества и регулярности их подготовки. Традиционно эту работу ведёт машинист-инструктор: опытный специалист, который проводит техническую учёбу, разбирает ошибки, контролирует действия бригад в поездках и готовит работников к нештатным ситуациям. Ограничения такой модели известны: инструктор физически не может присутствовать в нескольких кабинах одновременно, число тренировок ограничено его занятостью и ресурсом подвижного состава, а оценка действий человека частично субъективна. Кроме того, помощь инструктора доступна работнику эпизодически — в моменты учёбы и проверок, тогда как вопросы и сомнения возникают у машиниста и помощника непрерывно: при подготовке к поездке, в пути следования, при встрече с незнакомой ситуацией, дома при подготовке к очередному заступлению на смену.

Одновременно отрасль накопила цифровую базу для изменения ситуации. Тренажёрные комплексы давно моделируют работу основных систем локомотива во взаимодействии с инфраструктурой и позволяют вводить любые неисправности с рабочего места инструктора [1]. Холдинг «РЖД» развивает корпоративную систему дистанционного обучения, в которой ежемесячно обучается свыше 100 тыс. машинистов [4], а с 2025 года внедряется проект «МИРОН» — персонифицированная модель профилактической работы с каждым членом локомотивной бригады, объединяющая микрообучение, цифровой профиль работника и адресные рекомендации [3]. Наконец, в холдинге создаются прототипы интеллектуальных консультантов на основе больших языковых моделей, способных отвечать на вопросы по отраслевым нормативным документам [8]. На этом фоне закономерно возникает вопрос: возможен ли следующий шаг — цифровой помощник, который сопровождает конкретного работника постоянно, а не только в тренажёрном классе?

Цель статьи — обосновать концепцию виртуального машиниста-инструктора как личного помощника члена локомотивной бригады, определить его функции, архитектуру, преимущества и ограничения. Задачи: проанализировать эволюцию тренажёрных средств подготовки, выделить инструкторские функции, поддающиеся автоматизации, показать, как тренажёрная система перерастает в персонального помощника и как диалоговый слой на основе языковых моделей усиливает это превращение, обозначить риски и условия внедрения.

Эволюция представлений: от тренажёра к помощнику.

В развитии цифровых средств подготовки бригад прослеживаются три этапа, каждый из которых сохраняет преемственность с предыдущим.

Первый этап — стационарные тренажёрные комплексы: комплекс машиниста электровоза ЭП1М, тренажёрный комплекс локомотивных бригад на базе универсального тренажёрного комплекса «ИНИУС», комплекс «ТОРВЕСТ-М» с динамической платформой, тренажёр скоростного поезда «Сапсан» [1]. Их общие черты — точная имитация рабочего места, реакция на действия обучаемого в реальном масштабе времени, работа на динамических математических моделях движения поезда [6]. Однако тренажёр этого поколения пассивен по отношению к обучаемому: он воспроизводит среду, но не ведёт человека.

Второй этап — виртуальные и дополненные среды. VR-тренажёры моделируют действия бригады при возгорании электропоезда, осмотр подвижного состава, работу с оборудованием, многие поддерживают режим мультиплеера, позволяя машинисту и помощнику отрабатывать взаимодействие, и режим экзамена с автоматическим выставлением балла. В Московской дирекции скоростного сообщения применяется онлайн-платформа дополненной реальности, воссоздающая реальные станции, переезды и перегоны [5]. Среда стала доступнее и разнообразнее, но по-прежнему привязана к учебному занятию: работник приходит к системе по расписанию, а не наоборот.

Третий этап — интеллектуализация и персонификация. Ещё в начале 2010-х годов обосновывалась идея тренажёра на основе искусственного интеллекта, который адаптируется к тренируемому и предлагает задачи возрастающей сложности, оценивая внимательность, утомляемость, скорость и точность принятия решений [2], параллельно разрабатывались адаптивные интеллектуальные обучающие комплексы, формирующие внутреннюю модель пользователя [7]. Проект «МИРОН» довёл эту логику до уровня корпоративной практики: микрообучение, цифровой профиль работника, индивидуальная траектория профилактической работы [3].

Сопоставление трёх этапов показывает направление движения: система последовательно приближается к работнику — из тренажёрного зала в учебный кабинет, из кабинета в депо, из депо в поездку. Логическое завершение этого движения и есть виртуальный машинист-инструктор как личный помощник: цифровой наставник, который находится при работнике постоянно и охватывает весь цикл его профессиональной жизни.

Концепция личного помощника.

Под виртуальным машинистом-инструктором предлагается понимать программно-аппаратный комплекс, который в автоматизированном режиме выполняет функции инструктора локомотивных бригад и при этом персонифицирован до уровня конкретного работника. От классического тренажёра такая система отличается двумя признаками. Во-первых, она не только воспроизводит среду, но и ведёт человека: объясняет, подсказывает, дозирует сложность. Во-вторых, она доступна работнику вне учебных занятий и строит взаимодействие вокруг его персонального профиля, а не вокруг общего учебного плана.

Ключевая идея концепции — помощник охватывает полный цикл профессиональной деятельности члена бригады, а не только этап обучения:

1. Перед поездкой — персональный «инструктаж накоротко»: система напоминает особенности конкретного участка, предупреждает о действующих

ограничениях и предупреждениях, повторяет регламент действий в актуальных для данного работника рисковых ситуациях, проводит короткий самотест готовности.

2. Во время работы — режим тихой подстраховки: справочные запросы голосом, проверка соблюдения регламентных алгоритмов по данным бортовых систем, напоминания о критических контрольных точках. Этот режим реализуется не в кабине как отвлекающий фактор, а через инфраструктуру помощника машиниста и средства контроля, на данные которых помощник опирается.

3. После поездки — персональный разбор: система анализирует зарегистрированные параметры ведения поезда, сравнивает их с рациональными режимными картами, отмечает отклонения и сразу формирует короткий разбор «что и почему стоит сделать иначе» — до того, как память о поездке ослабнет.

4. Между сменами — микрообучение: короткие учебные фрагменты, подобранные под выявленные пробелы конкретного работника, тренажёрные сценарии и VR-упражнения по «слабым местам», доступные в любое время с рабочего места, в учебном классе или дома.

5. При подготовке к проверкам и испытаниям — адаптивная подготовка: система накапливает статистику ответов и ошибок, выделяет темы, по которым работник нестабилен, и выстраивает траекторию повторения с постепенным наращиванием сложности.

6. Постоянно — справочная и консультационная база: нормативные документы, инструкции, памятки, видео- и аудиоматериалы, доступные в едином интерфейсе с контекстным поиском.

Принципиально, что такой помощник опирается на данные, а не только на учебный контент: цифровой профиль работника (результаты проверок, статистика ошибок, характеристики ведения поезда, данные психофизиологического контроля), сведения о маршрутах и ограничениях, накопленную базу разборов инцидентов [3]. Именно связка «профиль — контент

— тренажёрная среда» отличает помощника от справочного приложения и от обычного электронного курса.

Диалоговый слой: языковая модель как основа личного помощника.

Если тренажёрная среда и цифровой профиль образуют «тело» виртуального помощника, то его «голосом» становится диалоговый слой на основе больших языковых моделей (LLM). Практическая потребность в таком слое в отрасли уже осознана: обучение и повышение квалификации сотрудников относят к числу самых распространённых сценариев применения LLM на железных дорогах мира, поскольку жёсткая регламентация отрасли и объём нормативной базы делают доступ к знаниям в форме живого диалога особенно ценным [9].

В холдинге «РЖД» это направление уже реализуется в опытном порядке. Разработан прототип интеллектуального помощника «Валера», консультирующего сотрудников по отраслевым документам: пилотным документом стали Правила технической эксплуатации железных дорог, в перспективе — дообучение помощника на других нормативных источниках [8]. Во ВНИИЖТ на базе генеративных нейросетей создаётся интеллектуальный ассистент железнодорожника, для его обучения использованы десятки документов о тяжеловесном движении (организации перевозок тяжеловесных поездов) [8]. Эти примеры показывают, что идея «вопрос — живой ответ со ссылкой на пункт норматива» технически осуществима и уже проходит проверку в отрасли.

В архитектуре личного помощника диалоговый слой решает несколько задач:

Вопрос-ответ по нормативной базе. Работник в естественной форме — текстом или голосом — спрашивает, как действовать в конкретной ситуации, и получает ответ, привязанный к пункту документа (механизм поиска по документам с генерацией ответа, известный как RAG — retrieval-augmented generation). Это снимает главный барьер справочных систем: не нужно знать

номер пункта или раздела, достаточно сформулировать вопрос словами. Для локомотивной бригады, чья нормативная база исчисляется сотнями документов, такое «умное оглавление» само по себе является существенным новшеством.

Разбор «как правильно было бы». После поездки или тренировки работник может в диалоге уточнить: почему система отметила именно это отклонение, что предписывает документ в данной ситуации, как такое действие оценивается. Диалоговый агент превращает сухой отчёт об ошибке в предметный разговор — ближайший аналог того, как работает человеческий инструктор при разборе.

Генерация тренировочных сценариев. Языковые модели способны создавать тексты и сценарии для отработки взаимодействия и действий в нештатных ситуациях, что позволяет индивидуализировать банк учебных ситуаций под конкретный участок обращения, серию локомотива и личные «слабые места» работника без ручного труда методиста на каждый случай [9].

Речевой интерфейс. Технологии распознавания и синтеза речи названы в холдинге в числе наиболее перспективных для железнодорожного транспорта, голосовые сервисы уже обрабатывают значительную часть обращений пользователей [8]. Для машиниста и помощника голосовой формат — естественный: руки и глаза в работе заняты, и запрос к помощнику в безопасный момент (на стоянке, при подготовке к поездке) должен формулироваться голосом.

Вместе с тем языковая модель — самый уязвимый элемент системы, и это должно быть отражено в проекте. Исследования показывают, что базовые LLM, обученные на общедоступных данных, содержат железнодорожную тематику в объёме, недостаточном для интеллектуальной системы обучения или поддержки принятия решений: актуальной задачей является дообучение моделей на материалах отрасли [10, 11]. Отсюда архитектурное требование: ответы диалогового агента должны опираться на проверенный корпус нормативных документов (подход RAG), а не на «память» модели, — каждая выдача сопровождается ссылкой на пункт источника, и при отсутствии подтверждения в документах система обязана отвечать «такого положения в нормативах нет»

вместо генерации правдоподобного, но неосновного текста. Статус прототипа, в котором находятся существующие разработки, честно отражает зрелость технологии: между «демонстрацией» и «продуктом для отрасли с нормативной ответственностью» лежит путь валидации, аудита и постепенного расширения корпуса документов.

Функции и архитектура.

Архитектурно систему целесообразно рассматривать из пяти контуров. Контур моделирования воспроизводит локомотив, поезд, инфраструктуру и внешние факторы (погода, время суток, поведение пешеходов и техники). Контур наблюдения фиксирует действия обучаемого: положение органов управления, режим торможения, реакции на сигналы, переговоры по радиосвязи. Контур анализа и оценки сопоставляет действия с нормативными алгоритмами и режимными картами, выявляет отклонения, классифицирует ошибки и накапливает персональную статистику. Контур сопровождения на основе данных о конкретном работнике формирует рекомендации, подбирает микрообучение, напоминает о рисках и ведёт диалог. Диалоговый слой на основе языковой модели обеспечивает естественное общение с работником: вопросы-ответы по нормативной базе, разбор ошибок, генерацию сценариев, голосовой интерфейс — со строгой привязкой каждого ответа к источнику.

Таблица 1. Распределение функций между человеком и системой в новой концепции.

Задача	Машинист-инструктор	Виртуальный помощник
Проведение тренировок	Ограничено по времени и локациям	Доступен круглосуточно, в любой точке сети
Моделирование нештатных ситуаций	Заданы сценарием и памятью инструктора	Практически неограниченная генерация ситуаций
Оценка действий	Частично субъективна, периодична	Автоматизированная, воспроизводимая по каждому сеансу
Персонализация	Опирается на опыт и наблюдение	Цифровой профиль и адаптивные траектории
Справка по нормативам	В моменты встреч и учёбы	Диалоговый вопрос-ответ в любое время
Разбор ошибок	После поездки, выборочно	Сразу после каждого сеанса, с диалоговым уточнением
Мотивация и воспитание	Ключевая роль	Воспроизводится частично

Существенно, что корпоративная среда «РЖД» уже создаёт инфраструктуру для такого решения. Система дистанционного обучения холдинга предоставляет персонализированные курсы и собирает данные для управленческих решений [4], проект «МИРОН» формирует индивидуальную траекторию профилактической работы с каждым членом бригады [3], прототипы диалоговых консультантов проверяют применимость языковых моделей к отраслевым документам [8]. Виртуальный помощник логично занимает место «исполнительного механизма» этой экосистемы: МИРОН определяет, чему и когда учить работника, виртуальный помощник — как это довести до навыка и поддерживать между занятиями, а диалоговый слой — как отвечать на вопросы по ходу дела.

Преимущества и ограничения.

К преимуществам концепции относятся: непрерывность сопровождения работника вместо эпизодической учёбы, возможность безопасно отрабатывать редкие и опасные ситуации, объективность и воспроизводимость оценки, накопление персональной статистики для выявления системных пробелов как у отдельного работника, так и по подразделению в целом, мгновенный доступ к нормативной базе в форме живого диалога, снятие территориальных и временных ограничений на тренировки. Показательно, что цифровые сервисы локомотивного комплекса «РЖД» уже дали измеримый эффект — число нарушений локомотивных бригад в поездках сократилось на 23,2%, — что подтверждает потенциал персональных цифровых инструментов в управлении человеческим фактором [3].

Ограничения следует рассматривать честно. Во-первых, виртуальная среда не воспроизводит полную сенсорную и эмоциональную обстановку реальной поездки: разработчики отмечают, что только зрительной симуляции недостаточно и нужны средства чувственной симуляции — перегрузки, вибрации, акустика [1]. Во-вторых, автоматическая подсказка не должна превращаться в «опору на костыль»: если система всегда отвечает на вопрос, работник перестаёт помнить ответ сам. Отсюда методическое требование — подсказки дозируются в зависимости от этапа подготовки и значимости знания: в учебном режиме помощь полная, в контрольном — нулевая. В-третьих, языковая модель способна порождать правдоподобные, но ошибочные ответы, поэтому недопустимо её применение без привязки к верифицированному корпусу документов и без механизма контроля достоверности, ошибка модели в вопросе безопасности движения имеет цену, несопоставимую с удобством диалога [10]. В-четвёртых, автоматическая оценка опирается на формализованные критерии и может не учитывать контекст, который опытный инструктор видит сразу. В-пятых, постоянное сопровождение связано с вопросами информационной безопасности, защитой персональных данных и психологическим комфортом работника: помощник не должен восприниматься

как инструмент слежки, иначе вместо доверия он вызовет сопротивление. В-шестых, ошибка тренажёрной модели не должна закреплять у обучаемого неправильные навыки — требования к валидации моделей в отрасли чрезвычайно высоки.

Отдельного внимания требует режим работы диалогового помощника во время поездки. Справочные запросы в пути не должны отвлекать бригаду от ведения поезда: голосовое обращение допустимо только в безопасные интервалы (стоянка, подготовка к поездке), а в движении помощник работает в фоновом режиме — только предупреждения о критических отклонениях, поступающие по каналу контроля, без свободного диалога. Это принципиальное ограничение отличает личного помощника машиниста от универсальных голосовых ассистентов: цена отвлечённого внимания в кабине измеряется безопасностью движения.

Отсюда следует главный методический принцип: виртуальный помощник — средство усиления, а не замена. Целесообразна модель распределения ролей, при которой система берёт на себя рутинные, массовые и количественно измеримые операции (первичное закрепление, регламентные тренировки, тестирование, напоминания, справочные ответы, аналитика), а человек-инструктор — экспертные и воспитательные функции: сложные разборы, мотивацию, оценку готовности к самостоятельной работе, работу с психологическим состоянием работника.

Условия эффективного внедрения.

Опираясь на проведённый анализ, можно сформулировать условия результативности виртуального машиниста-инструктора как личного помощника:

1. валидация моделей локомотивов, тормозных систем и инфраструктуры на соответствие технической документации и правилам тяговых расчётов — без этого навыки, сформированные в среде помощника, будут расходиться с реальной эксплуатацией [1],

2. построение диалогового слоя на принципе «каждый ответ — со ссылкой на пункт норматива», с верифицированным корпусом отраслевых документов и дообучением модели на них, а не на общедоступных данных [10, 11],

3. интеграция с корпоративными платформами (СДО, «МИРОН», системы планирования бригад), чтобы данные о тренировках, разборах и подсказках попадали в единый цифровой профиль работника [3, 4],

4. прозрачные и валидированные критерии автоматической оценки, согласованные с машинистами-инструкторами, — иначе система рискует превратиться в формальный «автозачёт»,

5. дифференциация режимов помощи (обучение — тренировка — контроль) с осознанным ограничением подсказок на контрольных этапах и запретом свободного диалога во время движения,

6. этический контур: ясные работнику правила сбора и использования данных о нём, разделение функций развития и дисциплинарного контроля,

7. сохранение роли человеческого инструктора как супервизора: периодическая очная проверка готовности, разбор сложных случаев, работа с мотивацией,

8. эргономика и режимы использования: помощник должен дополнять, а не замещать необходимый объём практики на реальной технике.

Заключение.

Виртуальный машинист-инструктор — закономерный этап эволюции цифровых средств подготовки локомотивных бригад: от стационарных тренажёров через VR- и AR-среды к адаптивным интеллектуальным системам, встроенным в корпоративную экосистему. Однако ключевое содержание предложенной концепции не в технике, а в смене модели взаимодействия: система перестаёт быть инструментом, который работник посещает по расписанию, и становится личным помощником, сопровождающим каждого члена бригады перед поездкой, во время работы, после неё и между сменами. Диалоговый слой на основе больших языковых моделей придаёт этому

сопровождению естественную форму: помощник не только ведёт работника по учебной программе, но и отвечает на его вопросы, объясняет нормативную базу живым языком и разбирает каждую ошибку в беседе — при жёстком условии, что за каждым ответом стоит проверенный документ, а не «воображение» модели.

Такой помощник не заменяет машиниста-инструктора, а переводит его профессию в новое качество — методиста и супервизора цифровой системы сопровождения. Работник же получает то, чего не могла дать традиционная модель подготовки: постоянного наставника, который знает его сильные и слабые стороны, доступен в любое время и помогает не только научиться, но и уверенно, безопасно работать каждый день. Именно в этом сочетании — обучение, тренировка и повседневная личная помощь конкретному человеку — состоит вклад виртуального машиниста-инструктора в устойчивость перевозочного процесса и безопасность движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Копытенкова О.И., Алиев О.Т. Анализ современных автоматизированных тренажерно-обучающих комплексов для подготовки локомотивных бригад // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 3. С. 143–151. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-avtomatizirovannyh-trenazherno-obuchayuschih-kompleksov-dlya-podgotovki-lokomotivnyh-brigad (дата обращения: 19.11.2026)
2. Круглов В.А. Применение системы искусственного интеллекта на железнодорожных тренажерах // Бюллетень результатов научных исследований. 2013. № 3. С. 79–85. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sistemy-iskusstvennogo-intellekta-na-zheleznodorozhnyh-trenazherah (дата обращения: 19.11.2026)
3. Цифровая трансформация локомотивного комплекса РЖД: проект «МИРОН», «Цифровое локомотивное депо» // Коммерсантъ. 19.11.2025. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8195635 (дата обращения: 19.11.2026)

4. СДО: система персонализированного обучения // РЖД Цифровой. URL: https://rzddigital.ru/career/analytics/sdo-sistema-personalizirovannogo-obucheniya/ (дата обращения: 19.11.2026)
5. Локомотивные бригады начали обучать с помощью дополненной реальности // Гудок. 30.11.2025. URL: https://gudok.ru/content/tekhnologii/1733412/ (дата обращения: 19.11.2026)
6. Тренажерные комплексы для подготовки персонала объектов железнодорожного транспорта // ЗАО «ИНИУС». URL: https://inius.ru/dynamic_modeling_and_development_of_training_complexes/ (дата обращения: 19.11.2026)
7. Разработка методов синтеза интеллектуальных обучающих комплексов для подготовки персонала железнодорожного транспорта: автореф. дис. … канд. техн. наук. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003308995.pdf (дата обращения: 19.11.2026)
8. Как РЖД применяют искусственный интеллект // РЖД Цифровой. URL: https://rzddigital.ru/opinions/kak-rzhd-primenyayut-iskusstvennyy-intellekt-/ (дата обращения: 19.11.2026)
9. Как LLM-модели облегчают жизнь путешественникам // РЖД Цифровой. URL: https://rzddigital.ru/world/kak-llm-modeli-oblegchayut-zhizn-puteshestvennikam-/ (дата обращения: 19.11.2026)
10. Исследование больших языковых моделей на знание специфики железнодорожного транспорта // Молодая наука Сибири. 2024. URL: https://ojs.irgups.ru/index.php/mns/article/view/1505 (дата обращения: 19.11.2026)
11. Использование больших языковых моделей как инструмента поддержки принятия решений на транспортных предприятиях // КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bolshih-yazykovyh-modeley-kak-instrumenta-podderzhki-prinyatiya-resheniy-na-transportnyh-predpriyatiyah (дата обращения: 19.11.2026)

Kravchenko M.A.
master's degree student of 3rd year
Department of Management and Marketing
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
(St. Petersburg, Russia)

VIRTUAL LOCOMOTIVE DRIVER-INSTRUCTOR FOR RAILWAY LOCOMOTIVE CREWS: FROM SIMULATOR TO EMPLOYEE'S PERSONAL ASSISTANT

Abstract: *the article proposes and substantiates the concept of a virtual locomotive driver-instructor: a software system that serves not only as a training tool but also as a personal assistant to every locomotive crew member throughout their career. Advances in simulator systems, corporate digital platforms, and large language models are shown to have provided the technical basis for a shift from periodic simulator-based training to continuous personalized support for employees. The virtual assistant's functions include personalized learning pathways, simulation of abnormal situations, objective assessment of crew members' actions, real-time guidance and advice, conversational support based on language models, and post-trip review of mistakes. The article analyzes the technology's advantages and limitations and identifies conditions for its effective use. It concludes that the virtual locomotive driver-instructor does not replace a human specialist but changes that specialist's role: the instructor shifts from providing ready-made knowledge to serving as a training methodologist and supervisor of the digital system, while employees gain a permanent mentor accessible at any time and anywhere on the railway network.*

Keywords: *virtual locomotive driver-instructor, locomotive crew, personal assistant, simulator-based training, large language model, adaptive learning, employee digital profile, railway safety.*