



**Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Самарское региональное отделение Российской академии транспорта
Куйбышевская железная дорога – филиал
ОАО «Российские железные дороги»
Муниципальное предприятие городского округа Самара
«Самарский метрополитен им. А.А. Росовского»
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»
(ПривГУПС)**

ИННОВАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЁННОЙ
50-ЛЕТИЮ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
И 50-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

ТОМ 2

Самара, 24–25 сентября 2026 г.

**Самара
2026**

УДК 656.2:[62-52+621.3]

ББК 39.217-06

И 66

И 66

Инновации в системах обеспечения движения поездов : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию электротехнического факультета и 50-летию кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». Том 2. Самара, 24–25 сентября 2026 г. – Самара : ПривГУПС, 2026. – 150 с.

ISBN 978-5-98941-408-6

Межвузовский сборник трудов содержит материалы результатов научных исследований и современные достижения учёных, отражающие приоритеты инновационных технологий транспортной отрасли страны. Сборник трудов предназначен для научных и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами исследования, разработкой, внедрением и эксплуатацией устройств и технологий для железнодорожного транспорта.

УДК 656.2:[62-52+621.3]

ББК 39.217-06

ISBN 978-5-98941-408-6

© ПривГУПС, 2026

© Коллектив авторов, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3. Фундаментальные и прикладные исследования для транспорта

Ж. В. Ардашева, А. Н. Балалаев, Ю. А. Печенкина. Моделирование сыпучего груза в полувагоне с целью определения нагрузки на рессорные комплекты тележек	5
А. Н. Балалаев, Ю. А. Печенкина, В. В. Русских. Моделирование рессорного комплекта с различающимися по высоте пружинами	10
Л. А. Варжицкий. Цифровой способ уменьшения погрешности калибровки бесконтактных проксиметров	13
В. А. Дюк, В. А. Ермилов. Оценка воздействия эмиссий транспорта на общественное здоровье в субъектах Российской Федерации	16
В. А. Засов, Н. А. Глазков. О возможностях декорреляции белым шумом при подавлении коррелированных помех	19
В. А. Засов, И. С. Чапланов. Повышение помехоустойчивости алгоритма оптимизации роом светлячков	22
Л. В. Козиенко, И. А. Пахомов. Анализ временных и частотных характеристик сигналов SHDSL с линейным кодированием TC-PAM16	26
А. М. Кртян, Т. С. Зайцева. Метод роя частиц: принципы, алгоритм и исследование его применения в разных сферах	35
С. Э. Ольховиков, М. Р. Ершова. Формирование и перспективы развития международных транспортных коридоров Китай-Западная Европа	44
В. Н. Панченко, А. В. Кирсанова. Контроль деталей использованием машинного зрения	50
К. В. Портнов. Оптимизация расписания движения поездов в условиях неопределённости с применением генетических алгоритмов	53
И. Л. Сандлер, Д. А. Эздеков. Программный комплекс моделирования токовой кривой и диагностики стрелочного электропривода СП-6М	56
Д. А. Эздеков, И. Л. Сандлер. Алгоритм многоклассовой диагностики неисправностей стрелочного электропривода СП-6М по токовой кривой перевода	59
Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин. Оценка качества функционирования приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ при воздействии гармонических помех от тягового подвижного состава	62

СЕКЦИЯ 4. Актуальные аспекты управления инновациями на транспорте, учебно-методические вопросы образования, духовно-нравственного и патриотического воспитания

С. А. Блинкова, К. С. Веляева. Сетевая модель формирования инноваций в транспортной отрасли	66
С. А. Бурцев. Диагностика отраслевой идентичности студентов как инструмент управления образовательными инновациями	69
В. Д. Гнатюк, И. О. Туркменов, С. А. Бурцев. Патриотическое воспитание студентов транспортного вуза через созидательную деятельность и отраслевую принадлежность	73

А. А. Душкин. Практико-ориентированная подготовка специалистов на полигоне направляющих систем	77
А. В. Жебанов, Г. А. Данильцев. Применение технического зрения при организации ремонтных работ по восстановлению работоспособности железнодорожного транспорта	80
А. Р. Заржецкая, Е. Г. Хоровинникова. Внедрение инновационных проектов в области технологии транспортных процессов и их влияние на требования к персоналу и систему управления человеческим капиталом	83
В. Ф. Ислаев. Профессиональное обучение и студенческие отряды как связка отраслевой социализации	86
Н. С. Козлова, Э. И. Ибрагимова, Д. Д. Михайлов. Комплексная подготовка кадров для обеспечения функционирования и развития цифровой железной дороги	90
С. В. Коркина, Г. Г. Киселев. Повышение качества и эффективности процесса обучения и технической учебы операторов ПТО вагонного эксплуатационного депо	94
Н. О. Курочкин. Ключевые аспекты формирования инновационной модели устойчивого экономического развития предприятий винодельческой отрасли как основы социального развития региона	98
А. В. Нагин. Студенческие отряды в системе трудового воспитания и профилактики рисков молодежной социализации	103
А. В. Нагин, В. Н. Усов, В. Ф. Ислаев. Студенческие отряды как механизм формирования кадрового резерва транспортной отрасли	107
Е. Ю. Пузина, А. Н. Сенюшкина, Д. А. Кочнев, В. С. Сидоров, Е. А. Белый. Виртуальное приложение для выполнения практических заданий по дисциплине «тяговые и трансформаторные подстанции»	111
М. А. Пыркова. Отраслевая идентичность студентов транспортного вуза как ресурс управления инновациями в образовательной среде	116
О. В. Тарасова. Антикризисные инструменты удержания рабочих кадров в путевом хозяйстве ОАО «РЖД»	120
Т. М. Тарасова. Разработка мобильного приложения с AI-ассистентом как инструмент повышения эффективности технического осмотра вагонов: экономический аспект	127
Г. М. Торхов, Н. С. Козлова. Вопросы духовно-нравственного и патриотического воспитания	131
И. О. Туркменов. Студенческие отряды как механизм социального капитала и управления молодежной социализацией в транспортном вузе	134
И. О. Туркменов, В. Ф. Ислаев. Сетевые сообщества и студенческие отряды как среды отраслевой идентичности молодежи транспортного вуза	138
А. С. Яковлева, Е. П. Епифанова, А. С. Петрова. Институциональная эволюция и современные вызовы системы подготовки кадров для железнодорожной отрасли в России	142
О. В. Яковлева, Э. П. Пономарёва. Трудовой подвиг женщин тыла в годы великой отечественной войны (на примере моей прабабушки Сухоплюевой Т. Ф.)	148

Фундаментальные и прикладные исследования для транспорта

УДК 629.4.018

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЫПУЧЕГО ГРУЗА В ПОЛУВАГОНЕ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ НА РЕССОРНЫЕ КОМПЛЕКТЫ ТЕЛЕЖЕК

Ж. В. Ардашева, А. Н. Балалаев, Ю. А. Печенкина

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. При загрузке полувагона сыпучим грузом возможно неравномерное распределение груза по площади кузова и смещение центра тяжести суммарной массы кузова и груза относительно геометрического центра кузова. В результате тележки полувагона воспринимают разную нагрузку при смещении центра тяжести в продольном направлении, либо колеса разных сторон полувагона воспринимают разную нагрузку при смещении в поперечном направлении. При одновременном смещении центра тяжести в продольном и поперечном направлениях все пружинные комплекты тележек воспринимают различную нагрузку, что может привести к качке вагона и излому самых нагруженных пружин.

Нормативным документом установлены предельно допустимые величины смещения центра тяжести суммарной массы кузова и груза относительно геометрического центра кузова в зависимости от массы груза [1]. Выявить смещение центра тяжести у полувагона при коммерческом осмотре можно с помощью интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС), на котором имеются вагонные весы с поколесным взвешиванием. Однако не все пункты коммерческого осмотра оснащены такими весами. В этом случае положение центра тяжести груза в полувагоне необходимо моделировать, пользуясь фотографией груза, сделанной при коммерческом осмотре.

Цель работы. В данном исследовании ставится цель: составить алгоритм моделирования сыпучего груза в полувагоне, определить центр тяжести суммарной массы кузова и груза относительно геометрического центра кузова, рассчитать нагрузку на наиболее нагруженный пружинный комплект и сравнить эту величину с максимально допустимой нагрузкой.

Актуальность. Согласно докладу и.о. главного инженера АО «ВРК-1» А. Ф. Рогозина от 16–17.11.2017 на тему «Анализ существующей нормативно-технической документации по изготовлению и ремонту пружин. Разграничение гарантийной ответственности при изготовлении, ремонте и эксплуатации пружин» за 9 месяцев 2017 г. в текущий отцепочный ремонт было отцеплено по технологическим неисправностям в межремонтный период 50219 грузовых вагонов, из них по коду «214» – излом пружин – 5340, что составило 10,6%. Согласно [2], за 9 месяцев 2024 года в ТОР поступило 137,7 тысячи грузовых вагонов по причине неисправности тележек (13,4% от всех поступивших в ТОР грузовых вагонов), из них по причине излома пружин 23,1 тысячи (2,25% от всех поступивших в ТОР грузовых вагонов). Таким образом, количество изломов пружин достаточно высоко. Одной из причин излома пружин является сверхнормативная нагрузка пружинного комплекта, вызванная смещением

центра тяжести суммарной массы кузова и груза относительно геометрического центра кузова. Нормативным документом [3] установлены предельные нагрузки на пружины, приводящие к смыканию витков, что не допустимо в эксплуатации. Для наружной пружины тележки 18-100 с диаметром прутка 30 мм эта нагрузка составляет 3749 кгс, для внутренней пружины с диаметром прутка 21 мм – 1938 кгс. Так как в одном пружинном комплекте тележки 18-100 семь двухрядных пружин, то в системе СИ общая предельная нагрузка составит $(3749+1938) \cdot 7 \cdot 9,81 = 390526$ Н. Таким образом, задача расчета нагрузки наиболее нагруженного пружинного комплекта и сравнения этой величины с максимально допустимой нагрузкой является актуальной задачей.

Основная часть. Если на пункте коммерческого осмотра делается фотография кузова полувагона с грузом, то можно измерить расстояния от верхней обвязки кузова до границы сыпучего груза в нескольких местах с постоянным шагом по длине кузова, а затем моделировать в программе CAD, например, SolidWorks, груз несколькими конусами. Сыпучий груз часто распределяется несколькими кучками, поэтому модель груза проектировалась из трех конусов. Основаниями конусов являлись окружности диаметром 11500 мм, центры окружностей смещены от боковой стены полувагона на разные расстояния, конусы имеют угол $78,2^\circ$ и высоту 1200 мм. После создания конусов они обрезались по внутренним размерам кузова. Индикаторы, размещенные вдоль боковых стен кузова, позволяли измерять расстояния от верха кузова модели полувагона до поверхности модели груза. По этим индикаторам подбирались геометрические параметры конусов до наиболее полного соответствия с размерами, снятыми с фотографии груза.

Чтобы определить центр тяжести суммарной массы кузова и груза, модели груза была задана плотность (для щебня 1640 кг/м^3). Модель полувагона размещалась на определенном расстоянии от плоскости рельсов (550 мм до опорных на рессоры поверхностей наддрессорных балок), а плоскость рельсов поворачивалась на некоторый угол относительно горизонтальной плоскости для моделирования превышения наружного рельса над внутренним в кривом участке пути. В системе координат, связанной с поверхностью головок рельсов, центр которой проецируется на эту поверхность из геометрического центра полувагона, определяются массовые характеристики и координаты центра тяжести модели кузова полувагона с грузом. На рис. 1 представлены массовые характеристики модели кузова полувагона с двумя наддрессорными балками и моделью груза, образованного тремя конусами.

Смещение центра тяжести модели кузова полувагона с грузом в продольном направлении (вдоль оси X) составляет 100,0 мм, в поперечном направлении (вдоль оси Z) – 100,2 мм; возвышение над поверхностью головок рельсов (координата Y) – 1910,9 мм.

Чтобы определить усилие с опорных поверхностей наддрессорных балок, в исследовании на статическую прочность программы SolidWorks Simulation задаются нагрузки, действующие на модель, и закрепляются опорные поверхности наддрессорных балок (задаются условия отсутствия перемещений). Задаются дистанционные нагрузки: силы тяжести и центробежной силы, возникающей при прохождении кривого участка, приложенные из центра тяжести в системе координат, связанной с горизонтальной поверхностью, к наддрессорным балкам.

Чтобы определить усилие с опорных поверхностей наддрессорных балок, в исследовании на статическую прочность программы SolidWorks Simulation задаются нагрузки, действующие на модель, и закрепляются опорные поверхности наддрессорных балок (задаются условия отсутствия перемещений). Задаются дистанционные нагрузки: силы тяжести и центробежной силы, возникающей при прохождении кривого участка, приложенные из центра

тяжести в системе координат, связанной с горизонтальной поверхностью, к наддресорным балкам.

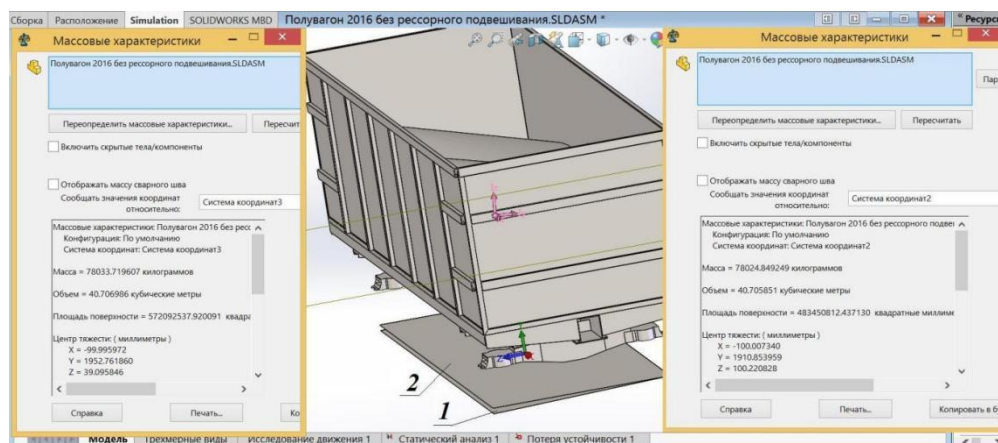


Рис. 1. Инструмент программы SolidWorks для определения массовых характеристик и координат центра тяжести модели кузова полувагона с грузом относительно систем координат, привязанных к: 1 – горизонтальной плоскости (система координат 3); 2 – поверхности головок рельсов (система координат 2)

Сила тяжести составила $78025 \cdot 9,81 = 765425$ Н, а центробежная сила – $78025 \cdot 0,837 = 65325$. Величина центростремительного ускорения $0,837$ м/с² была получена из выражения

$$a_c = \frac{V_R^2}{R} - g \cdot \frac{H_p}{2S}, \quad (1)$$

где V_R – скорость движения вагона (было принято превышающее нормы значение скорости $27,3$ м/с); R – радиус кривого участка (принято 650 м); H_p – величина превышения наружного рельса, принимается равной $0,05$ м для кривой радиусом 650 м; $2S$ – расстояние между кругами катания колес в колесной паре, принимается равным $1,580$ м для прямой или кривой радиусом 650 м.

Также задается сила давления ветра на боковую стенку полувагона. Величина давления ветра установлена равной 360 Па, так как эта величина рекомендуется в расчетах на устойчивость грузового вагона нормативным документом [4]. Для расчета на статическую прочность кроме нагрузок на модель необходимо задать граничные условия в виде ограничения на перемещение частей модели. Крепление типа «зафиксированный» установлено для поверхности опоры на пружинный комплект наддресорной балки. Такие же закрепления были установлены для остальных опор наддресорных балок. Кроме наддресорных балок были зафиксированы неподвижно твердые тела, моделирующие горизонтальную плоскость и поверхность головок рельсов.

Для использования в исследовании на статическую прочность модели полувагона с грузом метода конечных элементов (МКЭ) на модели кузова с грузом была построена сетка МКЭ. Минимальный размер сетки конечных элементов составил 100 мм. После запуска исследования на статическую прочность в программе SolidWorks Simulation и получения результатов расчета была выведена на экран сила реакции одной из зафиксированных поверхностей – поверхностей опоры на пружинный комплект наддресорной балки. Значение наибольшей реакции опоры показано на рис. 2.

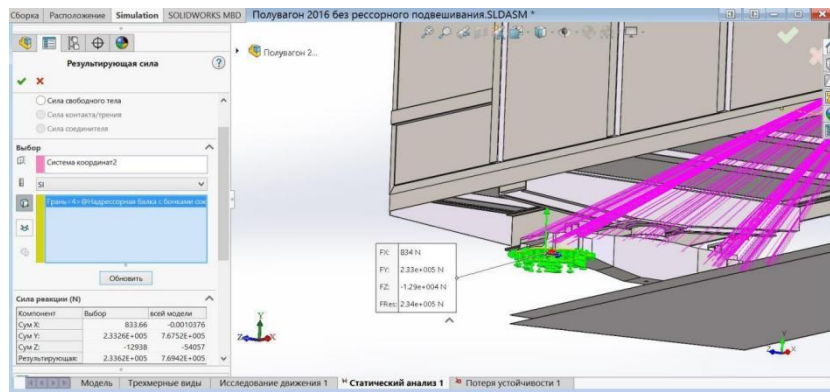


Рис. 2. Просмотр величины реакции опоры модели полувагона на пружинный комплект тележки

Величина силы реакции зафиксированной опоры модели полувагона на пружинный комплект тележки по координате Y составила 233260 Н. Определение силы реакции велось в системе координаты 2, связанной с поверхностью уровня головок рельсов. Так как предельная нагрузка на пружинный комплект тележки 18-100 составляет 390526 Н, то можно сделать вывод, что при установленной величине смещения центра тяжести суммарной массы кузова и груза относительно системы координат, связанной с поверхностью уровня головок рельсов, наибольшая нагрузка на пружинный комплект меньше предельной нагрузки.

Составить уравнение регрессии, связывающее нагрузку на пружинный комплект с координатами центра тяжести суммарной массы кузова полувагона с грузом, можно с помощью теории планирования эксперимента [5]. Для получения уравнения регрессии, связывающего максимальную нагрузку на пружинный комплект с координатами центра тяжести, были выбраны независимые факторы уравнения регрессии и интервалы их варьирования – см. табл. 1.

Таблица 1

Независимые факторы и их интервалы варьирования

Факторы x_j	Уровни факторов (максимальный, номинальный, минимальный)			Интервал варьирования Δu_j , мм
	$u_{j \max}$	$u_{j \text{ nom}}$	$u_{j \min}$	
Координата X, мм	-110	-100	-90	10
Координата Z, мм	110	100	90	10
Координата Y, мм	2102	1911	1720	191

Чтобы сделать факторы безразмерными и находящимися в одинаковом диапазоне производилось нормирование факторов по следующей формуле:

$$\bar{u}_j = \frac{u_j - u_{j \text{ nom}}}{\Delta u_j}, \quad (2)$$

где $j=1,2,3$; $\Delta \bar{u}_j = 0,5 \cdot (u_{j \max} - u_{j \min})$.

Функция регрессии от трех независимых безразмерных факторов имеет вид:

$$f(\bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{u}_3) = b_0 \cdot \bar{u}_0 + b_1 \cdot \bar{u}_1 + b_2 \cdot \bar{u}_2 + b_3 \cdot \bar{u}_3 + b_4 \cdot \bar{u}_4 + b_5 \cdot \bar{u}_5 + b_6 \cdot \bar{u}_6 + b_7 \cdot \bar{u}_7, \quad (3)$$

где $\bar{u}_0 = 1$; $\bar{u}_4, \bar{u}_5, \bar{u}_6, \bar{u}_7$ – факторы, учитывающие взаимодействия трех независимых факторов; $\bar{u}_4 = \bar{u}_1 \cdot \bar{u}_2$; $\bar{u}_5 = \bar{u}_2 \cdot \bar{u}_3$; $\bar{u}_6 = \bar{u}_1 \cdot \bar{u}_3$; $\bar{u}_7 = \bar{u}_1 \cdot \bar{u}_2 \cdot \bar{u}_3$.

На основе матрицы Адамара был составлен план компьютерного эксперимента над моделью кузова полувагона с грузом – см. табл. 2. По этому плану выполнены 8 компьютерных экспериментов по определению максимальной нагрузки на пружинный комплект с получением значений реакций опор, аналогично результату, показанному на рис. 9. Результаты экспериментов представлены в столбце 10 табл. 2.

Таблица 2

План эксперимента над моделью кузова полувагона с грузом

№ опыта i	Факторы $\bar{u}_j$								Целевая функция $f(\bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{u}_3)$
	$\bar{u}_0$	$\bar{u}_1$	$\bar{u}_2$	$\bar{u}_3$	$\bar{u}_4$	$\bar{u}_5$	$\bar{u}_6$	$\bar{u}_7$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	241500
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	231670
3	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	236880
4	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	234520
5	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	230780
6	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	240620
7	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	235400
8	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	237760

Коэффициенты уравнения регрессии (3) находятся из выражения

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^8 (\bar{u}_{ij} \cdot f(\bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{u}_3)_i)}{8}, \quad (4)$$

где j – порядковый номер фактора ($j=0,1,2,\dots,7$); i – порядковый номер опыта ($i=1,2,3,\dots,8$).

После подстановки в выражения (4) значений целевой функции из 10 столбца табл. 2, были найдены коэффициенты уравнения регрессии (3), которое приняло следующий вид:

$$f(\bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{u}_3) = 236100 \cdot \bar{u}_0 + 441,25 \cdot \bar{u}_1 + 1869 \cdot \bar{u}_2 + 3049 \cdot \bar{u}_3 + \\ -1,25 \cdot \bar{u}_4 - 1,25 \cdot \bar{u}_5 + 1,25 \cdot \bar{u}_6 + 1,25 \cdot \bar{u}_7. \quad (5)$$

Из уравнения можно найти значения факторов, при которых значение функции регрессии (максимальной нагрузки на пружинный комплект) равно предельной нагрузке на пружинный комплект тележки 18-100. Подставляя в левую часть уравнения значение предельной нагрузки 390526 Н, а в его правую часть – новые значения трех независимых факторов, можно из условия равенства правой и левой частей найти координаты центра тяжести, при которых витки максимально нагруженных пружин смыкаются. Так это условие выполняется при значениях координат $X = -2405$ мм, $Y = 2484$ мм, $Z = 281$ мм – это одно из возможных соотношений координат.

Заключение. В работе предложен алгоритм моделирования сыпучего груза в полувагоне, по которому можно определить смещение центра тяжести суммарной массы кузова с грузом относительно системы координат, центром которой является проекция геометрического центра кузова на плоскость уровня головок рельсов, с учетом такого смещения рассчитать нагрузку на наиболее нагруженный пружинный комплект и сравнить эту

величину с максимально допустимой нагрузкой. Данный алгоритм позволяет определить условия превышения максимально допустимой нагрузкой на пружинный комплект тележки, в состав которых входят кроме смещения центра тяжести, высота центра тяжести над поверхностью головок рельсов, скорость движения в кривом участке пути и величина превышения наружного рельса над внутренним в кривом участке пути. Тестовый расчет показал возможность реализации этого алгоритма с помощью построения 3-D модели кузова полувагона с двумя надрессорными балками и грузом, с использованием МКЭ в программе SolidWorks Simulation и применением теории планирования эксперимента. Предложенный алгоритм можно использовать при анализе причин неисправности по коду «214» – излом пружин, а также сходов вагонов, аварий и крушений, сопровождающихся этой неисправностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические условия размещения и крепления грузов: Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) // Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД) [Электронный ресурс]. – 2015. – 714 с. – Режим доступа: https://transles.ru/upload/iblock/documents/spravochnaya/SMGS_Prilozhenie_3.pdf (Дата обращения 07.02.2026)
2. Агафонов, М. С. Отцепки грузовых вагонов в неплановый ремонт за 9 месяцев 2024 г. / М. С. Агафонов // Вагоны и вагонное хозяйство. 2024. № 4(80). С. 8–9. ISSN 1817-6089.
3. РД 32 ЦВ 052-2009. Руководящий документ. Ремонт тележек грузовых вагонов тип 2 по ГОСТ 9246 с боковыми скользунками зазорного типа. Утв. Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества 13–14 мая 2010 г. с изменениями и дополнениями. – М.: Совет по железнодорожному транспорту государств – участников содружества, 2010.
4. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – М.: Стандартиформ, 2016, с. 54.
5. Разработка математических моделей напряженно-деформированного состояния металлических опор контактной сети железных дорог методами теории планирования эксперимента / Л. А. Астраханцев, М. П. Базилевский, О. В. Лобанов, В. П. Ступицкий // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3(91). – С. 188–195. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_3_188. – EDN QURQLM.

УДК 629.4.018

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕССОРНОГО КОМПЛЕКТА С РАЗЛИЧАЮЩИМИСЯ ПО ВЫСОТЕ ПРУЖИНАМИ

А. Н. Балалаев, Ю. А. Печенкина, В. В. Русских

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. В рессорном комплекте тележки 18-100 грузового вагона 7 наружных и 7 внутренних пружин, высота которых не должна различаться более чем на 4 мм при выходе из деповского или капитального ремонтов [1], и более чем на 5 мм при выпуске из текущего отцепочного ремонта [2]. Однако у пружин тележки 18-100 высота из-за допуска при изготовлении может меняться от 247 мм до 256 мм [3]. Поэтому пружины в одном комплекте при плановых и текущем ремонтах необходимо подбирать по высоте, причем под клинья ставятся пружины с наибольшей высотой. Из-за возможной неравномерности загрузки вагона центр тяжести суммарной массы кузова с грузом может смещаться относительно

геометрического центра, что приводит к неравномерной нагрузке на пружинные комплекты грузовых тележек.

Согласно [4, с. 19], за 9 месяцев 2023 года в ТОР поступило 149,9 тысячи грузовых вагонов по причине неисправности тележек (14,6% от всех поступивших в ТОР грузовых вагонов), из них по причине излома пружин 23,4 тысячи (2,28%). Согласно [5], за 9 месяцев 2024 года в ТОР поступило 137,7 тысячи грузовых вагонов по причине неисправности тележек (13,4%), из них по причине излома пружин 23,1 тысячи (2,25%). Одной из причин данных неисправностей является сверхнормативная разница по высоте пружин рессорного комплекта.

Основная часть. В данном исследовании ставится цель: разработать методику расчета НДС наиболее нагруженной пружины при нагружении пружинного комплекта грузовой тележки силой, заданной величины, если в состав комплекта входят пружины с различной высотой.

В работах [6, 7] был описан виртуальный стенд для исследования двухрядной пружины тележки грузового вагона. Для одновременного исследования семи двухрядных пружин величину нагрузки на пружинный комплект можно определить при коммерческом осмотре с помощью железнодорожных весов [8].

Для моделирования фиксации надрессорной балки относительно боковой рамы в нижнем основании виртуального стенда выполнен вал, а в крышке – направляющая втулка, в которую вал входит с зазором. Схема проведения виртуальных испытаний пружин разной высоты на прогиб методом конечных элементов показана на рис. 1.

В виртуальном стенде модели подклиновых двухрядных пружин были выполнены самой большой высоты (у внутренней пружины высота равнялась 254 мм, у наружной – 252 мм), все остальные модели пружин имели высоту 249 мм. Нижнее основание закреплялось типом крепления «фиксированное», к верхней крышке прикладывалась сила 233261 Н. На контакты моделей пружин и оснований накладывалось условие «без проникновения» с коэффициентом трения 0,07. В свойствах исследования заданы параметры: «Включить глобальное трение» и «Использовать податливую пружину для стабилизации модели». Число конечных элементов составило 44434.

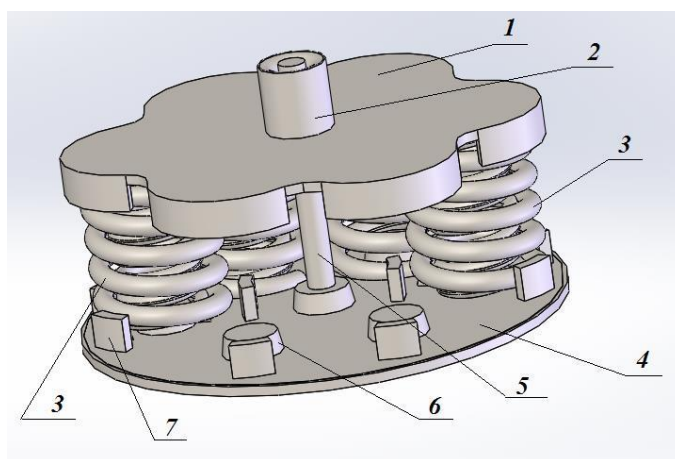


Рис. 1. Виртуальный стенд для испытаний семи двухрядных пружин

На рис. 2 представлена эпюра напряжения во всей модели виртуального стенда с детализацией величины напряжения в модели подклиновой внутренней пружины.

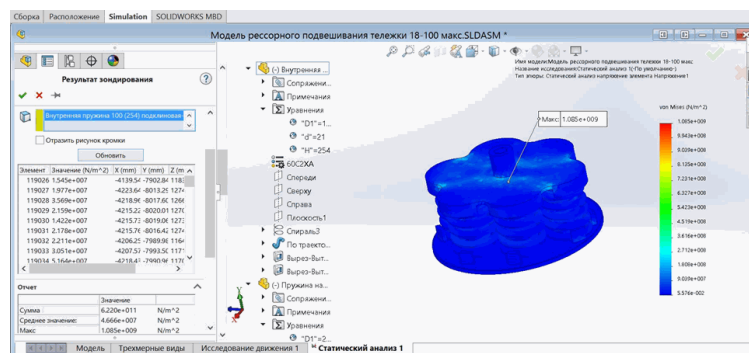


Рис. 2. Результаты расчета напряжений в модели виртуального стенда

Как видно на рис. 2, максимальная величина напряжения в модели виртуального стенда равна 1085 МПа, эта же величина является максимальным напряжением в модели внутренней пружины с высотой 254 мм (подклиновой), что свидетельствует о наибольшей нагруженности именно этой пружины.

Для оценки работоспособности пружины в течение установленного срока службы ($1 \cdot 10^5$ циклов нагружения согласно [9]) проводилось исследование на усталостную прочность. Для материала пружин 60C2XA задавалась кривая S-N при коэффициенте напряжений $R = -1$ (полностью реверсивная нагрузка).

На рис. 3 представлены значения коэффициента нагрузки в исследовании усталостной прочности модели внутренней пружины высотой 254 мм.

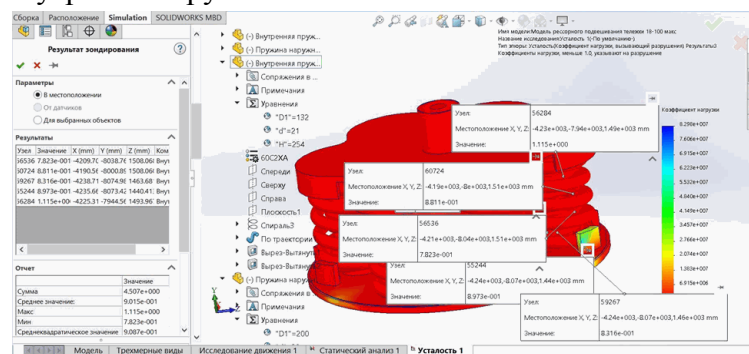


Рис. 3. Значения коэффициента нагрузки в исследовании усталостной прочности модели внутренней пружины высотой 254 мм

Как видно на рис. 3, минимальное значение коэффициента нагрузки у модели внутренней пружины равно 0,7823, что позволяет сделать вывод о том, что данная пружина прослужит свой срок службы только при максимальной величине нагрузки, используемой в исследовании на статическую прочность, умноженной на коэффициент 0,7823, то есть максимально допустимой по условиям усталостной прочности нагрузкой будет нагрузка $233261 \cdot 0,7823 = 182480$ Н.

Заключение. В работе предложена методика расчета НДС наиболее нагруженной пружины при нагружении пружинного комплекта грузовой тележки заданной силой, включающая модель виртуального стенда для исследования семи двойных пружин различной высоты и алгоритм исследований статической и усталостной прочности моделей пружин в программе SolidWorks Simulation.

В тестовом расчете при нагрузке на пружинный комплект, равной 233261 Н, высоте двух подклиновых внутренних пружин 254 мм, высоте двух подклиновых наружных пружин 252 мм и высоте остальных пружин 249 мм минимальный коэффициент запаса статической

прочности наиболее нагруженной пружины составил 1,066; минимальное значение коэффициента нагрузки у этой пружины равно 0,7823; максимально допустимая нагрузка по условию сохранения работоспособности пружины при $1 \cdot 10^5$ циклов нагружения равна 182480 Н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 32 ЦВ 052-2009. Руководящий документ. Ремонт тележек грузовых вагонов тип 2 по ГОСТ 9246 с боковыми скользунми зазорного типа. Утв. Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества 13–14 мая 2010 г. с изменениями и дополнениями. – М.: Совет по железнодорожному транспорту государств – участников содружества, 2010.
2. РД 32 ЦВ 056-97. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520. Руководство по текущему отцепочному ремонту: утв. МПС России 02.09.1997 г. 14 с. RD 32 TsV 056-97.
3. РД 32 ЦВ 050-2005. Руководящий документ. Методика выполнения измерений надрессорной балки, боковых рам, пружин и рессорного комплекта при проведении плановых видов ремонта тележек 18-100" (утв. ОАО "РЖД" 10.08.2005)
4. Королев, А. В. Отцепки грузовых вагонов в неплановый ремонт за 9 месяцев 2023 г / А. В. Королев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2023. – № 4(76). – С. 18–19. – EDN SMWRXC.
5. Агафонов, М. С. Отцепки грузовых вагонов в неплановый ремонт за 9 месяцев 2024 г / М. С. Агафонов // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2024. – № 4(80). – С. 8–9. – EDN KZOVET.
6. Балалаев, А. Н. Цифровой стенд для виртуальных испытаний двухрядных пружин различной высоты с имитацией отрицательных температур окружающей среды / А. Н. Балалаев // Наука и образование транспорту. – 2025. – № 1. – С. 10–14. – EDN BNYVXZ.
7. Балалаев, А. Н. Выявление на виртуальном испытательном стенде пружин рессорного подвешивания с недопустимыми в эксплуатации параметрами / А. Н. Балалаев, А. В. Жебанов // Транспорт Урала. – 2025. – № 2(85). – С. 29–36. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-2-29-36. – EDN FMUGKL.
8. Глушко, М. И. Контроль устойчивости экипажа и определение центра тяжести груза при помощи устройств взвешивания / М. И. Глушко, Т. А. Антропова // Транспортное дело России. – 2017. – № 1. – С. 151–152. – EDN YICLER.
9. ГОСТ 13764-86. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2007, с. 6.

УДК 681.2.088

ЦИФРОВОЙ СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ КАЛИБРОВКИ БЕСКОНТАКТНЫХ ПРОКСИМЕТРОВ

Л. А. Варжицкий

Приволжский государственный университет путей сообщения

В метрологических подразделениях РЖД собственными силами поверяется более 350 тыс. средств измерений в год и более 1,7 млн. единиц подвергаются калибровке [1].

Задача обеспечение единства измерений неизменно остается актуальной. С целью развитие метрологического обеспечения разрабатываются новые методы калибровки, происходит внедрение бесконтактных сенсоров.

Так, например, бесконтактный контроль параметров колесных пар подвижного состава позволяет повысить надежность подвижного состава и уменьшить вероятность аварийных ситуаций. Принцип действия этой системы основан на контроле трехмерных объектов оптическими методами [2].

Современные бесконтактные средства линейных измерений весьма разнообразны и, как правило, обеспечивают достоверные и эффективные оценки самых различных параметров. Среди этих средств особое место занимают сенсоры, использующие инфракрасное излучение (ИК-сенсоры). Это обусловлено их уникальными свойствами: безопасностью, высоким быстродействием и невысокой стоимостью одновременно, что несвойственно для других типов бесконтактных сенсоров. Однако ИК-сенсоры проникают в технику измерений медленно. Основной причиной этого являются трудности их калибровки, так как серийно-выпускаемое калибровочное оборудование обеспечивает калибровку в относительно узких частотном и динамическом диапазонах. Один из самых совершенных калибраторов для бесконтактных сенсоров *TMS 9100D* обеспечивает калибровку в частотном диапазоне лишь до 150 Гц и с амплитудой колебаний не более 640 мкм. При этом коэффициент нелинейных искажений достигает 5% [3]. Несмотря на такие весьма посредственные характеристики, его стоимость превышает 5,0 млн. рублей.

Такая ситуация определяет актуальность развитие методов и средств калибровки бесконтактных сенсоров.

В ряде случаев на производстве, в депо или испытательных центрах возникает потребность оперативной калибровки сенсоров. При этом возникает вопрос о погрешности, допускаемой при калибровке.

При необходимости уменьшения погрешности калибровки возможно использование представленного в работе цифрового способа задания калиброванных расстояний S_m между сенсором и отражателем. Для этого предусмотрено применение клинообразного механизма, обеспечивающего преобразование линейного перемещения сенсора L в пропорциональное расстояние S_m . При угле α между экраном и линией перемещения сенсора соотношение между L и S_m имеет вид:

$$S_m = L \cdot \sin(\alpha) \quad (1)$$

где S_m – калиброванное расстояние между сенсором и отражателем;

L – линейное перемещение сенсора;

α – угол между экраном и линией перемещения сенсора

Из этого соотношения следует, что есть две абсолютные погрешности при калибровке: первая – ΔS_L , обусловленная погрешностью задания линейного перемещения L , и вторая – ΔS_α , вызванная отклонениями угла α от расчетного значения. Основной причиной возникновения погрешности ΔS_α является несоответствие отражающей поверхности идеальной плоскости. При этом её значение может быть существенно уменьшено как конструктивными мерами, так и уменьшением зеркальной составляющей отраженного потока по сравнению с диффузной, которая менее чувствительна к угловым отклонениям.

В отличие от погрешности ΔS_α , уменьшение первой составляющей ΔS_L требует задания координаты L с погрешностью, равной $\Delta S_L \cdot \sin(\alpha)$. Так, например, для предела абсолютной погрешности ΔS_L равной 10 мкм потребуется задание L с точностью до 0,1 мм при $\alpha=6^\circ$. Таким образом, использование даже аналогового штангенциркуля в сочетании с предлагаемым методом позволит на порядок снизить погрешность калибровки до значения 10 мкм, что допустимо во многих случаях применения бесконтактных проксиметров. К таким случаям можно отнести многие вибрационные испытания и контроль геометрии крупных механических деталей, например, колес различных транспортных средств.

При этом следует учитывать связь между динамическим диапазоном сенсора $\pm S_m$ и длиной мерной линейки, обеспечивающей линейное перемещение сенсора на величину L . Так,

например, для калибровки сенсора с динамическим диапазоном перемещений ± 25 мм и угле $\alpha \approx 6^\circ$ потребуется обеспечить линейное перемещение в диапазоне ± 25 см, что соответствует длине линейки не многим более 0,5 метра.

Для уменьшения погрешности за счет уменьшения угла α потребуется увеличение длины L . Зависимость погрешности ΔS_L от угла α в соответствии с соотношением (1) представлена на рисунке 1.

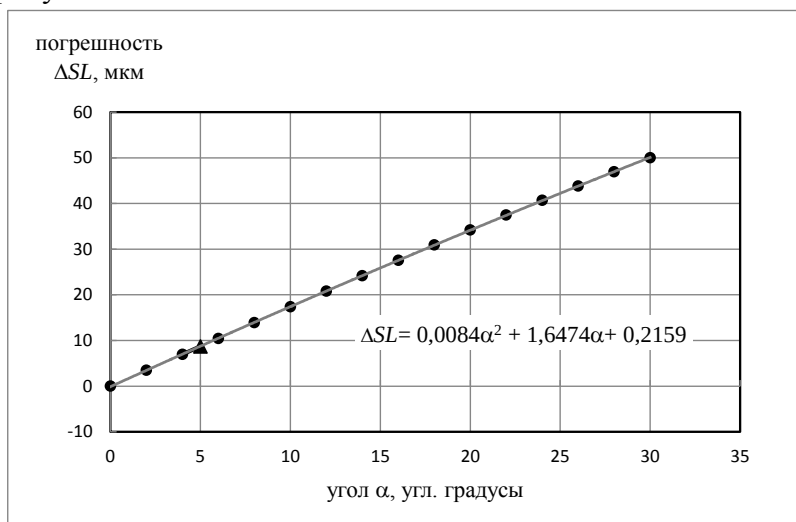


Рис. 1. График зависимости погрешности ΔS_L от угла α : погрешность задания линейного перемещения $\Delta L = 0,1$ мм; — график аппроксимирующего полинома второй степени; ••••• - график зависимости ΔS_L от угла α

Как следует из приведенных данных, взаимосвязь погрешностей почти линейная, о чем свидетельствует уравнение линии регрессии в виде полинома второй степени, приведенное в поле диаграммы.

Из приведенных результатов также следует, что погрешность задания калиброванного расстояния ΔS_L существенно снижается в $\sin(\alpha)$ раз. Так, например, при погрешности задания линейного перемещения 0,1 мм для угла $\alpha = 12^\circ$ погрешность задания калиброванного расстояния ΔS_L составит менее 20 мкм, то есть уменьшается в 5 раз, а при $\alpha = 5^\circ$ - более чем в 10 раз.

При необходимости уменьшения погрешности задания калиброванных расстояний может быть использована современная система линейных перемещений с шаро-винтовой парой и приводом от шагового двигателя.

Для реализации этого механизма может быть использована 1-осевая система линейного перемещения *DriveSet M104 LSLP*, схематично изображенная на рисунке 2.

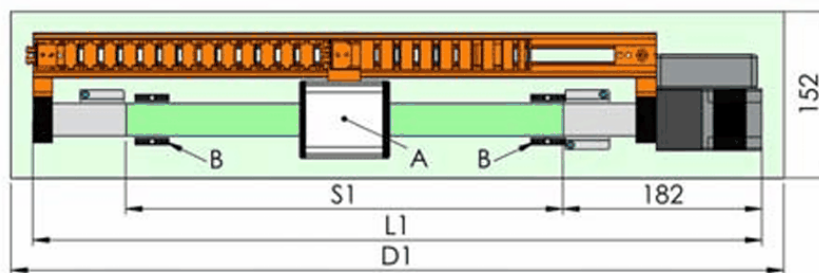


Рис. 2. Схема компоновки системы *DriveSet M104 LSLP*: длина зоны перемещения каретки $L1$ может быть специфицирована в диапазоне от 420 мм до 1760 мм; шаг винта – 3 мм

По своему назначению она относится к системам горизонтального и вертикального позиционирования сверхмалых грузов с малой скоростью [4]. Драйвер двигателя встроено в устройство управления с регулируемым значением величины микрошага от 400 ... 10 000 импульсов на один оборот вала.

Оценим предел погрешности такого способа задания S_m в варианте без использования микрошагового режима, то есть с 400 импульсами на один оборот вала двигателя. При шаге винта 3 мм и двигателе с шагом $0,9^\circ$ поворота вала на один импульс дискретность задания линейного перемещения составит 7,5 мкм. В результате такого относительно точного задания линейного перемещения погрешность задания калиброванного расстояния ΔS_L снизится до 0,75 мкм (при значении угла $\alpha=5^\circ$).

Заключение. Предложенный способ с использованием клинообразного устройства обеспечивает снижение погрешности калибровки, не требует организации колебаний или вращательного движения и обеспечивает существенный экономический эффект, так как ориентировочная себестоимость его реализации как минимум в 50 раз меньше цены самого бюджетного серийного калибратора. Способ может быть использован для калибровки и определения коэффициента гармоник бесконтактных сенсоров любого принципа действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Объединение производителей железнодорожной техники: сайт. Москва. URL: <https://opzt.ru/news> (дата обращения: 21.03.2025).
2. Сибирский центр транспортных технологий: сайт. Новосибирск. URL: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex-2> (дата обращения: 26.03.2025).
3. Modal Shop, Inc.: [сайт]. URL: <https://www.modalshop.com/> (дата обращения: 30.01.2025).
4. Systec Elektronik und Software GmbH.: [сайт]. URL: <https://www.promsnab.info/> (дата обращения: 23.06.2026).

УДК: 504.3.054:614.71(470+571)

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИССИЙ ТРАНСПОРТА НА ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. А. Дюк, В. А. Ермилов

Институт проблем транспорта им. Н. С. Соломенко Российской академии наук

Актуальность исследования. В условиях интенсивного развития транспортной инфраструктуры и роста урбанизации, проблема негативного воздействия выхлопных газов на качество атмосферного воздуха и здоровье населения становится критически важной. По имеющимся оценкам, вклад автотранспорта в суммарные выбросы в атмосферу достигает 85% [1], что делает его основным источником техногенной нагрузки. Выхлопные газы содержат сложный комплекс токсичных соединений, включая оксиды азота, летучие углеводороды, мелкодисперсные частицы и другие компоненты [2], оказывающие доказанное негативное влияние на респираторную, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы [3]. В связи с этим, особую значимость приобретает количественная оценка связи между региональными объемами транспортных выбросов и ключевыми показателями заболеваемости для выработки эффективных управленческих решений в области экологической безопасности.

Цель и задачи исследования. Главной целью настоящей работы является выявление статистически значимых закономерностей между уровнями загрязнения атмосферы от передвижных источников и динамикой заболеваемости населения в регионах Российской Федерации. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: формирование комплексной базы данных по 89 субъектам РФ за период с 2005 по 2024 годы; выбор и обоснование метода многомерного анализа, обеспечивающего интерпретируемость результатов; построение регрессионных моделей для различных групп заболеваний; и количественная оценка вклада отдельных поллютантов в формирование показателей заболеваемости.

Материалы и методы. В работе использовались официальные статистические данные Росстата и отчеты природоохранных ведомств. Итоговая база данных включала 10 зависимых переменных, характеризующих заболеваемость (от общей до врожденных аномалий), и ряд независимых предикторов – объемов выбросов ключевых загрязнителей от автомобилей и других передвижных источников. Все значения были нормированы на численность населения и усреднены за исследуемый период. Дополнительно рассчитывались показатели тренда для каждого временного ряда.

Для анализа данных использовался метод взвешенной неотрицательной регрессии (WNNLS) [9]. Выбор данного метода обусловлен его способностью строить интерпретируемые модели с неотрицательными коэффициентами, что позволяет избежать ложных корреляций и повышает устойчивость результатов при анализе многомерных данных. Оценка качества моделей производилась по величине взвешенного коэффициента детерминации R^2 , а вклад каждого фактора определялся на основе его стандартизированного коэффициента.

Результаты исследования. Применение метода WNNLS [9] позволило выявить статистически достоверные связи для четырех групп заболеваний: общей заболеваемости (ОЗ), болезней органов дыхания (БОД), новообразований (НП) и врожденных аномалий (ВА). Для каждой из этих групп были получены регрессионные уравнения, отражающие количественный вклад отдельных загрязнителей. Ниже приведены полученные модели с использованием переименованных переменных.

Модель 1: Общая заболеваемость (ОЗ). Уравнение:

$$ОЗ = 1636,02 \cdot X1 + 985,44 \cdot X2 + 57,97 \cdot X3 + 336,83 \cdot X4 + 37,00 \cdot X5 + 3,56 \cdot X6 + 4,27 \cdot X7$$

Коэффициент детерминации (R^2) составил 0.54, что указывает на среднюю прогностическую силу модели. Наибольший вклад в формирование общей заболеваемости вносят эмиссии диоксида серы от всех передвижных источников ($X1$, 42.3%) и выбросы аммиака автотранспортом ($X2$, 26.6%). Меньшее, но заметное влияние оказывают трендовые характеристики летучих органических соединений ($X3$), метан ($X4$) и угарный газ ($X5$).

Модель 2: Болезни органов дыхания (БОД). Уравнение:

$$БОД = 901,04 \cdot X1 + 420,24 \cdot X2 + 28,16 \cdot X3 + 25,21 \cdot X5 + 23,40 \cdot X4$$

Модель демонстрирует $R^2 = 0.53$. Структура вкладов аналогична предыдущей: доминирующую роль играют диоксид серы ($X1$, 50.4%) и аммиак ($X2$, 24.6%). Подтверждается значимость факторов, связанных с метаном ($X4$) и угарным газом ($X5$) в развитии респираторных патологий.

Модель 3: Новообразования (НП). Уравнение:

$$НП = 23,09 \cdot X2 + 0,65 \cdot X6 + 3,32 \cdot X4 + 0,22 \cdot X7$$

Для данной модели $R^2 = 0.44$. Наиболее значимыми предикторами оказались выбросы аммиака от автотранспорта ($X2$, 48.9%) и летучие органические соединения ($X6$, 41.6%).

Полученный результат согласуется с известными данными о мутагенных и канцерогенных свойствах данных веществ.

Модель 4: Врожденные аномалии (ВА). Уравнение:

$$BA = 5,87 \cdot X2 + 0,58 \cdot X8 + 0,19 \cdot X5$$

Модель имеет $R^2 = 0.24$. Наибольший вклад внесла переменная X2 (аммиак, 55.9%), а также ее тренд (X8, 31.3%) и тренд угарного газа (X5, 12.9%). Несмотря на относительно низкое значение R^2 , модель подтверждает взаимосвязь между характеристиками выбросов и частотой врожденных патологий.

Обсуждение результатов. Проведенный анализ позволил выявить, что выбросы аммиака являются системным фактором, вошедшим во все четыре регрессионные модели. Это указывает на его недооцененную роль как загрязнителя и требует пересмотра приоритетов в регулировании выбросов автотранспорта. Диоксид серы, в свою очередь, является ведущим предиктором для общей заболеваемости и патологий органов дыхания. Данные результаты согласуются с современными эпидемиологическими исследованиями и предоставляют количественную основу для разработки региональных программ снижения экологических рисков.

Заключение. В ходе исследования установлены статистически достоверные связи между выбросами от мобильных источников и показателями здоровья населения. Наибольший вклад в ухудшение здоровья вносят аммиак, диоксид серы и летучие органические соединения. Полученные результаты имеют важное прикладное значение и могут быть использованы для формирования природоохранной политики, направленной на адресное снижение выбросов наиболее опасных поллютантов в регионах с высоким уровнем заболеваемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатова А. С., Денисова И. А., Бондаренко В. П. и др. Экология города. – 2008.
2. Центр гигиены и эпидемиологии Сахалинской области. Автотранспорт как источник загрязнения атмосферного воздуха и влияния на здоровье человека. URL: <https://sakhgig.ru/main/info/1212-avtotransport-kak-istochnik-zagrzaznenija-atmosfernogo-vozduha-i-vlijanija-na-zdorove-cheloveka.html> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Проект «ЭкоМобильность». Влияние загрязнения воздуха от транспорта на здоровье человека. URL: <https://school-science.ru/24/13/61576> (дата обращения: 10.10.2025).
4. Кислицын Д. А. Влияние выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников на здоровье человека. – 2021.
5. Бондарь И. и др. Анализ технико-экологических факторов автомобильного транспорта, влияющих на экологическую безопасность крупных мегаполисов // Вестник КазАТК. – 2025. – Т. 137. – № 2. – С. 532–543.
6. Ложкина О. В., Мальчиков К. Б. Анализ опасного загрязнения воздушной среды выбросами двигателей внутреннего сгорания автомобилей и судов // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. – 2021. – С. 517–522.
7. Алиев А. А., Велиев, С. М. Транспорт и экологические проблемы // Мировая наука. – 2024. – № 4 (85). – С. 40–49.
8. Бердиева Л., Гараджаев Г. Экологические факторы и их влияние на здоровье человека: оценка рисков и профилактика заболеваний // Международный научный журнал ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА. – 2024. – С. 176.
9. Johnson M. L. Nonlinear least- squares fitting methods // Methods in cell biology. – 2008. – Т. 84. – С. 781–805.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ДЕКОРРЕЛЯЦИИ БЕЛЫМ ШУМОМ ПРИ ПОДАВЛЕНИИ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ

В. А. Засов, Н. А. Глазков

Приволжский государственный университет путей сообщения

Одним из эффективных методов подавления коррелированных помех основан на использовании пауз в прерывистых или импульсных сигналах [1, 2]. Во время пауз полезных сигналов помех производится настройка весовых коэффициентов адаптивного подавителя помех, вне пауз – производится подавление помех адаптивным вычислительным устройством с вычисленными в паузах полезных сигналов коэффициентами [3, 4].

Этот метод эффективен в условиях, когда полезные сигналы и помехи сопоставимы по мощности. Если коррелированные и иные помехи по мощности существенно превышают полезные сигналы, выделение пауз в сигналах практически невозможно, что ограничивает возможности рассмотренного метода. В таких случаях предлагается применять методы декорреляции полезного и помехового сигналов на основе обеления этих сигналов белым шумом [3, 4]. Добавление белого шума в полезный сигнал и сигнал помехи и последующая обработка классическим адаптивным фильтром позволяет не очистить полезный сигнал от помех, а только выделить по уровню мощности паузы в полезном сигнале. Выделенные пороговым устройством паузы в дальнейшем используются на втором (заключительном) этапе очистки от помех.

Задачей предлагаемой работы является определение величины мощности добавляемого белого шума, которая, с одной стороны, должна быть достаточной для обнаружения пауз в полезном сигнале, с другой стороны, не вносить необратимых искажений в полезный сигнал.

Поставленная в работе задача решается методами проведения вычислительных экспериментов на основе предложенной имитационной модели адаптивного устройства (АУ), представленной на рис. 1. Представленная модель позволяет производить вычислительные эксперименты (моделирование) по подавлению коррелированных помех при различных величинах мощности декоррелирующего белого шума. Результаты вычислительных экспериментов приведены на рис. 2 (а, b, c).

В процессе компьютерного моделирования были исследованы характерные режимы работы АУ, отличающиеся отношением мощности добавляемого декоррелирующего белого шума к мощности полезного сигнала (обозначены как X_7 , X_{10} и X_{15}). Например, X_{15} соответствует отношению мощности шума к мощности полезного сигнала, равному 15.

На рис. 2 (а, b, c) представлены результаты компьютерного моделирования, наглядно демонстрирующие влияние величины мощности белого шума на выходной сигнал адаптивного подавителя помех. На рис. 2(а) показан выходной сигнал АУ при уровне декоррелирующего шума, соответствующем отношению X_{10} , полезный сигнал после подавления помех заметно искажен. Погрешность подавления помех не превышает 10%.

На рис. 2(б) показан выходной сигнал АУ при избыточном уровне шума, соответствующем отношению X_{15} , наблюдается существенное искажение выходного сигнала АУ, погрешность подавления помех большая, превышает 15%.

На рис. 2(с) показан выходной сигнал АУ при оптимальном уровне шума, соответствующем отношению X7, обработанный полезный сигнал практически идентичен исходному тестовому полезному сигналу, погрешность подавления помех меньше 5%.

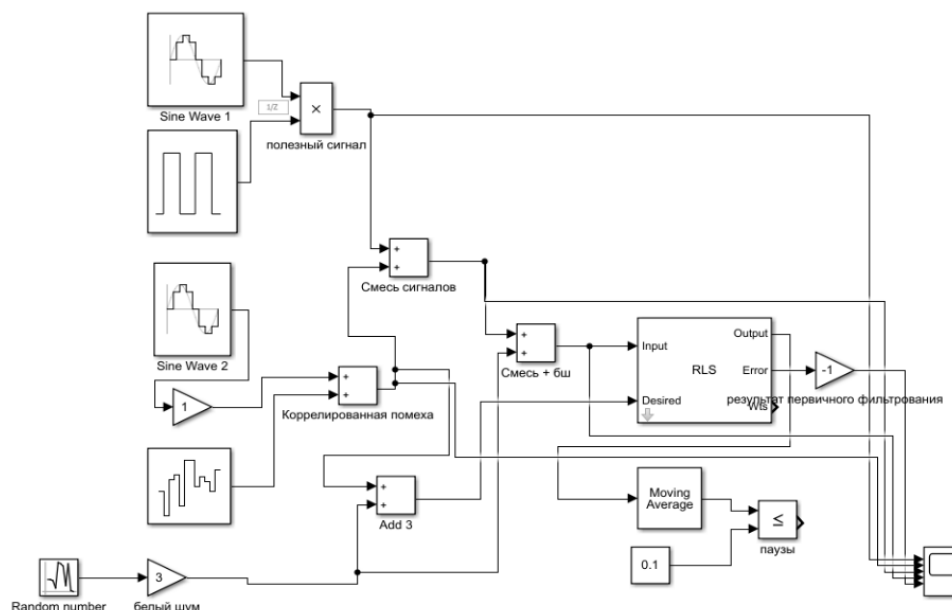


Рис. 1. Имитационная модель адаптивного устройства

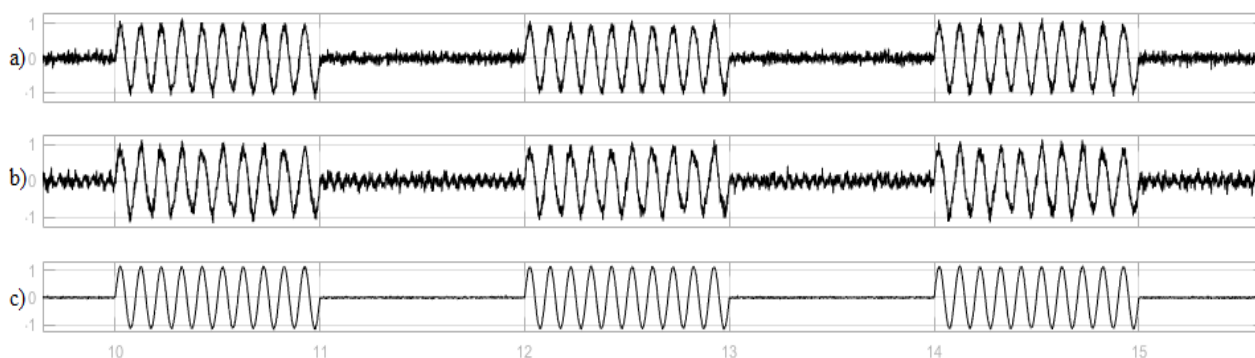


Рис. 2. Результаты вычислительных экспериментов

На рис. 3 представлены экспериментальные зависимости приведённой погрешности δ вычисления полезного сигнала на выходе АУ от мощности N_{WNG} белого шума, используемого для декорреляции. Графики построены для различных отношений мощности коррелированной помехи P_n к мощности полезного сигнала P_s :

график (а) – $P_n/P_s=2$;

график (b) – $P_n/P_s=4$;

график (с) – $P_n/P_s=6$.

Точки a_1 , b_1 , c_1 – это координаты, при которых процесс декорреляции позволяет достоверно обнаружить паузы в полезных сигналах. До достижения этих точек (пунктирная линия) подавление помех осуществляется преимущественно за счёт декорреляции, после (сплошная линия) – с использованием информации о паузах.

Режим X7 – приведённая погрешность минимальна ($\leq 5\%$), паузы надёжно выделяются, выходной сигнал практически идентичен исходному.

Режим X10 – погрешность несколько выше ($\leq 10\%$), чем при X7, наблюдаются заметные, но приемлемые искажения, рекомендуется при отсутствии возможности точной настройки.

Режим X15 – погрешность существенно превышает 15%, использование АУ в данном режиме нецелесообразно.

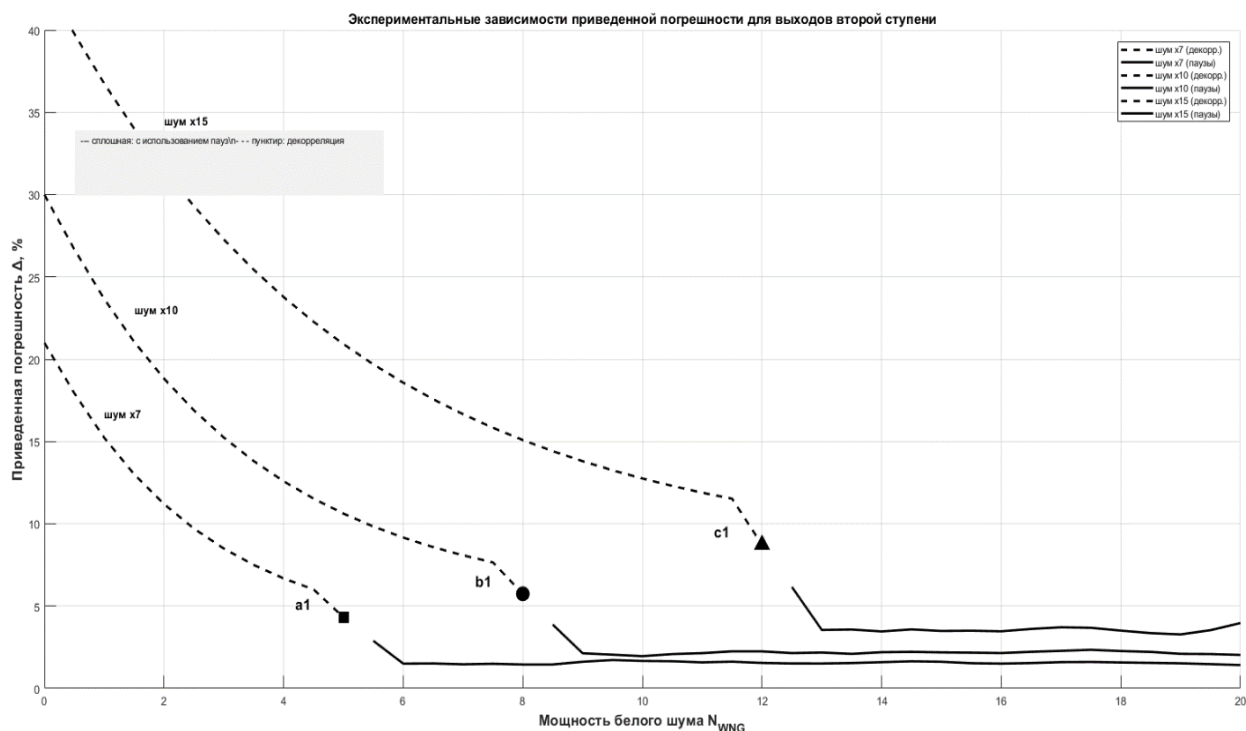


Рис. 3. Экспериментальные зависимости приведённой погрешности δ вычисления полезного сигнала на выходе АУ от мощности белого шума

Результаты работы имеют практическую значимость для подавления помех в технологических каналах связи систем автоматики, связи и управления, в частности для автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН), где подавление помех напрямую влияет на безопасность движения поездов [5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / В. И. Джиган. – М.: Техносфера, 2013. – 528 с.
2. Алышев Ю. В. Оптимальные методы обработки сигналов в системах радиотехники и связи / Ю. В. Алышев, А. В. Борисенков, И. С. Брайнина, О. В. Горячкин, И. В. Григоров, В. Г. Каргашевский, Л. Э. Мелкумова, Д. В. Мишин, Б. И. Николаев, Д. Н. Панин, Д. В. Суханов, Е. О. Хабаров, А. М. Чингаева, С. Я. Шатских. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2018. – 343 с.
3. Засов В. А. Адаптивный компенсатор помех в импульсных сигналах / В. А. Засов, М. В. Ромкин // Патент на изобретение RU № 2736199 от 27.01.2020 г.
4. Засов, В. А. Компенсация помех в приемниках сигналов автоматической локомотивной сигнализации / В. А. Засов // Автоматика на транспорте. – 2019. – № 1, том 5. – С. 32–44.
5. Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ (ред. от 31.07.2025) «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации». – Москва, 2025.
6. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены приказом Минтранса России от 21.12.2010 № 286 (с изм. и доп.). – Москва, 2024. – 320 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ РОЕМ СВЕТЛЯЧКОВ

В. А. Засов, И. С. Чапланов

Приволжский государственный университет путей сообщения

Многие задачи управления сводятся к задачам оптимизации, решением которых является вычисление экстремумов некоторой целевой функции $f(x)$ в пространстве поиска $X \subset R^d$, заданном условиями задачи. Для сложных систем управления целевые функции $f(x)$ имеют особенности: функции являются мультимодальными, немонотонными, т. е. имеют разрывы первого и второго рода, поэтому применение детерминированных алгоритмов оптимизации практически невозможно.

Для определения экстремумов таких сложных целевых функций эффективно использование стохастических алгоритмов, в частности, популяционных роевых алгоритмов оптимизации [1, 2]. Роевые алгоритмы оптимизации базируются на алгоритмах, полученных на основе изучения коллективного поведения живых организмов в природе, таких как стаи птиц, косяки рыб, колонии муравьев, рои пчел и светлячков и др. Каналы информационного обмена агентов роя между собой и внешней средой для разных роевых алгоритмов различны (химический, акустический, оптический) и подвержены искажающему влиянию помех, что снижает эффективность применения роевых алгоритмов [3].

Целью работы является решение актуальной задачи – разработке методики повышения помехоустойчивости алгоритмов оптимизации на примере алгоритма оптимизации роем светлячков.

Разработанный Синь-Шэ Янгом алгоритм роя светлячков (Firefly Algorithm, FA) основан на биолюминесцентной коммуникации светлячков и физических законах затухания света [4]. Алгоритм опирается на три постулата: все агенты роя функционально равнозначны в привлечении агентов; привлекательность пропорциональна яркости; яркость определяется ландшафтом целевой функции. Математически перемещение менее яркого агента i к более яркому j выражается уравнением:

$$X_i^{t+1} = X_i^t + \beta_0 e^{-\gamma r_{i,j}^2} (X_j^t - X_i^t) + \alpha \epsilon_i^t,$$

где β_0 - базовая привлекательность при нулевом расстоянии; γ - коэффициент светопоглощения среды; $r_{i,j}$ - декартово расстояние между агентами в D -мерном пространстве; α - весовой коэффициент случайного блуждания; ϵ_i^t - вектор стохастического возмущения (шагов).

В уравнении перемещения агентов роя присутствуют две составляющие: детерминированная, обусловленная движением агентов к более ярким агентам, и случайная, обусловленная блужданием (стохастическими шагами) агентов, которые не могли определить сигналы от других агентов, т. к. сигналы слишком малы. Наличие экспоненциального множителя $e^{-\gamma r_{i,j}^2}$ в уравнении перемещения вводит физическое ограничение на радиус взаимодействия. Агент взаимодействует не со всей популяцией, а только с локальными соседями. Это приводит к автоматическому разбиению роя на независимые подгруппы (суб-рои), концентрирующиеся вокруг наиболее ярких агентов, которые соответствуют экстремумам целевой функции.

Таким образом, классический алгоритм FA базируется на динамическом балансе между детерминированным притяжением агентов к локальным оптимумам и стохастическим поиском. Рассмотренное выше изменение положения агента в пространстве поиска иллюстрируется рис. 1.

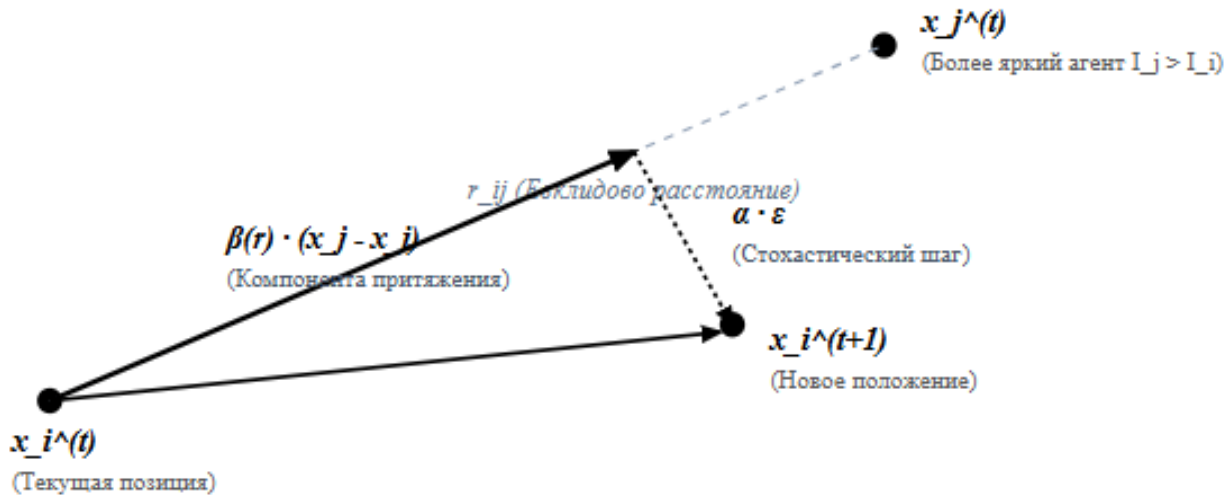


Рис. 1. Иллюстрация изменения положения агента в пространстве поиска

Каналы информационного обмена агентов роя между собой и внешней средой подвержены искажающему влиянию помех, что снижает эффективность применения роевых алгоритмов [1, 2].

Рассмотрим воздействие на рой аддитивных и мультипликативных стохастических помех.

Пусть $F_{true}(x)$ - истинное теоретическое значение целевой функции в точке x . Измерительный тракт фиксирует наблюдаемое значение $F_{obs}(x)$, которое представляется в виде следующей зависимости:

$$F_{obs}(x) = F_{true}(x) \cdot (1 + \eta) + \xi,$$

где ξ - случайная величина, моделирующая аддитивную помеху. Данный параметр представляет собой стационарный случайный процесс с нулевым математическим ожиданием $M[\xi]$ и дисперсией $D[\xi] = \sigma_\xi^2$. Аддитивная компонента суммируется с измеряемым сигналом независимо от его текущей амплитуды [5].

Случайная величина η моделирует мультипликативную помеху с нулевым математическим ожиданием $M[\eta] = 0$ и дисперсией $D[\eta] = \sigma_\eta^2$. Интенсивность мультипликативного воздействия пропорциональна полезному сигналу, что характерно для стохастических процессов, в которых мощность помехи коррелирует с величиной самой наблюдаемой переменной.

При допущении статистической независимости и некоррелированности помех ξ и η , суммарная дисперсия наблюдаемого значения сигнала $D[F_{obs}(x)]$ вычисляется на основе свойств дисперсии суммы случайных величин:

$$D[F_{obs}(x)] = F_{true}^2(x) \cdot \sigma_\eta^2 + \sigma_\xi^2$$

Полученное выражение показывает, что в областях параметрического пространства с высокими значениями $F_{true}(x)$ общая неопределенность (уровень помех) возрастает квадратично за счет мультипликативной составляющей. Данная закономерность

математически обосновывает снижение эффективности алгоритмов при поиске точного экстремума в окрестностях «высоких» пиков целевой функции: зона алгоритмической неопределенности в указанных локациях расширяется пропорционально квадрату амплитуды сигнала.

Для подавления высокочастотных флуктуаций помехи ξ наиболее эффективным решением является применение экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA) [5]. Предлагается, вместо использования мгновенного значения функции при вычислении привлекательности формировать «оценку состояния» $\hat{I}_i(t)$:

$$\hat{I}_i(t) = (1 - \lambda)\hat{I}_i(t - 1) + \lambda\tilde{f}(X_i(t)),$$

где $\lambda \in (0,1]$ - коэффициент сглаживания (параметр адаптации) [3, 5].

Математическая интерпретация данного фильтра следующая: фильтр представляет собой дискретный фильтр низких частот. При $\lambda \rightarrow 0$ фильтрация становится предельно жесткой (алгоритм «игнорирует» новые данные, опираясь только на историю), при $\lambda \rightarrow 1$ фильтр вырождается в классическую модель.

Внедрение этого выражения в уравнение привлекательности $\beta(r_{ij})$ позволяет агентам реагировать не на случайные выбросы помех, а на долгосрочный тренд изменения яркости соседних светлячков. Это математически «сглаживает» процесс принятия решений и делает его устойчивым к случайным отклонениям ξ_i и ξ_j .

Для преодоления проблемы коррелированных помех, когда агент не может дифференцировать истинный градиент от помехового фона, предлагается метод активного дифференциального зондирования - «пульсирующая яркость». Суть метода заключается в том, что каждый агент, находящийся в зоне неопределенности, периодически изменяет свою интенсивность (яркость) по заданному закону, что позволяет соседям «выделить» его сигнал на фоне стационарной помехи.

Модулированная яркость агента $I_i^{mod}(t)$ описывается уравнением:

$$I_i^{mod}(t) = \hat{I}_i(t) \cdot [1 + A \cdot \exp(-\tau t) \cdot \sin(\omega t)],$$

где A - амплитуда импульса; $\exp(-\tau t)$ - коэффициент затухания, обеспечивающий быстрое возвращение к среднему уровню яркости; ω - частота «вспышек».

Математически это создает дифференциальный отклик в системе. Если агент j пытается оценить привлекательность агента i , анализируется динамика:

$$\Delta \widetilde{f}_{ij}(t) = I_j^{mod}(t) - I_i^{mod}(t).$$

В зоне коррелированных помех, где помеха ξ распределена независимо от полезного сигнала, при наличии пульсации получаем:

$$\Delta \widetilde{f}_{ij}(t) = (f_j - f_i) + A \cdot \sin(\omega t) \cdot Env(t) + (\xi_j - \xi_i),$$

где $Env(t) = \exp(-\tau t)$.

Использование модулированного (в частности, манипулированного) сигнала позволяет разделить два компонента, которые ранее были неразличимы:

полезный отклик, который коррелирует с частотой ω . Истинный градиент $f_j - f_i$ теперь модулируется сигналом, создавая периодическую компоненту в оценке привлекательности.

помеховая компонента: случайные величины $\xi_j - \xi_i$ не периодичны.

Следовательно, агент j может применить простейший полосовой фильтр к наблюдаемой разности $\Delta \widetilde{f}_{ij}(t)$. Если после фильтрации амплитуда сигнала на частоте ω стремится к нулю, значит, имеет место коррелированная помеха и движение к данному агенту должно быть запрещено.

Данный подход переводит алгоритм из пассивного состояния (где агент «верит» любому значению сигнала) в состояние активного анализатора среды. Конечно, это требует дополнительных вычислений, однако математически это единственный способ гарантировать, что рой светлячков сходится именно к глобальному оптимуму, а не к случайному совпадению значений сигналов в двух различных точках пространства поиска [6].

В ходе моделирования на тестовой функции Растригина вычислялись показатели среднеквадратичной ошибки (MSE) при различных значениях стандартного отклонения помехи σ . Полученные данные исследования систематизированы и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость среднеквадратичной ошибки MSE от уровня помех

Интенсивность помех (σ)	Ошибка MSE предложенного алгоритма	Ошибка MSE классического алгоритма	Статус сходимости
0.1	0.002	0.083	Стабильная
0.2	0.015	0.191	Стабильная
0.5	0.080	0.561	Замедленная
0.8	0.210	0.937	Критическая

На рис. 2 приведены графики процессов сходимости классического и предложенного помехоустойчивого алгоритмов при воздействии помех.

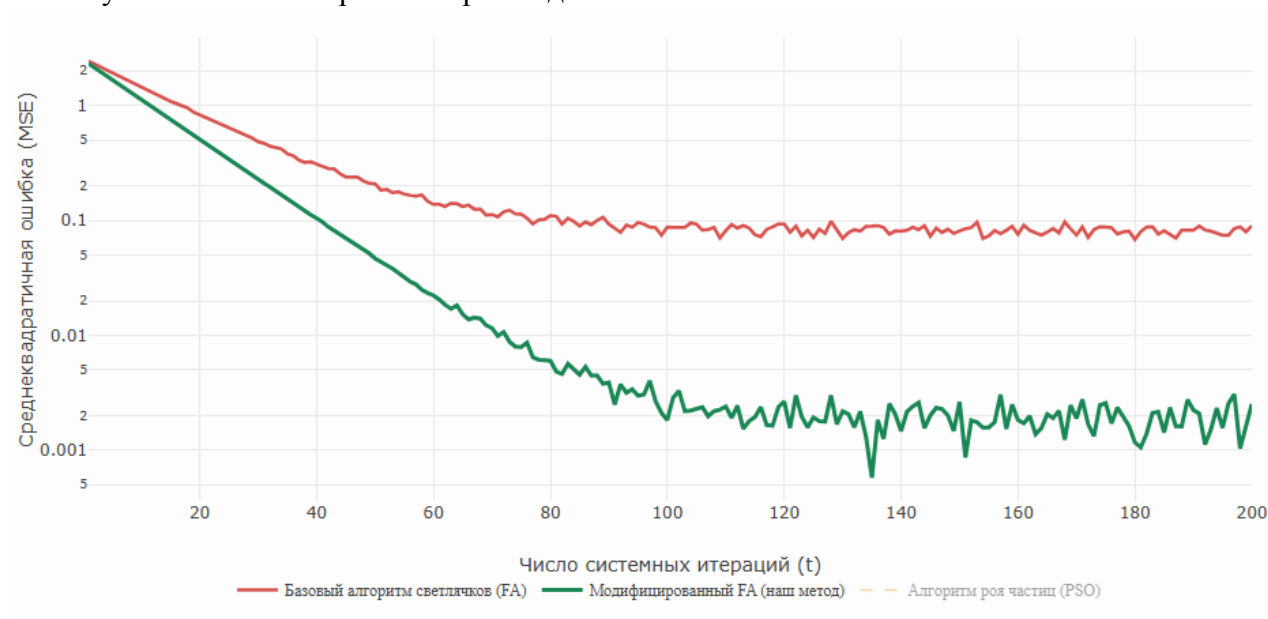


Рис. 2. Сравнительный анализ процессов сходимости к экстремуму классического и предложенного помехоустойчивого алгоритмов при воздействии помех

Сравнение пространственного распределения агентов роя в окрестности глобального оптимума в условиях воздействия стохастических помех приведены на рис. 3: слева - классический алгоритм светлячков (плохое распределение); снизу - предложенный помехоустойчивый алгоритм (хорошее распределение, малый разброс).

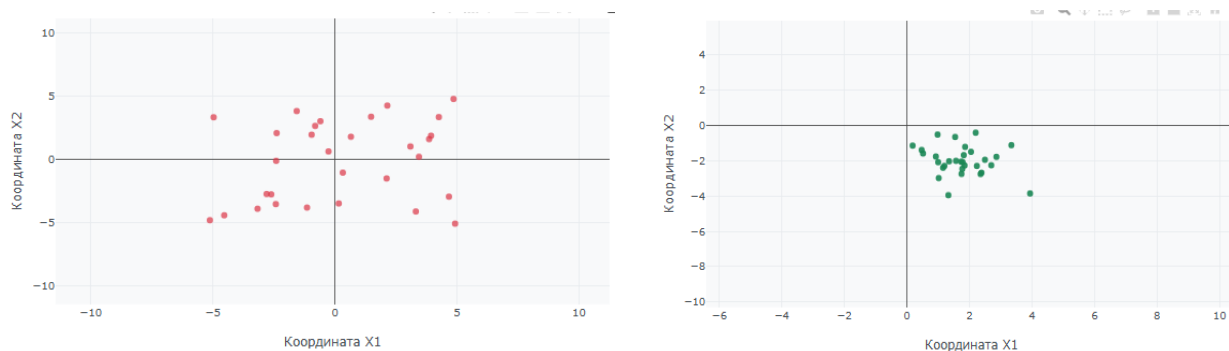


Рис. 3. Сравнение пространственного распределения агентов роя в окрестности глобального оптимума в условиях воздействия стохастических помех: слева - классический алгоритм светлячков (плохое распределение); справа - предложенный помехоустойчивый алгоритм (хорошее распределение, малый разброс).

Предложенный помехоустойчивый алгоритм оптимизации роем светлячков перспективен для управления распределенными автоматизированными системами, например, управления командами взаимодействующих по радиоканалам мобильных роботов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. – М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 446 с.
2. Засов В. А., Чапланов И. С. Системный анализ роевых алгоритмов оптимизации // Наука и образование транспорта. – Самара: СамГУПС, 2024, № 2. – С. 30–34.
3. Zasov V. A. and Busargina K. A., "Possibilities of Population Algorithm for Searching by Swarm of Fireflies in Multiextremal Optimization Problems under Interference Conditions," 2023 25th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA), Moscow, Russian Federation, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/DSPA57594.2023.10113393.
4. Xin-She Yang Firefly Algorithms for Multimodal Optimization Stochastic Algorithms: Foundations and Applications, 2009, Volume 5792 ISBN: 978-3-642-04943-9
5. Алышев Ю. В. Оптимальные методы обработки сигналов в системах радиотехники и связи / Ю. В. Алышев, А. В. Борисенков, И. С. Брайнина, О. В. Горячкин, И. В. Григоров, В. Г. Карташевский, Л. Э. Мелкумова, Д. В. Мишин, Б. И. Николаев, Д. Н. Панин, Д. В. Суханов, Е. О. Хабаров, А. М. Чингаева, С. Я. Шатских. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2018. – 343 с.
6. Засов В. А., Чапланов И. С. Помехоустойчивость алгоритма оптимизации роем светлячков в условиях воздействия структурированных и случайных помех // Наука и образование транспорта. – Самара: СамГУПС, 2024, № 2. – С. 26–30.

УДК 621.391

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ SHDSL С ЛИНЕЙНЫМ КОДИРОВАНИЕМ TC-RAM16

Л. В. Козиенко, И. А. Пахомов

Иркутский государственный университет путей сообщения

Введение. В эпоху доминирования волоконно-оптических линий связи (FTTH/GPON) и высокоскоростных беспроводных сетей (5G, Wi-Fi 6/7), технологии абонентского доступа по медножильным кабельным линиям (xDSL) практически полностью вытеснены из потребительского сегмента и коммерческого сектора. Однако технология SHDSL (Symmetric

High-bit-rate Digital Subscriber Line), регламентированная стандартом ITU-T G.991.2 [1], по-прежнему сохраняет свою актуальность и демонстрирует высокую живучесть в промышленных областях.

На железных дорогах России кабели с металлическими жилами по-прежнему остаются в эксплуатации в хозяйстве связи и СЦБ. Проложенные на перегонах магистральные кабели используются в системах железнодорожной автоматики и телемеханики, с их помощью организуется перегонная связь ПГС и связь с местом аварийно-восстановительных работ МАВР. На ответвлениях от основных магистралей и малодеятельных участках (например, Слюдянка – Порт Байкал КБЖД) организация связи зачастую возможна только по медножильному кабелю.

Применение SHDSL в инфраструктурных проектах обусловлена тремя основными физическими и экономическими факторами:

- использование существующей кабельной инфраструктуры (симметричные кабели связи, телефонные пары и т. д.);

- стабильная связь на расстояниях до 6–10 км без использования промежуточных регенераторов. В отличие от асимметричных технологий (VDSL2, G.fast), работающих в высокочастотном спектре (до 30–106 МГц) и затухающих уже на дистанции в несколько сотен метров, спектр SHDSL смещен в область низких частот (до единиц МГц), что позволяет передавать данные на гораздо большие расстояния;

- симметричность и детерминированность трафика. Технология изначально проектировалась для синхронной передачи (Upstream = Downstream), что критически важно для систем промышленной телеметрии, сигнализации и видеонаблюдения, где объем уходящих данных часто превышает объем входящих команд.

Современный этап развития SHDSL характеризуется переходом от классической модуляции TC-PAM16 к более высокотехнологичным схемам TC-PAM64 и TC-PAM128 (стандарт SHDSL.bis). Это позволило поднять скорость передачи по одной паре до 5.7–15.2 Мбит/с, а при агрегации каналов (до 4 пар) — достигать скоростей порядка 30–60 Мбит/с. Основным вектор развития технологии сегодня — это не увеличение скорости, а обеспечение максимальной надежности, помехозащищенности и интеграция с современными сетевыми протоколами через пакетную передачу данных (EFM — Ethernet in the First Mile, ITU-T G.998.1). Таким образом, несмотря на переход индустрии к пакетным сетям, исследование параметров сигналов SHDSL, механизмов адаптации модуляции TC-PAM к изменяющимся параметрам линии (затухание, перекрестные наводки NEXT/FEXT) и оценка влияния старения кабелей на пропускную способность остаются актуальной научно-технической задачей.

Для изучения особенностей передачи данных между двумя SHDSL модемами в лаборатории «Системы передачи информации» кафедры АТС ИрГУПС была собрана экспериментальная установка (рис. 1.1, 1.2). Стационарные персональные компьютеры (ПК1 и ПК2) соединяются друг с другом через обычную аналоговую двухпроводную телефонную линию с помощью SHDSL модемов QTECH QFC PS4APC1, преобразующих цифровой сигнал в модулированный сигнал формата TC-PAM16 [2, 3]. Модемы QTECH работают в соответствии со стандартом G.991.2, что позволяет передавать данные со скоростью от 64 Кбит/с до 2,304 Мбит/с (2-проводной режим) и от 128 кбит/с до 4,608 Мбит/с (4-проводной режим). Модемы имеют функционал, позволяющий оптимизировать передачу данных от центрального офиса до клиента, поддерживают функции моста, маршрутизатора, Multi-DMZ, виртуальных серверов и VPN (IEEE 802.1q, ATM). Устройство совмещает в себе маршрутизатор и брандмауэр, а также включает SPI, NAT и защиту от DoS-атак.

Анализ сигналов в линии связи осуществляется с помощью двухканального цифрового осциллографа Velleman PSGU250, который позволяет регистрировать мгновенные временные и спектральные характеристики сигналов, а также записывать непрерывные временные последовательности произвольной длительности в режиме Transient Recorder. Поскольку стандартные кабели не позволяют измерять электрические сигналы в процессе передачи, авторами был изготовлен специальный кабель (линия связи), с возможностью параллельного подключения цифрового осциллографа.

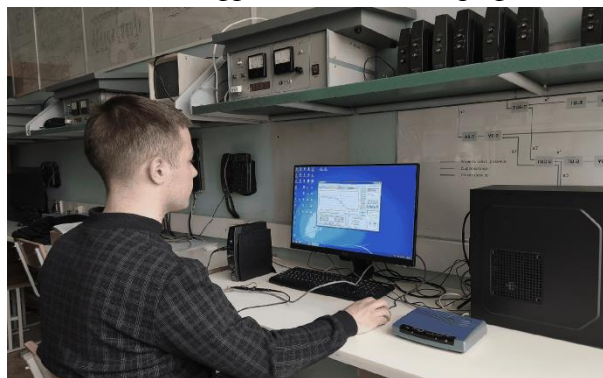


Рис. 1.1. Лабораторная установка для изучения сигналов SHDSL

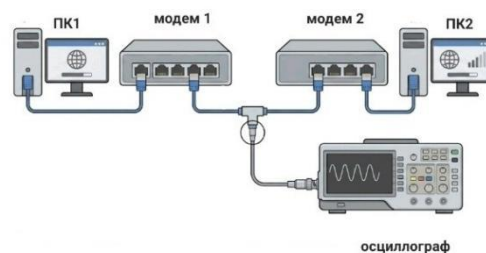


Рис. 1.2. Схема установки для проведения измерений сигналов SHDSL

Обработка и анализ результатов измерений. Лабораторная установка позволяет изучать сигналы в линии связи, образованной между двумя SHDSL модемами, подключенными по топологии «точка-точка» и функционирующими в режиме моста (bridge). После установления соединения, при отсутствии информационной нагрузки канал связи заполняется синхронизирующей последовательностью. С помощью осциллографа осуществлялась запись сигналов TC-PAM16 с последующим формированием наборов данных dataset, состоящих из нескольких осциллограмм.

В рассматриваемом эксперименте каждый набор данных (dataset_xx) состоит из 10 измерений с частотой дискретизации 25 МГц. Все осциллограммы имеют одинаковую частоту дискретизации. Для каждого набора данных на графиках осциллограмм сигналов найдены и отображены экстремумы. Были построены графики амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) для всех 10 измерений. Построены графики кластеризации напряжений уровней сигнала TC-PAM16, где каждому уровню соответствуют центры кластеров, найденных при кластеризации уровней напряжения, соответствующих экстремумам. В работе представлены графики на которых размещены кластеры для всех десяти сигналов, но каждый последующий набор кластеров сдвинут по оси абсцисс относительно первого. Кластеризация проводилась методом К-средних (K-means), но значения времени, соответствующих экстремумам, при кластеризации не учитывались, то есть при нахождении геометрического расстояния между точками экстремумов по оси абсцисс вместо значений времени бралась единица. Экстремумы находились с помощью взятия первой и второй производной, нахождения корней уравнения $\frac{df(x)}{dx} = 0$, а по второй производной определялось, является ли данный экстремум максимумом или минимумом.

Первый набор данных (dataset_01) получен для режима, в котором SHDSL модемы были сконфигурированы на работу с адаптивной скоростью передачи. Осциллограмма (рис. 2.1), АЧХ (рис. 2.2) и график кластеризации напряжений уровней сигнала TC-PAM16 (рис. 2.3), представлены ниже.

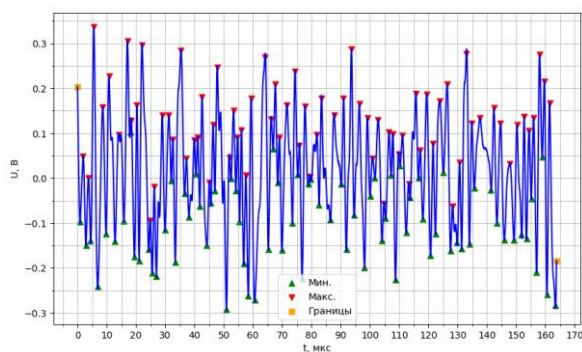


Рис. 2.1. Осциллограмма первого сигнала, входящего в dataset_01

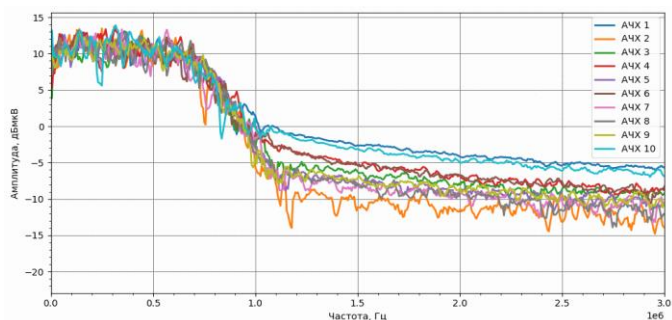


Рис. 2.2. График АЧХ dataset_01

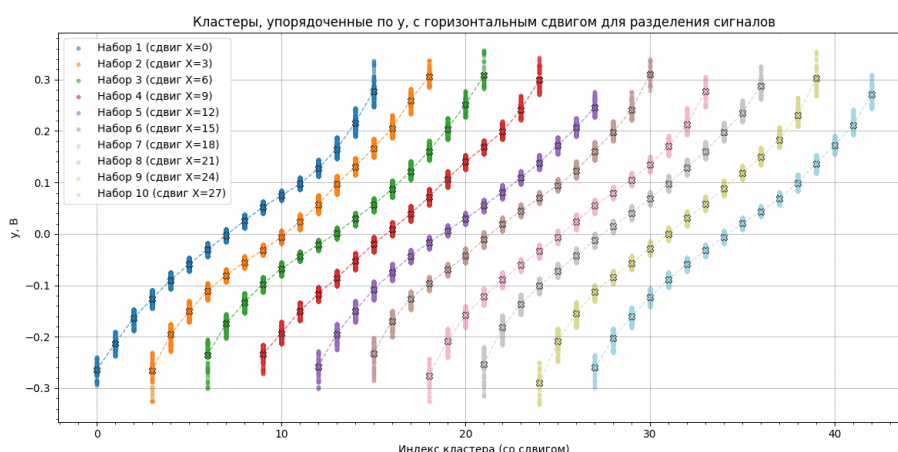


Рис. 2.3. График кластеризации напряжений уровней сигнала для dataset_01

На осциллограмме (рис. 2.1) локальные минимумы отмечены зелеными маркерами, а локальные максимумы – красными. Производные для нахождения экстремумов брались с помощью численных методов и были подвержены сильному воздействию артефактов, данная проблема решается с помощью метода скользящего среднего для интерполяции первой и второй производных (рис. 2.4–2.5) с параметрами: окно усреднения 5, график построен по 1000 точкам.

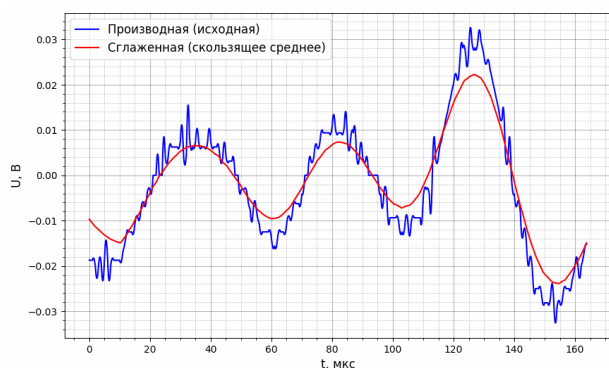


Рис. 2.4. График первой производной

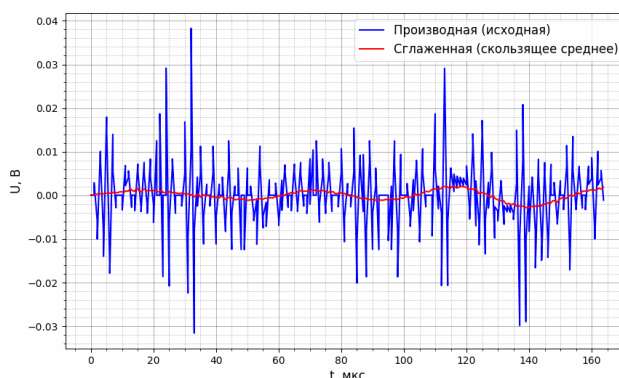


Рис. 2.5. График второй производной

Как видно из графиков (рис. 2.4–2.5), метод скользящего среднего убирает биения, но вносит некоторую неточность в определение координат точек экстремумов. Также в ряде случаев координаты точек и вовсе не были найдены, но такие случаи немногочисленны и не влияют на анализ полученных данных.

На осциллограмме (рис. 2.1) видно, что сигнал имеет размах в $V_p = 0.8$ В. При предписанных стандартом [1] уровню 13.5 ± 0.5 дБм, что соответствует:

$$P = 10 \cdot \log_{10} \frac{W}{1 \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

$$W = 10^{\frac{P}{10} - 3} \quad (2)$$

$$W = 10^{\frac{13.5}{10} - 3} = 0,02239 \text{ Вт}$$

$$V_{rms} = \sqrt{W \cdot R} = \sqrt{0,02239 \cdot 135} = 1,738 \text{ В}$$

W - средняя мощность на выходе передатчика модема, V_{rms} - среднее напряжение на выходе передатчика, R – сопротивление. [2]

Несоответствие значений V_{rms} и V_p объясняется предусмотренным стандартом механизмом понижения мощности передаваемого в линию сигнала с целью уменьшения помех на другие системы связи, использующие ту же линию, но применяющие другую технологию [4]. Стандарт позволяет снизить мощность на 31 дБ при скорости 2304 Кбит/с.

$$13.5 - 31 = -17.5 \text{ дБм}$$

$$W_{backoff} = 10^{\frac{-17.5}{10} - 3} = 1.77 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}$$

$$V_{backoff} = \sqrt{W_{backoff} \cdot R} = \sqrt{1.77 \cdot 10^{-5} \cdot 135} = 0.048 \text{ В}$$

Из приведённых выше расчетов видно $V_{backoff} < V_{rms}$, что средний уровень мощности полученных данных находится в допустимом диапазоне в соответствии со стандартом [1].

Закономерность проявляется для всех наборов данных, представленных в статье.

На графике АЧХ (рис. 2.2) видно, что большая часть энергии передается в диапазоне от 0–1.5 МГц, что находится в пределах, установленных стандартом G.991.2 [5].

На графиках кластеризации напряжений уровней сигнала (рис. 2.3) видно высокую плотность точек вокруг центров кластеров, особенно это характерно для центральных точек графиков. Кроме того видно, что с удалением от центра падает и плотность точек вокруг центров кластеров. С учетом того, что точки выстраиваются в линию, напоминающую прямую с возрастающими значениями, можно сделать вывод, что в линии связи наблюдается сигнал, модулированный в соответствии с форматом TC-PAM16.

Наборы данных со второго по шестой (dataset_02...06) получены для режимов, в которых модемы сконфигурированы на работу с установленной скоростью передачи, одинаковой для обоих модемов. В частности, данные собирались при скоростях от $6 \times 64 = 384$ Кбит/с до $30 \times 64 = 1920$ Кбит/с.

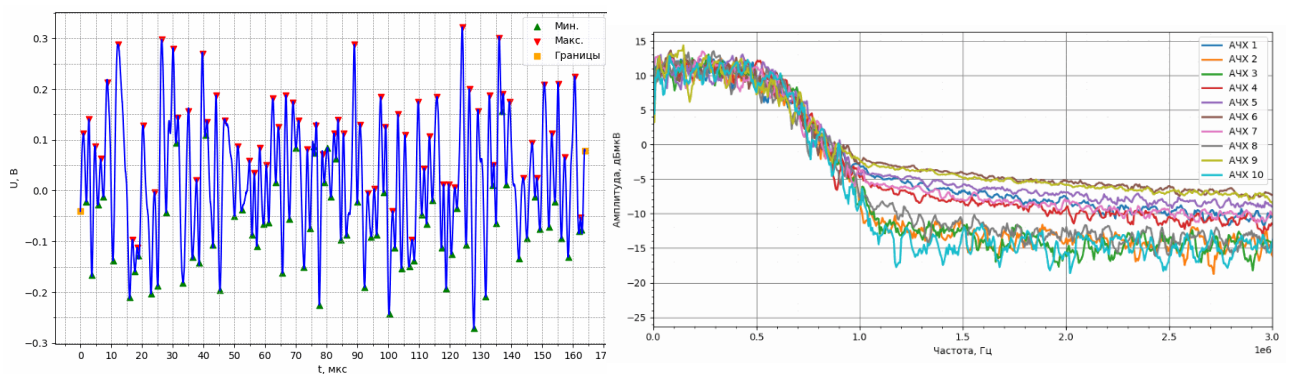


Рис. 3.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_02 (1920 Кбит/с)

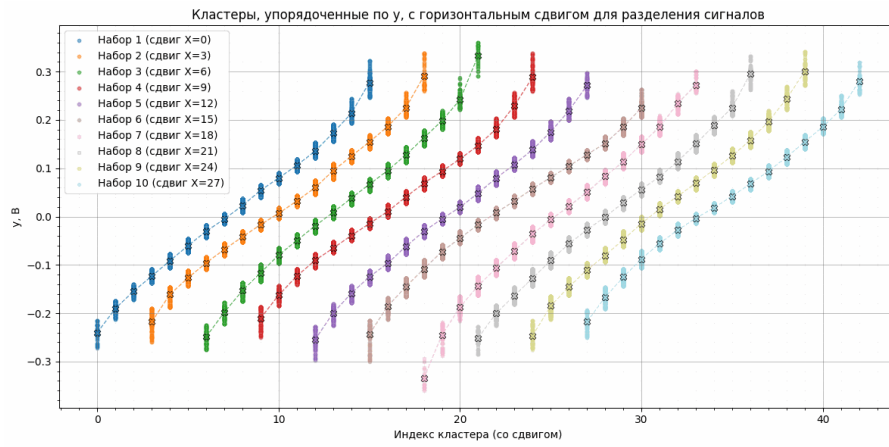


Рис. 3.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала для dataset_02

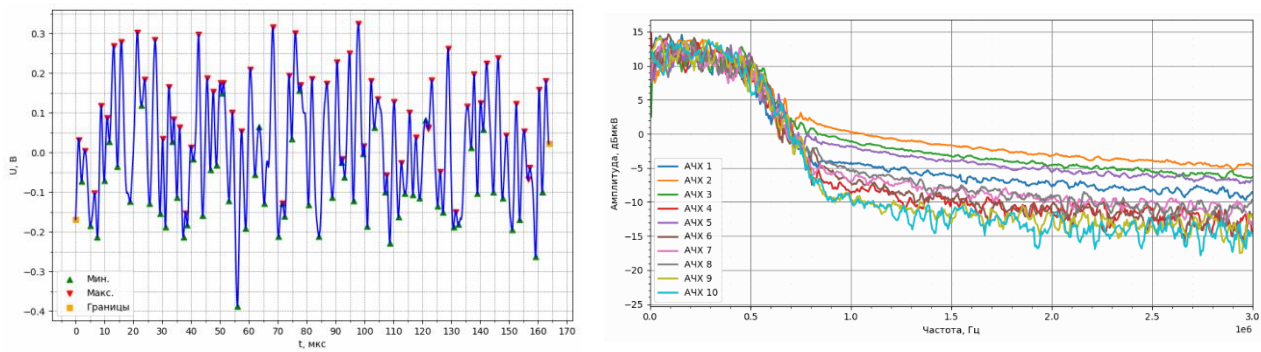


Рис. 4.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_03 (1536 Кбит/с)

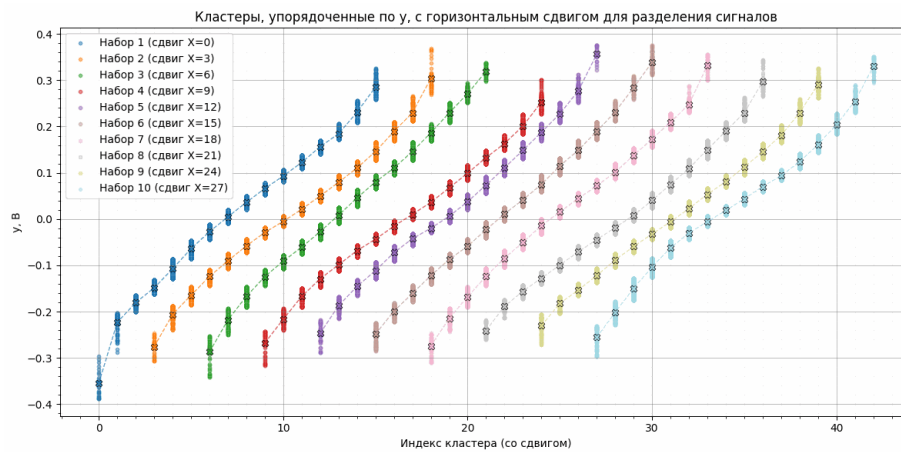


Рис. 4.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала для dataset_03

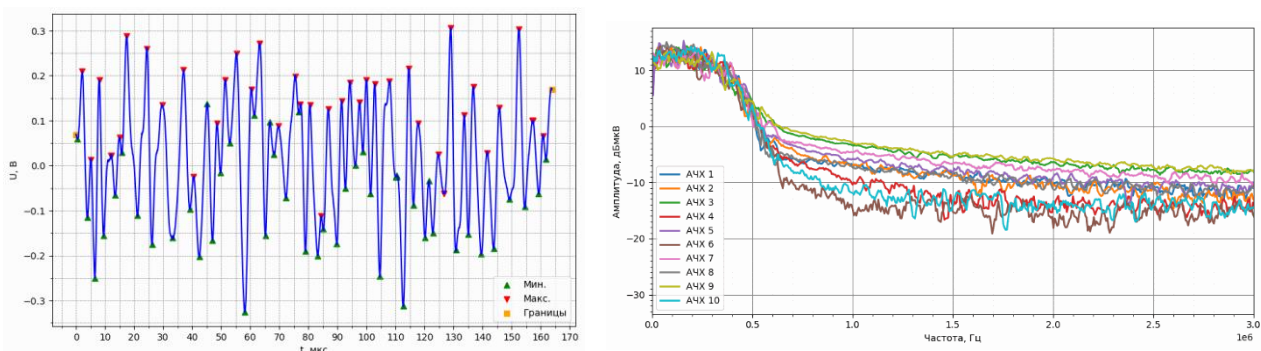


Рис. 5.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_04 (1152 Кбит/с)

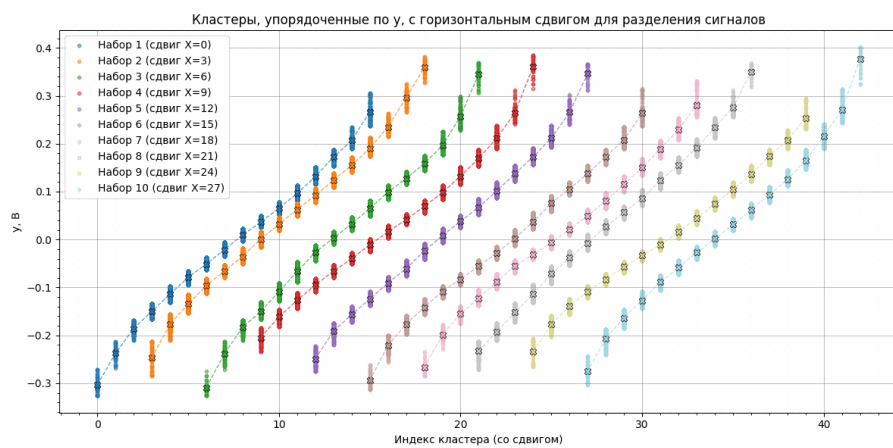


Рис. 5.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала для dataset_04

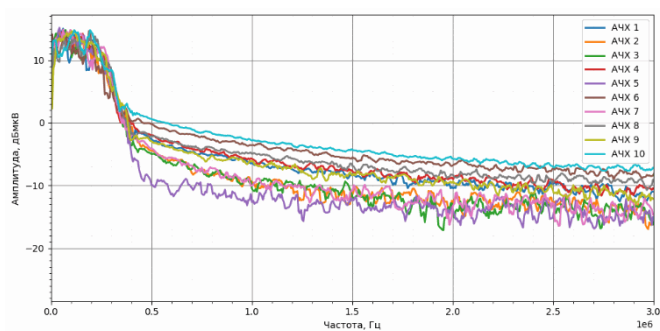
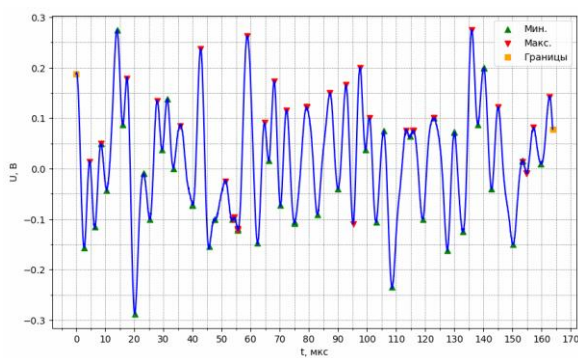


Рис. 6.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_05 (768 Кбит/с)

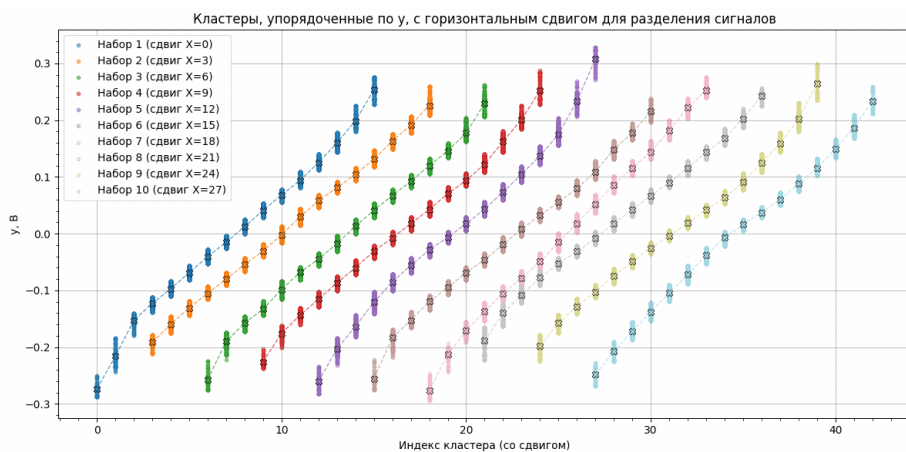


Рис. 6.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала для dataset_05

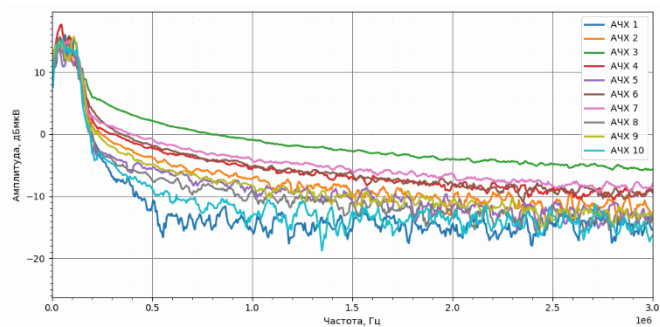
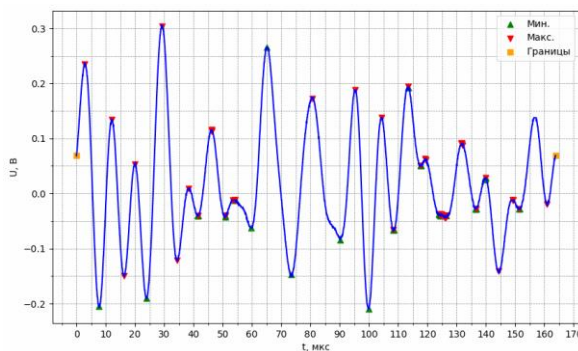


Рис. 7.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_06 (384 Кбит/с)

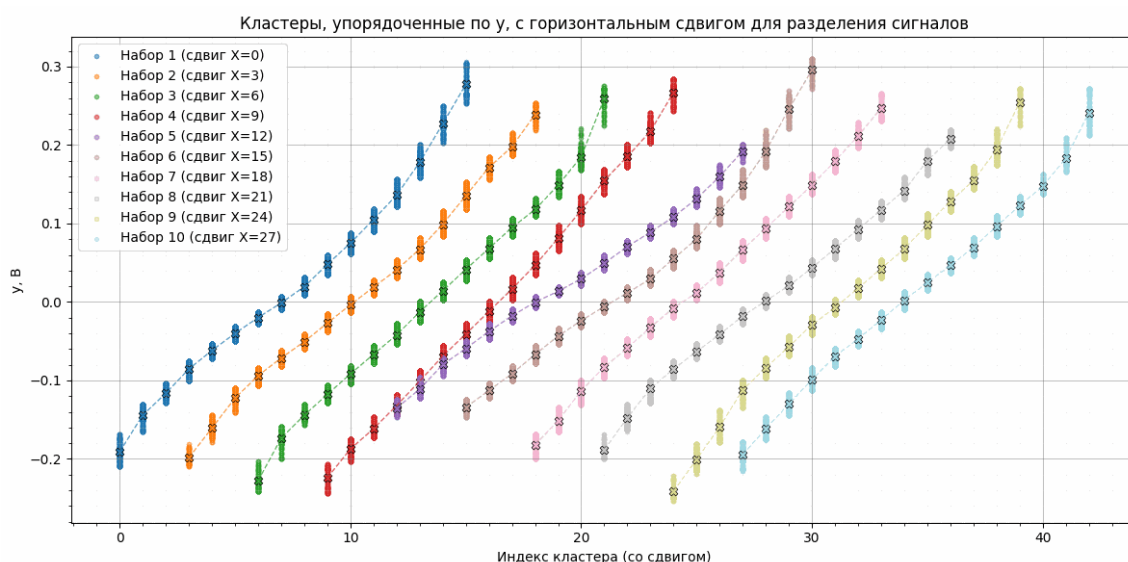


Рис. 7.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала dataset_06

На графиках АЧХ от рис. 2.2 до рис. 7.2 видно, что увеличение скорости передачи информации увеличивает и длину промежутков частот, на которые приходится основная энергия сигнала. Именно длина промежутка частот и позволяет увеличивать скорость передачи информации. Это происходит за счет уменьшения длины единичного импульса, что видно на осциллограммах, представленных на графиках рис. 2.1 до 7.1.

Необходимо также рассмотреть графики кластеризации напряжений уровней сигнала от рис. 2.3 до рис. 7.3. На них наблюдается нарушение тренда построения линий, состоящих из точек, представляющих собой центры кластеров. Нарушение тренда имеет обратную зависимость от скорости передачи информации. Данная закономерность объясняется тем, что с уменьшением скорости передачи информации растет величина интервала времени единичного импульса, вследствие чего число импульсов в фиксированном промежутке времени падает, из-за чего страдает точность кластеризации.

Седьмой и восьмой наборы данных (dataset_07, dataset_08) собраны для режимов в которых SHDSL модемы сконфигурированы на работу с установленной скоростью передачи отличной для каждого модема. А именно данные из седьмого набора собирались при скоростях $36 \times 64 = 2304$ Кбит/с на первом модеме и $2 \times 64 = 128$ Кбит/с на втором модеме. А данные из восьмого набора собирались при скоростях 2×64 Кбит/с на первом модеме и 36×64 Кбит/с на втором модеме соответственно.

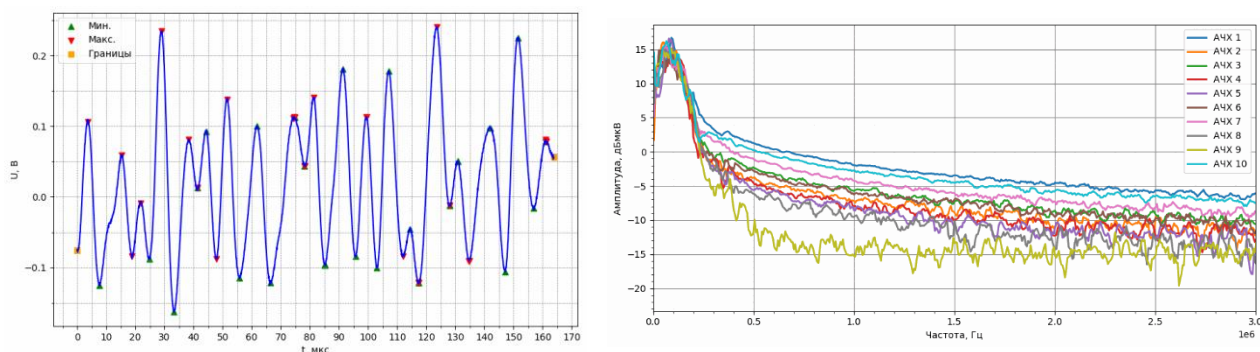


Рис. 8.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_07

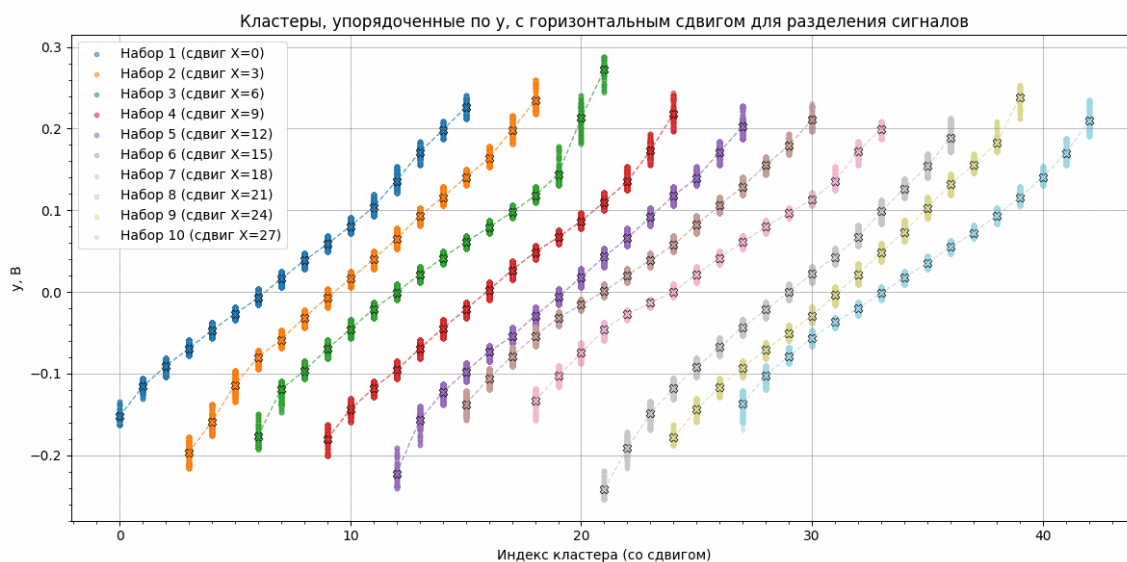


Рис. 8.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала dataset_07

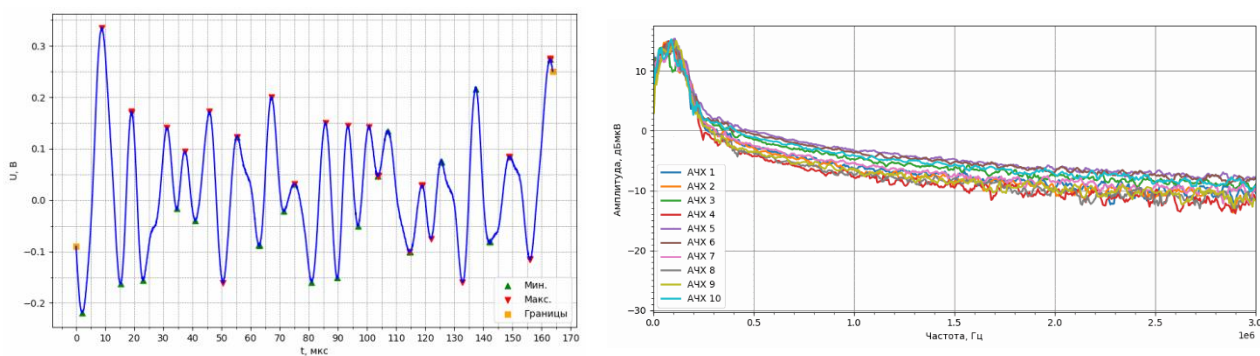


Рис. 9.1. Осциллограмма первого сигнала и график АЧХ для dataset_08

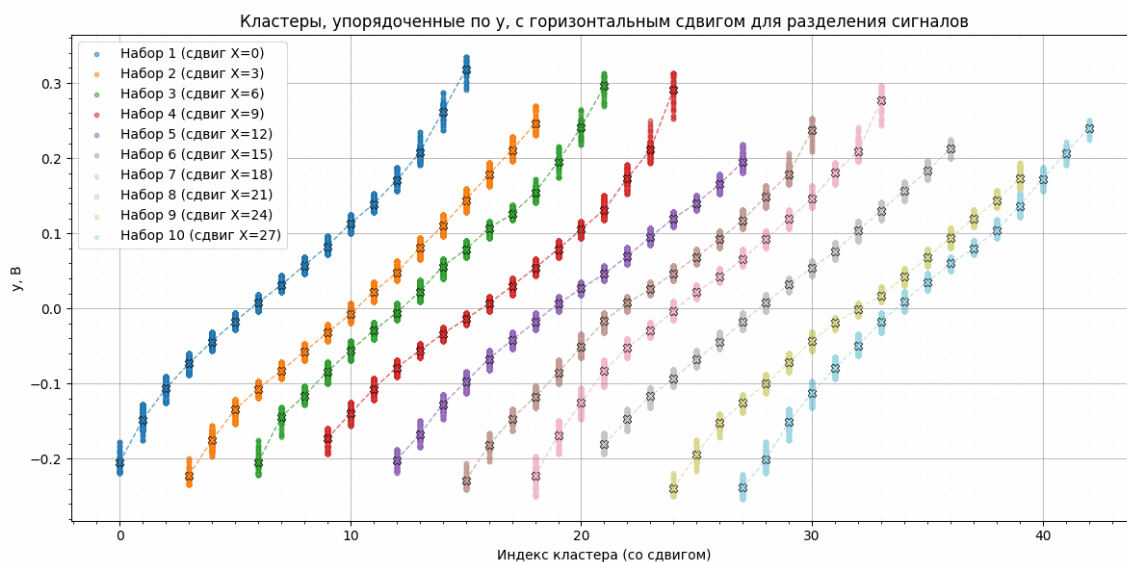


Рис. 9.2. График кластеризации напряжений уровней сигнала dataset_08

На графиках АЧХ (рис. 8.2 и 9.2) видно, что оба модема работают на скорости 128 Кбит/с. То есть произошла синхронизация скоростей по минимальной из представленных. Из этого следует вывод, что в модемах имеется алгоритм синхронизации скоростей по минимальному значению. Сделано это с высокой долей вероятности для обратной

совместимости между устройствами. Стандарт G.991.2 определяет диапазон скоростей от $0 \times 64 = 0$ Кбит/с до $36 \times 64 = 2304$ Кбит/с, что позволяет производителю реализовать больший диапазон скоростей. Такая особенность дает возможность эксплуатировать в одной системе связи модемы разных производителей.

Заключение. В результате проделанной работы продемонстрированы особенности передачи данных в линии связи с использованием технологии SHDSL. Проведена аналитическая работа с целью распознавания сигнала TC-PAM16, полученного в результате эксперимента, и сравнение его свойств со свойствами сигнала, предписанного стандартом, описывающим технологию SHDSL. Выявлены ряд технических особенностей реализации технологии SHDSL, а именно механизм синхронизации скорости передачи информации между двумя модемами по минимальной скорости и механизм понижение мощности приемника в коротких линиях связи.

В дальнейшем планируется разработка лабораторного стенда, позволяющего изменять длину и параметры линии связи, а также уровень помех, для более детального исследования параметров сигналов SHDSL.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ITU-T Recommendation G.991.2. Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers : recommendation / International Telecommunication Union. – Geneva : ITU, 2003. – 194 p. – (Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks).
2. Ковынцев А. М. Анализ особенностей оборудования xDSL с линейным кодом TC-PAM // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. – № 3. – С.10-12.
3. В. И. Кириллов, А. И. Белко Цифровые системы передачи на сетях абонентского доступа // Доклады БГУИР. – 2004. – № 2 (6) – С.68-79.
4. S. Szekely and S. M. Kis, Benchmarking symmetrical DSL modems with different protocol stacks, 10th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC'05), Murcia, Spain, 2005, pp. 199-208, DOI: 10.1109/ISCC.2005.38.
5. D. Daecke, Overview of SHDSL system performance, 2001 IEEE Emerging Technologies Symposium on BroadBand Communications for the Internet Era. Symposium Digest (Cat. No.01EX508), Richardson, TX, USA, 2001, pp. 2-6, DOI: 10.1109/ETS.2001.979409.

УДК: 621.31

МЕТОД РОЯ ЧАСТИЦ: ПРИНЦИПЫ, АЛГОРИТМ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗНЫХ СФЕРАХ

А. М. Кртян, Т. С. Зайцева

Сибирский государственный университет путей сообщения

В современном мире науки и техники повсеместно встречаются задачи оптимизации - необходимость найти наилучшее решение среди огромного (часто бесконечного) множества вариантов. Классические методы оптимизации (градиентный спуск, метод Ньютона, симплекс-метод) эффективны, когда целевая функция гладкая, дифференцируемая и имеет один экстремум. Однако реальные задачи из инженерии, экономики, искусственного интеллекта и биоинформатики редко удовлетворяют этим условиям. Функции могут быть:

- заданными в виде «чёрного ящика» (сложная компьютерная симуляция, физический эксперимент),

- зашумлёнными (результаты измерений или симуляций содержат погрешности),
- многоэкстремальными (с тысячами локальных минимумов и максимумов),
- недифференцируемыми (разрывными, ступенчатыми, таблично заданными).

В таких условиях на помощь приходят метаэвристические методы - алгоритмы, которые не гарантируют нахождения абсолютно точного глобального экстремума, но за разумное время находят решение, близкое к оптимальному. Одним из самых популярных, простых и эффективных метаэвристических методов является метод роя частиц (Particle Swarm Optimization, PSO) [1, 2].

Цель данной статьи - провести комплексный анализ метода роя частиц: раскрыть его концептуальные основы, детально описать математический алгоритм и, что наиболее важно, выполнить систематический обзор практического применения PSO в различных областях науки и техники на современном этапе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Описать биологическую и эвристическую концепцию, лежащую в основе метода роя частиц.
2. Формализовать алгоритм PSO, включая инициализацию, обновление скоростей и позиций, механизмы запоминания лучших решений (pBest, gBest) и критерии остановки.
3. Выявить ключевые параметры метода (коэффициенты инерции, когнитивной и социальной составляющих) и объяснить их влияние на поведение роя.
4. Провести детальный анализ практического применения PSO в актуальных областях: машинное обучение, робототехника, телекоммуникации, финансы, энергетика, логистика, биоинформатика, промышленность, медицина.
5. Для каждой области привести конкретные примеры задач, объяснить преимущества использования PSO перед классическими методами.

Метод роя частиц широко используется для решения задач глобальной оптимизации, особенно в случаях, когда целевая функция недифференцируема, многоэкстремальна или задана в виде «чёрного ящика». Он позволяет эффективно находить оптимальные параметры для сложных систем, таких как:

- настройка нейронных сетей (тысячи и миллионы весов),
- калибровка промышленных регуляторов (PID-контроллеры),
- планирование траекторий движения дронов и мобильных роботов,
- оптимизация режимов работы электрических сетей,
- подбор инвестиционных портфелей в условиях неопределённости.

Актуальность обусловлена также тем, что PSO обладает уникальным сочетанием простоты реализации (базовый код занимает 20–30 строк на Python), небольшого количества настраиваемых параметров, высокой скорости сходимости и устойчивости к локальным минимумам. На сегодняшний день количество научных публикаций, посвящённых PSO и его модификациям, исчисляется десятками тысяч, а метод входит в стандартный инструментарий специалистов по Data Science, оптимизации и искусственному интеллекту [3].

Объектом исследования являются метаэвристические алгоритмы глобальной оптимизации, основанные на принципах коллективного интеллекта и самоорганизации.

Предметом исследования является метод роя частиц (Particle Swarm Optimization), его концептуальная модель, математический алгоритм, параметрическая настройка и спектр практических применений в различных предметных областях.

1. Концепция метода роя частиц

1.1. Биологические истоки

Метод роя частиц был разработан в 1995 году двумя американскими учёными - Расселом Эберхартом, инженером-электриком, и Джеймсом Кеннеди, социальным психологом. Они исследовали коллективное поведение биологических систем, таких как стаи рыб, косяки птиц, рои пчёл и колонии муравьёв. Их внимание привлекла удивительная закономерность: в этих группах нет единого «лидера», который бы координировал действия всех особей, но при этом птицы синхронно меняют направление полёта, рыбы разворачиваются всем косяком, а пчёлы находят наиболее богатые нектаром цветы.

Секрет этого феномена оказался в локальном обмене информацией. Каждая особь опирается на свой собственный опыт (например, запоминает места, где был найден корм), следит за поведением соседей (особенно за теми, кто находится в более благоприятных условиях) и корректирует свои действия, сочетая личную память и социальные данные. В результате, через несколько десятков простых взаимодействий между особями, вся группа (рой) самоорганизуется и сосредотачивается в области, где условия наиболее благоприятны для всех участников.

1.2. Философия метода.

Эберхарт и Кеннеди формализовали это наблюдение в виде вычислительной модели. В этой модели заложена биологическая метафора, лежащая в основе роевых алгоритмов оптимизации. В ней стая птиц или косяк рыб интерпретируется как «рой частиц» (набор агентов), где каждая отдельная птица или рыба - это частица, представляющая одно возможное решение задачи. Местоположение такой частицы в пространстве задаётся вектором координат, а направление и скорость полёта - вектором скорости. Обилие корма в конкретном месте соответствует значению целевой функции (чем его больше, тем лучше решение). Для поиска оптимума каждая частица запоминает свою лучшую найденную позицию (личный лучший опыт, pBest), а также использует информацию от соседей - глобальную лучшую позицию (gBest), найденную всей группой. [4]

2. Алгоритм метода роя частиц

В этом разделе описан формальный алгоритм PSO, достаточный для программной реализации.

2.1. Постановка задачи

Пусть дана целевая функция (функция приспособленности)

$$f: R^d \rightarrow R,$$

где (d) - размерность пространства поиска. Требуется найти

$$x^* = \arg \min_{x \in \Omega} f(x) \text{ (или } \max),$$

где ($\Omega \subseteq R^d$) - допустимая область (часто задаётся в виде диапазонов: ($x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$)).

2.2. Структура данных частицы

Каждая частица (i, где i = 1, ..., N) в момент времени (t) характеризуется:

- позицией ($x_i(t) = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id})$),
- скоростью ($v_i(t) = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{id})$),
- лучшей личной позицией p_i(t) (pBest) - позиция, в которой данная частица получила наилучшее значение (f) за всё время,
- текущим значением (f(x_i(t))).

Кроме того, в алгоритме хранится глобальная лучшая позиция g(t) (gBest) - позиция, в которой любая частица роя получила наилучшее значение (f) за всё время.

2.3. Детальные шаги алгоритма

Шаг 1: Инициализация

Создаём (N) частиц (обычно (N = 20...100)). Для каждой частицы:

- $x_i(0)$ - случайная позиция в допустимой области (Ω) (равномерное распределение),
- $v_i(0)$ - случайный вектор скорости, обычно компоненты скорости лежат в диапазоне $([-\Delta x_i, +\Delta x_i])$ (например, 10% от диапазона координаты),
- вычисляем $f(x_i(0))$,
- устанавливаем $p_i(0) = x_i(0)$ (личный лучший пока что совпадает с начальной позицией),
- находим глобальный лучший индекс: $i_{best} = \arg \min_i f(p_i(0))$ (если задача на минимум). Устанавливаем $g(0) = p_{i_{best}}(0)$.

Шаг 2: Обновление скорости (ключевая формула)

Для каждой частицы (i) на каждой итерации (t) вычисляем новую скорость:

$$v_i(t+1) = w v_i(t) + c_1 r_1 (p_i(t) - x_i(t)) + c_2 r_2 (g(t) - x_i(t))$$

Пояснение слагаемых:

- инерционная компонента: $(w * v_i(t))$ - частица стремится сохранить своё текущее направление движения («продолжает лететь по инерции»). Это обеспечивает исследование пространства,
- когнитивная (личная) компонента: $(c_1 r_1 (p_i - x_i))$ - частица тянется к своему личному лучшему месту («вспоминает, где ей было хорошо»),
- социальная компонента: $(c_2 r_2 (g - x_i))$ - частица тянется к глобальному лучшему месту, найденному всем роем («смотрит на самого умного в стае»).

Параметры:

- (w) - коэффициент инерции. Типичное значение: (0.5...0.9). Большой (w) способствует глобальному поиску (разведке), маленький - локальной доработке (эксплуатации),
- (c_1) - когнитивный коэффициент. Типичное значение: (1.5...2.5). Влияние личного опыта,
- (c_2) - социальный коэффициент. Типичное значение: (1.5...2.5). Влияние опыта роя,
- (r_1, r_2) - независимые случайные числа, равномерно распределённые на интервале $([0, 1])$. Они добавляют элемент случайности и помогают избежать преждевременной сходимости.

Шаг 3: Обновление позиции

Каждая частица перемещается согласно своей новой скорости:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$

При этом часто накладываются ограничения: если позиция выходит за допустимые границы (Ω), её либо проектируют обратно на границу, либо отражают, либо задают случайное значение.

Шаг 4: Оценка решений и обновление лучших позиций

Для каждой частицы:

1. Вычисляем $f(x_i(t+1))$.
2. Если $f(x_i(t+1))$ лучше, чем $f(p_i(t))$ (для минимизации - меньше), то обновляем личный лучший:

$$p_i(t+1) = x_i(t+1)$$

3. Если $f(p_i(t+1))$ лучше, чем $f(g(t))$, то обновляем глобальный лучший:

$$g(t+1) = p_i(t+1)$$

Шаг 5: Проверка условия остановки

Повторяем Шаги 2–4 до выполнения одного из критериев:

- достигнуто максимальное количество итераций ($T_{\max}$),
- значение $f(g(t))$ не улучшалось более (K) итераций подряд (ранняя остановка),
- достигнута требуемая точность $|f(g(t)) - f^*| < \varepsilon$.

Результат работы алгоритма: позиция $g(T^{\text{final}})$ - найденное глобально оптимальное (или близкое к нему) решение, и соответствующее значение $f(g)$.

2.4. Наглядный пример работы на одномерной функции

Рассмотрим функцию ($x_2 = x_1^2 + 4\sin(5x_1)$). У неё есть несколько локальных минимумов и один глобальный. Рой из 5 частиц работает так:

- итерация 1: частицы разбросаны случайно: в ($x = -1.8$), (-0.5), (0.2), (1.0), (1.7),
- итерация 5: частицы начинают подтягиваться к лучшей найденной точке ($(x=1.0)$, значение 1.5),
- итерация 20: все частицы кружат между 0.4 и 0.6 (попали в локальный минимум),
- итерация 50: одна частица случайно «залетела» в ($x = -0.3$) и обнаружила значение (-3.8) - это намного лучше! Рой резко разворачивается,
- итерация 100: все 5 частиц собрались вокруг ($x_1 = -0.307$), значение ($x_2 = -3.9$) - глобальный минимум найден [5].

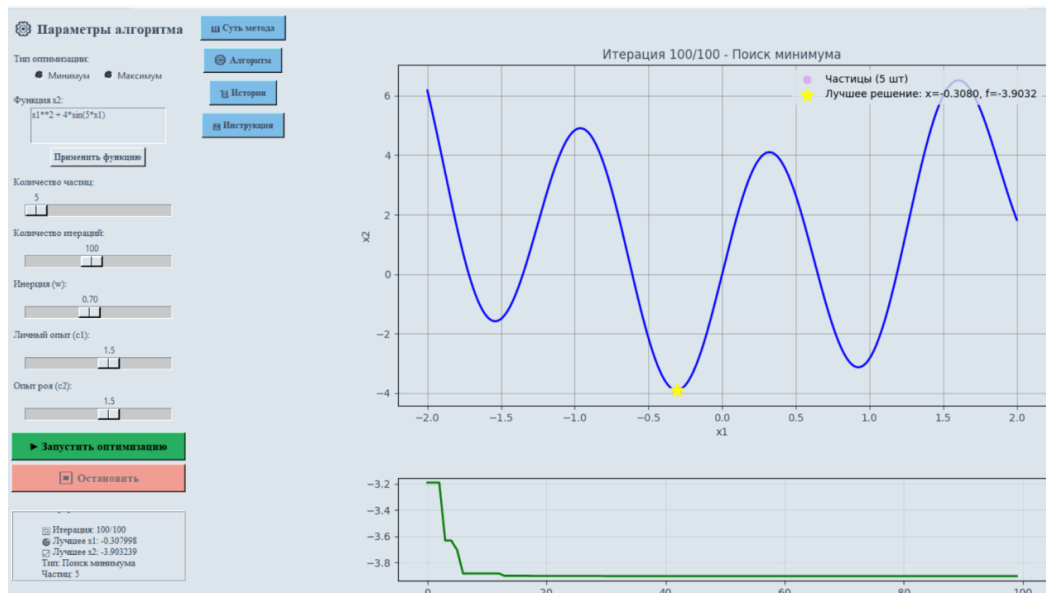


Рис. 1. Визуализация такого процесса в программе на Python [6]

3. Ключевые преимущества метода роя частиц

Прежде чем перейти к конкретным областям применения, перечислим главные теоретические и практические достоинства метода:

- простота реализации: базовый PSO реализуется в 20–30 строках кода на Python/Matlab,
- малое количество параметров: всего 3 основных параметра ((w, c_1, c_2)) плюс размер роя и число итераций,
- высокая скорость сходимости: часто находит хорошее решение за 50–200 итераций даже для многомерных задач,
- устойчивость к локальным минимумам: за счёт социального взаимодействия частицы «вытаскивают» друг друга из локальных ловушек,
- не требует градиентов и производных. Работает с негладкими, разрывными, зашумлёнными, дискретными функциями,

- поддержка многомерности. Легко масштабируется на сотни и тысячи переменных (ограничение – вычислительные ресурсы),
- параллелизм. Вычисления для разных частиц можно выполнять одновременно (GPU, многопоточность).

4. Анализ практического применения метода роя частиц в различных областях

4.1. Машинное обучение и настройка нейронных сетей

Обучение нейронных сетей сводится к минимизации функции ошибки (MSE, кросс-энтропия и др.) путём подбора весов нейронов. В глубоких сетях количество весов может составлять миллионы.

Почему PSO, а не градиентный спуск?

Градиентный спуск (основной метод обучения) требует дифференцируемой функции ошибки и часто застревает в локальных минимумах.

PSO не вычисляет производные - можно обучать сети с недифференцируемыми функциями активации (например, ступенчатой) или с дискретными весами.

PSO менее чувствителен к выбору начальных весов.

Реальными примерами могут послужить:

- оптимизация весов сверточных нейронных сетей (CNN) для распознавания изображений,
- настройка гиперпараметров нейронных сетей (количество слоёв, нейронов, скорость обучения, параметры регуляризации) - здесь PSO часто выступает в роли «оптимизатора оптимизатора»,
- обучение нейросетей для прогнозирования временных рядов (курсы валют, спрос на электроэнергию)[7].

4.2. Робототехника и планирование траекторий

Мобильный робот или беспилотный летательный аппарат (дрон) должен переместиться из точки старта в точку финиша, объезжая препятствия (стены, столы, деревья, другие объекты) и минимизируя время, энергию или длину пути.

Почему PSO?

- Пространство всех возможных траекторий имеет колоссальную размерность (число промежуточных точек $\times$ 2–3 координаты) - полный перебор невозможен,
- целевая функция может учитывать не только длину, но и безопасность, плавность поворотов, риск столкновения,
- движущиеся препятствия требуют быстрого перепланирования - PSO легко перезапускается с текущей позиции робота,

Реальными примерами могут послужить:

- планирование пути для автономных мобильных роботов на складах. Рой частиц за доли секунды находит безопасный объезд штабелей и других роботов,
- оптимизация траекторий дронов для доставки посылок в городской среде: нужно облететь здания, не нарушить правила и потратить минимум заряда батареи,
- формирование строя группы дронов (swarm of drones) - сам метод роя частиц используется для координации реального роя дронов, где каждая частица соответствует физическому дрону [8].

4.3. Телекоммуникации и антенные системы (включая 5G)

Разместить базовые станции сотовой связи (вышки 5G, 4G) на местности с учётом рельефа, застройки, деревьев так, чтобы:

- сигнал покрывал все требуемые зоны (min покрытие),

- уровень помех между станциями был минимальным,
- затраты на инфраструктуру были разумными.

Или спроектировать антенну сложной формы с заданными характеристиками направленности.

Почему PSO?

- задача имеет миллионы и миллиарды возможных конфигураций (координаты вышек, углы наклона, мощность),
- функция качества сигнала нелинейна и недифференцируема - зависит от конкретных карт местности (цифровых моделей рельефа),
- PSO хорошо масштабируется на несколько десятков вышек (типичная размерность 50–100 переменных).

Реальными примерами могут послужить:

- оптимизация размещения вышек 5G для крупных операторов. За час расчётов PSO находит конфигурацию, которая покрывает 99% территории города против 85% у эвристического размещения вручную,
- проектирование адаптивных антенных решёток - подбор фаз и амплитуд сигналов для формирования нужной диаграммы направленности,
- выделение частотного ресурса в беспроводных сетях - уменьшение интерференции.

4.4. Финансы: оптимизация инвестиционных портфелей

Инвестор хочет распределить капитал по (d) активам в долях $((w_1, \dots, w_d))$ таких, что:

- $\sum_{i=1}^d w_i = 1$,
- $w_i \geq 0$ (или разрешены короткие позиции),
- ожидаемая доходность портфеля максимальна,
- риск (дисперсия или Value-at-Risk) минимален.

Это классическая задача Марковица, которая сводится к максимизации функции полезности вида:

$$U(w) = \mu^T w - \lambda \cdot w^T \Sigma w$$

Почему PSO?

- размерность (d) может быть 100, 500, 1000 - матрица ковариации (Sigma) огромна,
- функция полезности может быть невыпуклой (при добавлении транзакционных издержек, налогов, нелинейных ограничений),
- PSO легко учитывает ограничения типа «доля каждой акции не более 10%».

Реальными примерами могут послужить:

- формирование портфелей для крупных инвестиционных фондов (например, исследовательские подразделения BlackRock, Renaissance Technologies используют эвристики, включая PSO, для поиска нестандартных комбинаций),
- оптимизация портфеля криптовалют (Bitcoin, Ethereum, ...) с учётом высокой волатильности - PSO более устойчив к выбросам, чем квадратичное программирование,
- хеджирование рисков - подбор производных финансовых инструментов (опционов, фьючерсов) для минимизации потенциальных потерь [9].

4.5. Энергетика: оптимизация режимов работы электростанций

В энергосистеме есть (d) генераторов (ТЭС, ГЭС, ветряки, солнечные панели) с известными функциями затрат (обычно выпуклыми квадратичными). Нужно распределить нагрузку (суммарную мощность) между ними так, чтобы:

- покрыть спрос,

- учесть потери в линиях,
- минимизировать общие затраты на топливо.

Почему PSO?

- задача имеет высокую размерность (десятки-сотни генераторов),
- функции затрат могут иметь точки разрыва (учёт пуско-остановочных расходов) или «запрещённые зоны» (например, вибрации на некоторых мощностях),
- классическое квадратичное программирование не работает с такими ограничениями, а PSO - работает.

Реальными примерами могут послужить:

- распределение нагрузки в реальном времени для энергосистем США (real-time economic dispatch) - PSO используется как один из алгоритмов резервного расчёта,
- оптимизация зарядки электромобилей на зарядных станциях (сглаживание пиков нагрузки),
- микроэнергосети (microgrids) с возобновляемыми источниками - PSO помогает балансировать генерацию и потребление с учётом прогноза погоды [10].

4.6. Логистика и транспорт: маршрутизация (задача коммивояжёра, VRP)

Классическая задача коммивояжёра (TSP) для (n) городов и задача маршрутизации транспорта (VRP) с несколькими машинами: найти кратчайшие маршруты, посещающие все точки, с учётом вместимости, времени работы, временных окон.

Почему PSO?

- TSP для 100 городов имеет (99!) вариантов - полный перебор невозможен даже на суперкомпьютере,
- PSO для TSP требует специального «дискретного» варианта (каждая частица кодируется перестановкой городов),
- на практике PSO даёт качественное приближение за секунды-минуты, достаточное для многих бизнес-задач.

Реальными примерами могут послужить:

- оптимизация маршрутов доставки для почтовых служб (USPS, DHL) и интернет-магазинов (Amazon, Ozon),
- планирование вывоза мусора и обслуживания дорог,
- маршрутизация автономных погрузчиков на складе.

4.7. Биоинформатика и вычислительная биология

- Выравнивание последовательностей ДНК, РНК, белков (поиск общих фрагментов),
- прогнозирование третичной структуры белка (свёртывание полипептидной цепи в 3D-структуру),
- кластерный анализ экспрессии генов (выделение групп генов со схожим поведением).

Почему PSO?

- задачи биоинформатики часто NP-трудны (например, множественное выравнивание),
- размерность задачи огромна (до десятков тысяч переменных - например, углы поворота звеньев белка),
- целевые функции (энергия сворачивания, сходство последовательностей) имеют множество локальных оптимумов.

Реальными примерами могут послужить:

- прогнозирование структуры белка - PSO используется как один из движков в гибридных методах (сочетание с молекулярной динамикой). Примеры: работы 2020–2024 годов по соответствующим белкам SARS-CoV-2,

- отбор ключевых генов-маркеров раковых заболеваний - PSO помогает выбрать минимальный набор генов, по которым с максимальной точностью классифицируются образцы (здоровые / больные),

- дизайн лекарственных препаратов - поиск малых молекул (лигандов) с максимальным сродством к белку-мишени.

5. Ограничения метода и пути совершенствования

Теоретическое отсутствие гарантии глобального экстремума. Как любая метаэвристика, PSO не гарантирует нахождение абсолютного глобального минимума. Решение - многократные запуски с разными начальными позициями.

Чувствительность к начальным параметрам. Неудачный выбор (w , c_1 , c_2) может привести к преждевременной сходимости или медленному поиску. Решение - адаптивные модификации (например, линейное уменьшение (w) от 0.9 до 0.4).

6. Выводы

В ходе проведённого исследования метода роя частиц (PSO) были получены следующие основные результаты.

По концептуальной основе: PSO представляет собой эффективную метаэвристику глобальной оптимизации, вдохновлённую биологическими механизмами самоорганизации стайных организмов. Ключевая идея метода - сочетание индивидуального опыта каждой частицы ($pBest$) и коллективного знания всей группы ($gBest$) - обеспечивает баланс между исследованием пространства решений и эксплуатацией уже найденных перспективных областей.

По математическому алгоритму: формализованы основные шаги PSO, включая инициализацию роя, обновление скоростей и позиций частиц, а также механизм запоминания лучших решений. Выявлено, что три ключевых параметра - коэффициент инерции w , когнитивный коэффициент c_1 и социальный коэффициент c_2 - определяют поведение алгоритма. Высокое значение w способствует глобальному поиску, низкое — локальной доработке решений.

По практическому применению: проведён систематический анализ использования PSO в девяти актуальных областях. Установлено, что метод демонстрирует высокую эффективность в задачах, где классические градиентные методы неприменимы из-за недифференцируемости, многоэкстремальности или «чёрноточности» целевых функций.

7. Заключение. Метод роя частиц (Particle Swarm Optimization) представляет собой один из наиболее востребованных и эффективных метаэвристических алгоритмов глобальной оптимизации, успешно применяемых в широком спектре научных и инженерных задач.

Ключевым преимуществом PSO является уникальное сочетание простоты реализации (базовый алгоритм реализуется в 20–30 строках кода на Python), малого количества настраиваемых параметров (всего w, c_1, c_2 плюс размер роя и число итераций) и высокой скорости сходимости к субоптимальным решениям даже для многомерных (сотни и тысячи переменных) и многоэкстремальных задач.

Важно отметить, что PSO не требует вычисления градиентов и производных, что делает его незаменимым для оптимизации негладких, разрывных, зашумлённых или таблично заданных функций. Кроме того, алгоритм устойчив к попаданию в локальные минимумы благодаря социальному взаимодействию частиц, а его естественная параллельность позволяет эффективно использовать вычислительные ресурсы (GPU, многопоточность).

Вместе с тем, метод имеет ограничения: отсутствие теоретической гарантии нахождения глобального экстремума, чувствительность к выбору начальных параметров и

определённые трудности при работе с дискретными пространствами решений. Эти недостатки успешно преодолеваются за счёт многократных запусков алгоритма, адаптивных модификаций параметров (например, линейное уменьшение коэффициента инерции) и использования гибридных подходов.

Практическая значимость проведённого исследования подтверждается многочисленными примерами внедрения PSO в реальных системах: от оптимизации работы энергосетей и планирования траекторий беспилотников до настройки нейронных сетей и дизайна лекарственных препаратов.

Перспективы дальнейших исследований включают разработку гибридных алгоритмов, сочетающих PSO с другими метаэвристиками (генетические алгоритмы, муравьиные колонии), создание специализированных модификаций для конкретных предметных областей, а также внедрение PSO в задачи многокритериальной оптимизации и обучение с подкреплением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Particle Swarm Optimization (PSO) for swarm intelligence // URL: <https://programmersought.com/article/85804125573/> (дата обращения: 19.04.2026).
2. Eberhart, R. C., Kennedy, J., A new optimizer using particle swarm theory // Proceedings of the sixth International symposium on Micro Machine and Human Science. – 1995 – P. 39–43.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций. М., 1972.
4. Казакова Е. М. Краткий обзор методов оптимизации на основе роя частиц // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2022 Т. 39 № 2 С. 150-174.
5. Коцюбинская С. А. Алгоритм роевого интеллекта. Алгоритм роя частиц // MODERN SCIENCE. – 2020 – № 3-2. – С. 267–271.
6. Доусон М. Програмируем на Python. М., 2022.
7. Казакова Е. М. Применение метода роя частиц в задачах оптимизации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022 № 5 (109). С. 48–57. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-48-57
8. Фаррахов А. Т. Применение алгоритма роя частиц для решения задач оптимизации с распределенной генерацией [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – № 3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_307.pdf.
9. Ибрагим Ахмед Ибрагим Мохамед. Применение эволюционных алгоритмов для повышения эффективности гибридных возобновляемых источников энергии: дисс ... канд. т. наук : 05.09.03 / Ибрагим Ахмед Ибрагим Мохамед. – Томск, 2020 – 199 с.
10. Moradi M. H. and Abedini M., A combination of genetic algorithm and particle swarm optimization for optimal DG location and sizing in distribution system // Int. J. Electr. Power Energy Syst. – 2012 – Vol. 34 – N. 1 – P. 66–74.

УДК 656.078.12

ФОРМИРОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ КИТАЙ-ЗАПАДНАЯ ЕВРОПА

С. Э. Ольховиков, М. Р. Ершова

Сибирский государственный университет путей сообщения

Введение. Рассматриваются современное состояние и перспективы развития международных транспортных коридоров, связывающих Китай и страны Западной Европы. Особое внимание уделяется влиянию инициативы «Один пояс – один путь» на

трансформацию логистических связей в Евразии. Анализируются ключевые маршруты: морской, Транссибирская магистраль и новый железнодорожный коридор, включая БАМ. Приводятся актуальные статистические данные за 2025–2026 годы, отражающие рекордный рост грузопотока. Выявлены основные проблемы инфраструктурного, технического и политического характера, а также предложены пути их решения. Отдельное внимание уделено участию России в развитии транспортных артерий, включая проекты «Север–Юг» и Северный морской путь. В контексте цифровой трансформации рассмотрены возможности рационального использования инфраструктурных ресурсов, внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и онлайн-сервисов для повышения эффективности и безопасности перевозок, а также развития коммуникации между видами транспорта для получения синергетического экономического эффекта.

Актуальность темы определяется динамично развивающимися отношениями между КНР и Европейским Союзом, особенно в свете реализации китайской инициативы «Один пояс – один путь». В 2025 году товарооборот между сторонами вырос на 5,4%, достигнув 828,11 млрд долларов, при этом китайский экспорт увеличился на 8,4% [1]. Между этими двумя крупнейшими экономическими центрами наблюдается стремительный рост товарообмена, что ставит перед ними задачу повышения эффективности транспортировки грузов. Ключевым инструментом для этого становится цифровая трансформация, позволяющая добиться рационального использования инфраструктурных ресурсов, сокращения времени в пути и снижения затрат [2]. Международные транспортные коридоры играют важную роль в обеспечении стабильности и ритмичности товарных потоков, поддержании высокого уровня занятости населения и стабилизации социально-экономической обстановки.

Предпосылки формирования современных транспортных артерий следует искать в структуре межконтинентальной торговли прошлых столетий. Маршруты, проложенные в эпоху Великого шелкового пути, задали вектор экономического взаимодействия между Азией и Европой на века вперед. С развитием судоходства акценты сместились в пользу морских перевозок, которые длительное время оставались безальтернативным способом доставки крупных партий грузов благодаря экономической эффективности. Однако технологический прогресс последних десятилетий вернул актуальность сухопутной логистике. Развитие железнодорожной инфраструктуры позволило интегрировать её в глобальные цепочки поставок в качестве высокоскоростной альтернативы традиционным морским линиям (рис. 1) [2].

Морской маршрут остаётся основным, обеспечивая высокий объём перевозок и покрывая крупнейшие порты Азии и Европы с пропускной способностью более 200 млн тонн в год. Однако время доставки составляет 30–45 дней при стоимости 3–4 тыс. долларов за контейнер [3].

Увеличение объёмов перевозок напрямую связано с улучшением логистической инфраструктуры и активностью инициативы «Один пояс – один путь». В 2025 году был установлен новый рекорд: отправлено около 34 тысяч грузовых поездов, что на 9,8% больше, чем в 2024 году [4]. Всего с момента запуска проекта количество поездов превысило 110 тысяч, а стоимость перевезенных грузов достигла 450 млрд долларов. Стабильный ежегодный рост подтверждает эффективность стратегий по расширению коридоров.

Сегодня действуют три главные ветви международных транспортных коридоров, связывающих Китай и Западную Европу.

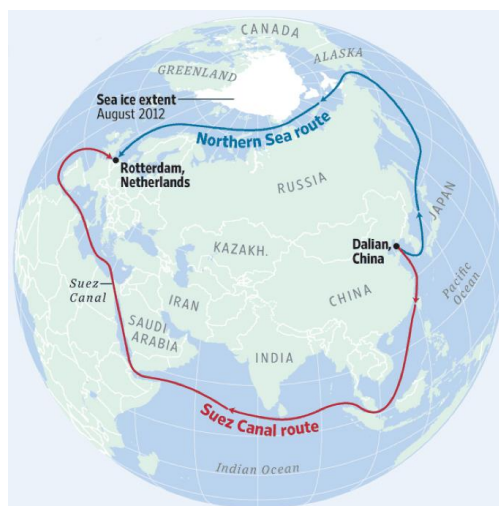


Рис. 1. Морские маршруты

Транссибирская магистраль обновляется и модернизируется (рис. 2). В рамках развития Восточного полигона строятся вторые пути, новые тоннели, проводится электрификация. Помимо инфраструктурных изменений, активно внедряются интеллектуальные транспортные системы (ИТС), включающие средства автоматизации, мониторинга и системы предупреждения, что позволяет уменьшить вероятность происшествий и повысить общий уровень безопасности движения [5]. Это позволяет увеличивать пропускную способность и обеспечивать стабильный транзит грузов с учётом современных требований логистики, хотя инфраструктура пока работает на пределе [6].

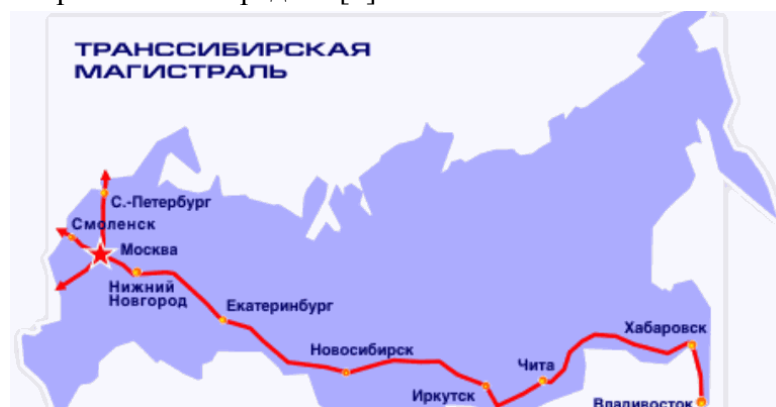


Рис. 2. Транссибирская железнодорожная магистраль

Железнодорожный коридор (включая БАМ) вырос за два десятилетия, сокращая время доставки до 15–20 дней и связывая ключевые индустриальные регионы России, Китая и Европы. В 2025 году запущены сверхскоростные маршруты с фиксированным расписанием, например, Сиань–Прага теперь занимает всего 11 дней и 4 часа (обычно 18 дней) [7]. Достижение таких показателей стало возможным не только благодаря новым путям, но и за счет использования онлайн-сервисов для планирования маршрутов и мониторинга поездок в режиме реального времени, что позволяет оптимально распределять нагрузку на транспортную инфраструктуру [4].

В 2025 году структура перевозок выглядела следующим образом: морской транспорт – 65% (снижение с 70% за 5 лет); железная дорога – 25% (рост с 18%); автомобильный транспорт – 7%; авиация – 3% [3]. За последние пять лет доля железнодорожных перевозок стабильно растёт, что связано с расширением инфраструктуры и сокращением времени доставки.

Преимущества международных транспортных коридоров очевидны. Это сокращение сроков доставки грузов (11–13 дней по автодороге против 40–45 морем); возможность транспортировки крупногабаритных и негабаритных грузов; пространственное распределение грузопотоков, уменьшающее нагрузку на отдельные участки; экономия на топливе и эксплуатационных затратах; развитие коммерции и социальной деятельности вдоль маршрутов. При этом ключевым фактором, усиливающим эти преимущества, выступает цифровизация, которая позволяет достичь рационального использования ресурсов и снижения затрат, упомянутых выше.

Однако существует и ряд серьезных проблем. К ним относятся низкая техническая оснащенность большей части маршрутов и несоответствие дорог международным стандартам; нехватка пропускной способности (Восточный полигон загружен на 100%, порты готовы грузить больше, но вывозить нечем [6]); высокие тарифы; политические разногласия и нестабильность некоторых регионов; сложности таможенного администрирования и пограничного контроля (разная ширина колеи, отсутствие единого электронного документооборота, потери до 740 долларов на контейнере из-за простоев) [3]; высокие инвестиционные требования для модернизации и строительства новых объектов; угроза климатических изменений, которые могут повлиять на целостность транспортных сооружений и доступность отдельных маршрутов.

В 2013 году руководством КНР была представлена концепция международного сотрудничества, известная как «Один пояс — один путь». Данная стратегия нацелена на формирование связанного экономического пространства путем модернизации существующих и создания новых логистических цепочек, проходящих по суше и по морю. Проект призван не просто воссоздать исторические торговые связи, но и вывести их на качественно иной уровень, интегрируя финансовые механизмы и инфраструктурные решения для обеспечения свободного движения товаров и капиталов между странами Евразии [4].

Основными компонентами инициативы выступают Экономический пояс Шёлкового пути, предполагающий создание инфраструктуры сухопутных путей сообщения, соединяющих Китай с Центральной Азией, Кавказом, Ближним Востоком и Южной Европой, и Морской Шёлковый путь XXI века, нацеленный на развитие морской инфраструктуры, глубоководных портов, линий контейнерных перевозок и логистических узлов. В 2025 году инвестиции в инициативу достигли 214 млрд долларов, при этом упор делается не только на инфраструктуру, но и на цифровизацию, использование искусственного интеллекта, «зелёную» энергетику и технологии [7].

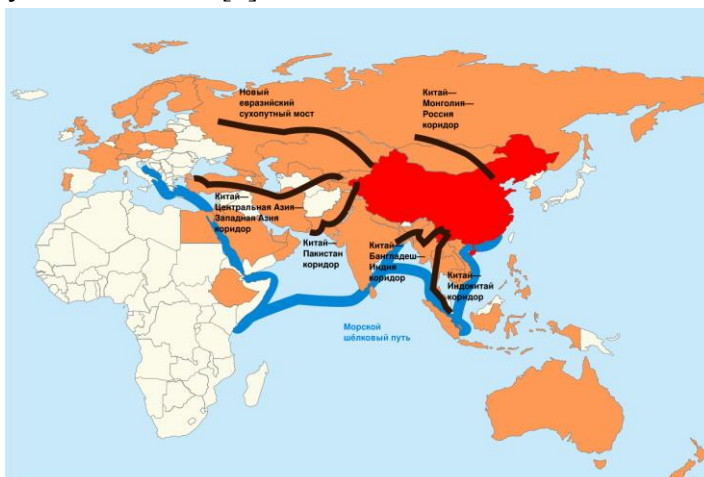


Рис. 3. «Один пояс — один путь»

Россия участвует в инициативе «Один пояс – один путь» через проект Евразийского экономического союза (ЕАЭС), который призван синхронизировать внутренние процессы интеграции и развитие транспортных коридоров (рис. 3) [4].

В 2025 году наметились важные структурные изменения. Общее число поездов China Railway Express впервые превысило 20 тысяч (+3,2%). При этом впервые количество обратных рейсов (в Китай) превысило прямые. Центральная Азия стала новым драйвером роста: объём перевозок вырос на 27,7%, достигнув 1,13 млн TEU – в 3,6 раза больше, чем в ЕС. Рекордсмены среди хабов: Сиань (6 037 поездов, +21,1%), Алашанькоу (8 165 поездов, +6,3%, оформление менее чем за 16 часов). Меняется структура грузов: растёт доля высокотехнологичной продукции (электромобили, литиевые батареи, оборудование) [7].

Объёмы инвестиций стран участников по данному проекту и основные направления их вложения представлен в таблице 1.

Таблица 1

Распределение инвестиций между участниками проекта

Участник	Объём инвестиций, млрд долларов	Основное направление
Китай	900	Железные дороги, порты
Россия	120	Транзит, инфраструктура
Евросоюз	75	Логистика, стандартизация
АО Инвестбанк	40	Финансирование проекта в целом
Мировой банк	30	Техническая помощь

Особого внимания заслуживает международный транспортный коридор «Европа – Китай» (рис. 4). Проект, изначально названный стратегически важным в казахстанской Стратегии развития до 2030 года, сегодня полностью функционирует.

Протяженность автомобильного коридора, проходящего через три государства, достигает 8445 километров. Российский сегмент трассы составляет 2023 км, казахстанский – 2787 км, а китайский – 3425 км. Транспортная артерия обеспечивает прямое сообщение между городами федерального значения РФ, крупными областными центрами Казахстана и экономическими хабами КНР, включая портовые мощности Ляньюньгана. Совокупный объём вложений в реализацию проекта, по данным на 2025 год, оценивается в 705 миллиардов рублей.



Рис. 4. Международный транспортный коридор «Европа –Китай»

Реализация проекта дает множество преимуществ: время доставки по автодороге составляет 11–13 дней (морем – 40–45, по железной дороге – 15–20); снижение издержек и уменьшение стоимости товаров для потребителей; развитие коммерческой и социальной

деятельности вдоль маршрута и в прилегающих населённых пунктах; создание тысяч рабочих мест, развитие малого и среднего бизнеса, сервисной индустрии, туризма. Для России открывается дополнительный потенциал для поставок в Китай продуктов питания и сельхозпродукции. Ключевым направлением дальнейшего развития становится цифровизация логистики и ускорение прохождения границ, что напрямую коррелирует с развитием коммуникации между различными видами транспорта. Это, в свою очередь, повышает эффективность процессов в отраслях – потребителях транспортных услуг, что ведёт к увеличению добавленной стоимости в масштабах всей экономики [5].

Формирование и развитие международных транспортных коридоров Китай-Западная Европа приобретают особое значение в эпоху глобальной экономической интеграции. Устойчивый рост торговли между Китаем и Евросоюзом диктует необходимость совершенствования существующей инфраструктуры и выработки единой стратегии развития, стержнем которой должна стать цифровая трансформация.

Ключевые результаты 2025–2026 годов: объём перевозок достиг исторического максимума – 34 тыс. поездов (+9,8%); железнодорожный транспорт закрепил позиции как надёжная альтернатива морским перевозкам (25% рынка); запущены сверхскоростные маршруты с фиксированным расписанием, сократившие время доставки до 11 дней; Россия активизировала участие в проекте через модернизацию Транссиба и БАМа, развитие Северного морского пути и коридора «Север–Юг».

Основные вызовы включают инфраструктурные ограничения («узкие места» на Транссибе и БАМе, пропускная способность вдвое ниже потребностей портов), различие технических стандартов (ширина колеи, отсутствие единого электронного документооборота), медленное прохождение границ и таможенных процедур.

Решение этих вызовов напрямую зависит от внедрения цифровых технологий. Перспективы развития неразрывно связаны с:

- 1) внедрением интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для автоматизации и повышения безопасности;
- 2) использованием онлайн-сервисов для оптимального планирования маршрутов и снижения нагрузки на инфраструктуру;
- 3) развитием коммуникации между различными видами транспорта для достижения синергетического эффекта и роста добавленной стоимости во всей экономике;
- 4) достижением целевых показателей грузооборота по СМП (20 млн тонн к 2030 году) и Восточному полигону [6].

Без комплекса мер по модернизации инфраструктуры и межгосударственного сотрудничества в сфере цифровизации достижение целей, поставленных инициативой «Один пояс – один путь», будет затруднительным. Решение указанных проблем приведёт к созданию более прозрачной и безопасной среды для международного сотрудничества, усилению позиций России как важного участника логистических процессов и общему оздоровлению взаимоотношений между Востоком и Западом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Главное таможенное управление КНР: Китай в 2026 году намерен продолжить устранять торговые разногласия с США [Электронный ресурс]. – ТАСС, 2026. – Режим доступа: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/26249753> (дата обращения: 26.06.2026).
2. Бурлачук, Л. Ф. Логистика международных перевозок : учебник / Л. Ф. Бурлачук, Н. С. Морозов. – СПб.: СПбГУ, 2019. – 356 с.

3. China State Railway Group: Upplly Market Insights [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.upply.com> (дата обращения: 30.06.2026).
4. Глянц, М. Один пояс и один путь. Долгий марш Китая в 2049 год / М. Глянц, Р. Росс. – М. : Международные отношения, 2021.
5. Шарова, И. В. Международные транспортные коридоры и их влияние на экономическое развитие государств / И. В. Шарова, Д. В. Голова // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – № 4. – С. 1153–1164.
6. Ольховиков, С. Э. Формирование узловых мультимодальных транспортно-логистических центров / С. Э. Ольховиков, Е. А. Петренева, И. Н. Кагадий, О. Б. Шерстобитова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1(89). – С. 106–118. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_106. – EDN SGTOBW.
7. Китайский информационный Интернет-центр: [Электронный ресурс]. – 2025–2026. – Режим доступа: <http://russian.china.org.cn> (дата обращения: 20.06.2026).

УДК 62-932.4

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

В. Н. Панченко, А. В. Кирсанова

Приволжский государственный университет путей сообщения

В современных условиях все сферы деятельности требуют высокой надежности всех компонентов подвижного состава. Входной контроль поступающих на склад деталей и материалов является главным этапом, но при этом занимает много времени и подвержен человеческим ошибкам. В связи с этим предлагается применять информационные системы машинного зрения.

Машинное зрение – это технологии в области искусственного интеллекта, нацеленные на получение и анализ изображений путем использования специализированных камер и оборудования в промышленной среде.

В контексте железнодорожной отрасли, системы машинного зрения представляют собой незаменимый инструмент для автоматизированного контроля. Они позволяют с высокой эффективностью решать задачи по измерению геометрических характеристик, например, диаметра шеек оси колесной пары, а также по идентификации поверхностных дефектов, таких как трещины или коррозия на бандажах и осях. Современные стереоскопические и лазерные системы гарантируют микрометрическую точность измерений, что соответствует требованиям ГОСТ Р 55014-2012 и прочих отраслевых стандартов. Для обнаружения дефектов применяются методы структурированного освещения в сочетании с алгоритмами анализа текстур, а для их классификации используются методы глубокого обучения, в частности сверточные нейронные сети, которые показывают высокую точность при условии наличия достаточного объема размеченных данных для обучения [1].

Техническая база системы базируется на высококачественных камерах с телеметрическими объективами, которые обеспечивают минимальные искажения (рис. 2). От четкости получаемых снимков напрямую зависит точность измерений (до 0,1 мм для ответственных деталей).

Ключевой элемент — современная система подсветки. Для выявления мельчайших дефектов на необработанном металле (корпуса автосцепок, элементы тележек), где блики мешают анализу, оптимально использовать кольцевые поляризованные светильники. Их главное преимущество — регулируемая цветовая температура, позволяющая различать даже незначительные неровности [2].

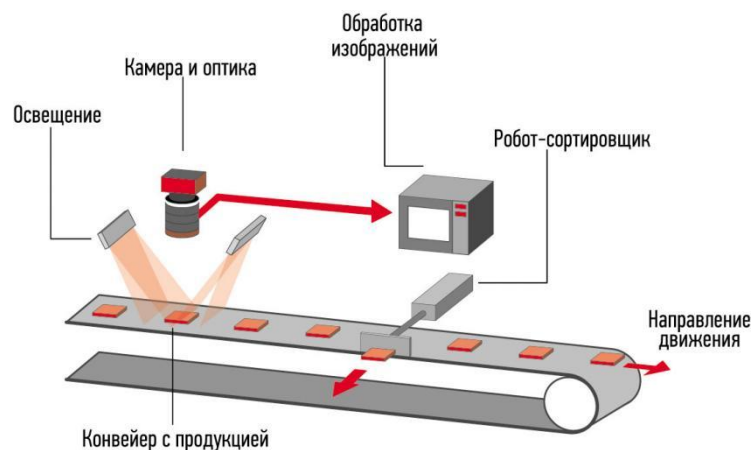


Рис. 1. Обобщенная схема работы системы машинного зрения для входного контроля

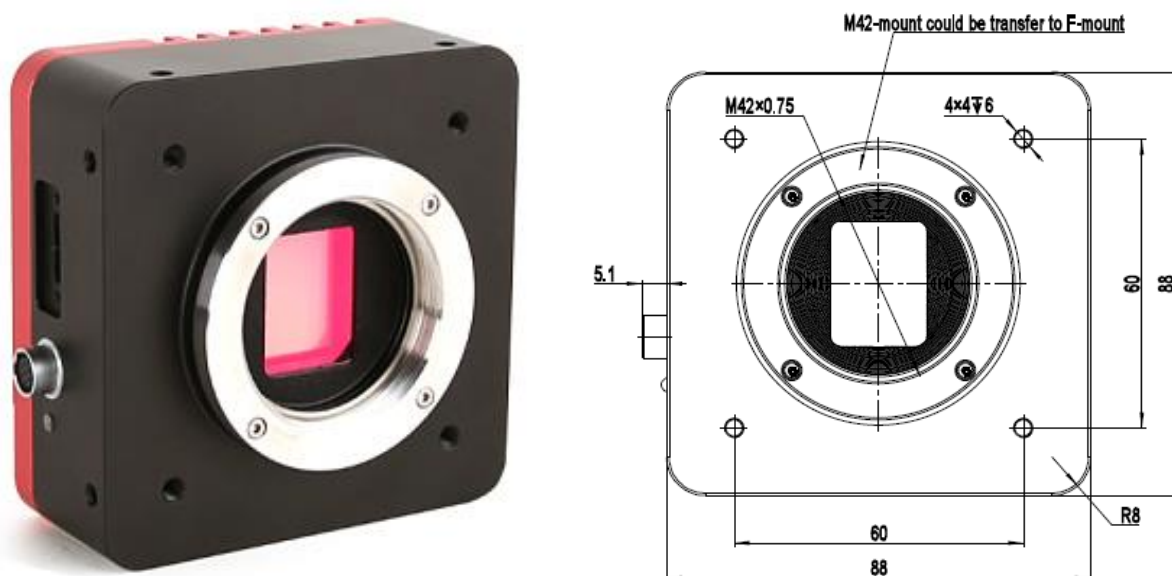


Рис.2. Промышленные камеры машинного зрения с APS-C и полнокадровой матрицей

С учетом тяжелых условий работы (перепады температур, пыль, вибрация) все компоненты защищены прочными корпусами. Стабильно высокое качество картинки обеспечивают специальные промышленные цифровые камеры — например, защищенные IP-камеры высокого разрешения.

Устройство камер включает:

- Сенсоры: КМОП-матрицы (5–20 Мп) с низким уровнем шума и высокой светочувствительностью, что критически важно для поиска микроскопических дефектов металла.
- Оптику: Фикс-объективы с телецентрической схемой, почти полностью исключая геометрические искажения по краям кадра, что и обеспечивает точность до 0,1 мм.
- Корпус: Герметичные, ударопрочные, пыле- и влагозащищенные корпуса класса IP7 и выше. Они часто оснащаются подогреваемым стеклом с олеофобным покрытием, предотвращающим запотевание, обледенение и загрязнение.



Рис.3. Пример обработки изображения фрагмента детали алгоритмами машинного зрения с элементами искусственного интеллекта.

Внутреннюю геометрию таких узлов, как буксы, предпочтительно проверять с помощью эндоскопов и бароскопов. Когда эти приборы объединены в измерительный комплекс, специалисты получают возможность комплексно оценивать состояние деталей без их разборки или разрушения.

«Сердцем» подобной системы выступает программное обеспечение, чьи алгоритмы должны уметь решать самые разные задачи по обработке изображений. Среди ключевых функций — автоматическое распознавание номеров партий и серийных номеров на изделиях. Это помогает сверять фактические поставки деталей с данными заводской MES-системы, отслеживать каждую единицу и автоматизировать складские операции [2].

Внедрение систем технического зрения для входного контроля на предприятиях железнодорожного транспорта — разумное решение и с технической, и с финансовой точек зрения. Такой подход резко повышает точность, быстроту и пропускную способность проверок, исключает большинство ошибок из-за человеческого фактора и позволяет вести исчерпывающую цифровую документацию на каждый элемент. Хотя существуют трудности из-за большого разнообразия контролируемых изделий и суровых рабочих условий, современный прогресс в «железе» и методах анализа изображений (например, технологии глубокого обучения) дает возможность создавать реально работающие системы [4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55014-2012 (ИСО/МЭК 15504-1:2004). Информационные технологии. Оценка процесса. Часть 1. Концепции и словарь.
2. Гуда А. Н. Модель коррекции координат подвижных объектов транспорта по дополнительным источникам информации / А. Н. Гуда, В. В. Храмов, О. Г. Ковтун // Труды 4-й научно-технической конференции «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте» (ИСУЖТ-2015). – М.: ОАО «НИИАС», 2015. – С. 132–135.
3. Панченко В. Н., Абрамова Е. В. Цифровые технологии в бережливом производстве. Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС. Том 1. Выпуск 24. Самара, 2023. С. 74–76.
4. Дизайн блока видеокамер Ctrl-Vision [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lab2050.ru/projects/dizayn-studiya/dizayn-bloka-videokamer-ctrl-vision/> (дата обращения: 20.05.2026).
5. Гонсалес Р. К., Вудс Р. Э. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

К. В. Портнов

Самарский государственный технический университет

Введение. Составление расписания движения поездов представляет собой одну из наиболее трудоёмких задач комбинаторной оптимизации в транспортной логистике. Классические детерминированные модели исходят из предположения о полной предсказуемости операционной среды: фиксированных временах хода, точно известных окнах технического обслуживания и неизменных потоках пассажиров. Однако реальная эксплуатация железнодорожной сети сопряжена с множеством источников случайных возмущений – неожиданными отказами подвижного состава, неблагоприятными метеорологическими условиями, флуктуациями пассажиропотока и внеплановыми ремонтами пути. Следствием этих возмущений становятся первичные задержки, которые через механизм цепных реакций распространяются по всей сети, приводя к значительному снижению качества транспортного обслуживания и увеличению операционных издержек перевозчика. Генетические алгоритмы, принадлежащие к широкому классу эволюционных вычислений, зарекомендовали себя как эффективный инструмент решения многокритериальных задач оптимизации на пространствах больших размерностей, где традиционные методы математического программирования оказываются вычислительно непрактичными. Цель настоящего исследования состоит в разработке математической модели оптимизации расписания движения поездов с учётом стохастической и нечёткой неопределённости, а также в описании специализированного генетического алгоритма, обеспечивающего нахождение устойчивых расписаний, сохраняющих приемлемое качество при реализации эксплуатационных возмущений [2, 3].

Основная часть. Задача оптимизации железнодорожных расписаний привлекает внимание исследователей с середины 1980-х годов. основополагающий вклад в её формализацию внесли Paolo Serafini и William Ukovich [9], предложившие в 1989 году модель периодического планирования событий PESP, которая по сей день остаётся базисной для большинства европейских систем составления расписаний. Применение метаэвристических методов к железнодорожным расписаниям систематически рассмотрено в обзоре Lusby R. M. [6] и соавторов, охватывающем методы целочисленного программирования, имитации отжига и алгоритмы колоний муравьёв. Пионерские работы по применению генетических алгоритмов к задаче маршрутизации поездов опубликовали Oliveira E., Smith B. M. A. [8], исследовавшие вопросы кодирования расписания в виде хромосомы и сравнительной эффективности операторов скрещивания. Проблематика неопределённости рассматривается в двух основных парадигмах: стохастический подход, опирающийся на марковские цепи и max-plus, и нечёткий подход, применённый к железнодорожным расписаниям продемонстрировавших его преимущество в ситуациях, когда накопленных статистических данных недостаточно для построения достоверных вероятностных распределений.

Рассмотрим железнодорожную сеть, представленную ориентированным графом(1),

$$G = (V, E) \quad (1)$$

где V – множество узловых событий, E – множество дуг, соответствующих перегонам пути. Пусть задано множество поездов $T = \{1, 2, \dots, n\}$, следующих по заданным маршрутам в планируемом горизонте времени $[0, H]$.

Для каждого поезда i и каждой станции s определим переменные решения – время прибытия $a(i, s)$ и время отправления $d(i, s)$.

Целевая функция минимизирует совокупную взвешенную задержку всех поездов относительно нормативного расписания, и описывается соотношением (2):

$$F(X) = \sum_i \sum_T \sum_s S(i) [w_i \cdot \max(0, a(i, s) - \bar{a}(i, s)) + v_i \cdot \max(0, d(i, s) - \bar{d}(i, s))] \quad (2)$$

где $\bar{a}(i, s)$ и $\bar{d}(i, s)$ – плановые времена, а w_i и v_i – весовые коэффициенты приоритета поезда.

Ограничения, которым должно удовлетворять каждое допустимое расписание, охватывают четыре группы требований: нижние границы продолжительности движения на межстанционных перегонах, нижние границы продолжительности стоянок на остановочных пунктах, минимальные временные интервалы между поездами-попутчиками на одном перегоне, исключаяющие конфликты по занятости блок-участков, и условия согласования по времени в узловых пунктах пересадки и перецепки.

Предложенный эволюционный алгоритм поддерживает популяцию кандидатных расписаний, каждое из которых представлено числовым вектором, фиксирующим моменты начала движения всех поездов от своих начальных пунктов. Полное расписание восстанавливается из этого вектора детерминированной процедурой, последовательно распространяющей ограничения на времена хода и стоянки вдоль каждого маршрута, благодаря чему принципиальная эксплуатационная допустимость кандидата гарантируется уже на уровне представления. Начальное множество кандидатов численностью N формируется двумя дополняющими друг друга способами: одна его половина заполняется особями, равномерно разбросанными по всему допустимому диапазону, тогда как другая строится возмущением действующего нормативного расписания случайными сдвигами, что позволяет сочетать широкую разведку пространства решений с привлечением накопленных практических знаний. Процедура отбора родителей построена на принципе многостороннего турнира с числом участников, равным трём: такое значение создаёт достаточное, но не чрезмерное селекционное давление, позволяя алгоритму длительно исследовать область поиска без риска преждевременного закрепления на локальном оптимуме. Рекомбинация осуществляется специально разработанным оператором, ориентированным на специфику железнодорожных расписаний: случайно определяемое подмножество поездов получает гены первого родителя, оставшиеся поезда наследуют гены второго, после чего жадная процедура урегулирования конфликтов восстанавливает выполнимость headway-ограничений, обрабатывая поезда в порядке убывания их приоритета. Мутационное преобразование, применяемое к каждой особи с малой фиксированной вероятностью, сдвигает время начала движения поезда на случайную величину, амплитуда которой сокращается по мере продвижения вычислений: в начале работы алгоритма допускаются крупные возмущения, стимулирующие выход из локальных ловушек, а на поздних поколениях – лишь тонкая подстройка вблизи уже найденного хорошего решения. Нарушения нежёстких ограничений учитываются через штрафные слагаемые, включаемые в значение целевой функции.

Критерием остановки служит выполнение одного из двух условий: достижение установленного максимального числа поколений или стагнация глобального экстремума на протяжении заранее определённого числа последовательных итераций без какого-либо зарегистрированного прироста качества. Устойчивость найденного решения к случайным флуктуациям операторов воспроизводства обеспечивается механизмом элитного переноса,

при котором фиксированное число хромосом с наивысшим значением функции приспособленности передаётся в следующее поколение без изменений, что исключает вероятность непреднамеренного уничтожения лучшей найденной конфигурации расписания.

Сопоставление альтернативных вариантов расписания выполняется на основе системы количественных индикаторов, каждый из которых отражает самостоятельный аспект эксплуатационного качества. В качестве интегральной меры точности выполнения графика движения используется математическое ожидание величины опоздания при прибытии, вычисленное как среднее по совокупности поездов и по ансамблю статистически независимых реализаций возмущающих воздействий на сеть. Соответствие нормативным требованиям к регулярности оценивается относительной частотой случаев, при которых фактическое отклонение времени прибытия не выходит за пределы установленного допуска: для поездов дальнего сообщения порогом служит пятиминутное опоздание, для пригородного движения – трёхминутное.

Сопоставление результатов с решениями, построенными классическими детерминированными методами, свидетельствует о том, что явный учёт неопределённости на этапе формирования расписания обеспечивает качественно иной уровень эксплуатационной устойчивости. Расписания, полученные в детерминированной постановке, нередко оказываются хрупкими: будучи оптимальными при номинальных условиях, они не содержат механизмов компенсации отклонений и потому существенно деградируют при реализации даже умеренных возмущений. Предложенный подход, объединяющий вероятностное и нечёткое описание неопределённости в едином критерии качества, целенаправленно формирует расписания с распределёнными резервами, вследствие чего их эксплуатационные характеристики при типичном диапазоне возмущений оказываются значительно выше, чем у формально оптимальных, но лишённых робастности аналогов.

Существенным ограничением остаётся вычислительная стоимость сценарного приближения целевой функции, которая при переходе к сетям большой размерности может сделать прямое применение алгоритма практически неосуществимым. Одним из путей преодоления этого препятствия представляется замена явного моделирования сценариев аппроксимирующими моделями на основе глубоких нейронных сетей, способными предсказывать робастное значение критерия при существенно меньших затратах времени. Параллельно перспективным развитием является переформулировка задачи в многокритериальном пространстве с явным представлением компромиссов между ожидаемой задержкой, предсказуемостью расписания и операционными затратами, что позволит лицу, принимающему решения, выбирать подходящее решение из множества равнодостоинных альтернатив. Наконец, встраивание эволюционного оптимизатора в контур обучения с подкреплением открывает путь к созданию диспетчерской системы, способной в режиме реального времени адаптировать действующее расписание к фактически наблюдаемому состоянию сети, что в долгосрочной перспективе представляется наиболее практически значимым направлением исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолина, Л. В. Применение технологий искусственного интеллекта как актуальное направление оптимизации бизнес-процессов современных предприятий // Экономика и предпринимательство. – 2026. – № 4(189). – С. 760–764. – DOI 10.34925/EIP.2026.189.4.127. – EDN BUFRHZ.
2. Олин, Р. А. Применение автономных интеллектуальных агентов в процессах цифровой трансформации / Р. А. Олин, М. Е. Федина, Р. Р. Шарипов // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 10(183). – С. 1254–1259. – EDN WMSNMO.

3. Тимофеев, А. В. Методы обеспечения доверия и защищённого взаимодействия между агентами с искусственным интеллектом // Экономика и предпринимательство. – 2026. – № 5(190). – С. 1392–1396. – EDN RSONQO.
4. Якимов, В. Н. Цифровой анализ спектрального состава на основе вычисления оценки периодограммы равномерно дискретизированного сигнала с применением бинарно-знакового аналого-стохастического квантования / В. Н. Якимов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2024. – № 5. – С. 8–16. – EDN JFRVPN.
5. Якимов, В. Н. Коррелограммная оценка спектральной плотности мощности на основе имитации бинарно-знакового аналого-стохастического квантования при обработке последовательности отсчетов равномерно дискретизированного сигнала / В. Н. Якимов // Цифровая обработка сигналов. – 2025. – № 2. – С. 3–8. – EDN LLZOGP.
6. Lusby R. M., Larsen J., Ehrgott M., Ryan D. Railway track allocation: models and methods // OR Spectrum. – 2011. – Vol. 33, No. 4. – P. 843–883.
7. Melnikov, E. Estimation of the Influence of the Supply Voltage Non-sinusoidally on the Results of Measuring the Parameters of Powerful Submersible Electric Motors // Cyber-Physical Systems: Modelling and Industrial Application. – Cham : Springer, 2022. – P. 147–157. – DOI 10.1007/978-3-030-95120-7_14. – EDN OOUOXO.
8. Oliveira E., Smith B. M. A Job-Shop Scheduling Model for the Single-Track Railway Scheduling Problem // Research Report 2000.21. – University of Leeds, 2000
9. Serafini P., Ukovich W. A mathematical model for periodic scheduling problems // SIAM Journal on Discrete Mathematics. – 1989. – Vol. 2, No. 4. – P. 550–581.

УДК 004.42:004.94:625.151.3:004.855.5

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОКОВОЙ КРИВОЙ И ДИАГНОСТИКИ СТРЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СП-6М

И. Л. Сандлер, Д. А. Эздеков

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Перевод централизованных стрелок выполняется стрелочным электроприводом, техническое состояние которого определяется по электрическим параметрам привода и напрямую связано с безопасностью движения [1, 2]. Непрерывный контроль состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики развит в работах по функциональному контролю и мониторингу [1, 3]. Нормативная проверка тока перевода предусмотрена инструкцией ЦШ-720-09 с квартальной периодичностью [4], а результаты замеров фиксируются в журнале вручную, без программной интерпретации измеренной кривой.

Программная обработка токовой кривой требует инструментальной среды, в которой кривая формируется при определённых исходных данных. Также необходимо выполнение классификации кривой с выводом результата оператору, а сам результат должен сохраняться отдельной записью в базе данных. Результат классификации позволяет определить техническое состояние стрелочного электропривода и предупреждать его выход из строя.

Задача работы заключается в разработке информационно-программного комплекса, моделирующего токовую кривую перевода привода СП-6М при изменяемых параметрах, с классификацией полученной кривой для определения технического состояния электропривода с отображением результатов в веб-интерфейсе. Параметры каждого перевода при этом сохраняются в базе данных.

Методы решения задачи. Для моделирования токовая кривая перевода формируется программно по нагрузочной характеристике двигателя МСП-0,25, заданной таблицей технических условий ЮКЛЯ 303341.007, представленной в [5]. Условия перевода задаются оператором (номинальная нагрузка $F_{ном}$, дополнительное сопротивление передачи $\Delta F_{доп}$, питающее напряжение $U_{пит}$, уровень шума измерительного тракта k и амплитуда локального возмущения $A_{возм}$). Изменение параметров $F_{ном}$, $\Delta F_{доп}$, $U_{пит}$, k , $A_{возм}$ приводит к пересчёту кривой, что воспроизводит норму $\|\bullet\|$ и характерные отклонения σ без обращения к действующему оборудованию. По рабочему участку кривой вычисляются пять классификационных признаков, устойчивых к импульсной помехе измерительного канала, по которым классификатор случайного леса относит перевод к техническому состоянию [6–8]. Результатом служит метка состояния либо объединение меток при одновременных отклонениях.

Результат отображается в веб-интерфейсе. На рисунке 1 представлен интерфейс и график тока во времени с наложенной линией ожидаемого тока по нагрузочной характеристике, распознанное состояние выводится цветовым индикатором над графиком, а в строке состояния показываются средний и ожидаемый ток с их относительным расхождением. Перемещение ползунка изменения параметров запускает обновление кривой с задержкой, что удерживает отклик при частом изменении условий.

Каждый выполненный перевод стрелки сохраняется в базе данных с отметкой времени и присвоенной меткой состояния, а также параметрами рабочего участка. Накопленные записи доступны для просмотра в виде списка последних переводов с выходными данными.

Анализ полученных результатов. Реализованная программа работает как «стенд» для моделирования токовой кривой, её анализа и диагностики стрелочного электропривода в целом. Внешний вид веб-интерфейса, представленный на рисунке 1, отображает токовую кривую последнего перевода и линию ожидаемого тока, а также метку распознанного состояния. Выставление отклонения ползунком смещает кривую относительно ожидаемой линии, индикатор при этом меняет распознанное состояние.



Рис. 1. Внешний вид разработанного веб-интерфейса

Сохранённые переводы прослеживаются через список последних записей и временной ряд, что позволяет восстановить ход изменения тока и длительности без обращения к внешнему хранилищу.

Практическое приложение результатов. Информационно-программный комплекс применяется как «стенд» для моделирования и демонстрации алгоритма диагностики токовой кривой вне действующего оборудования, при этом не ограничивающийся моделируемыми данными. Реальные данные можно подгрузить в качестве исходных с помощью базы данных. Варьирование условий перевода в интерфейсе воспроизводит норму $\|\bullet\|$ и характерные отклонения σ . Полученные в результате классификации выходные данные применяются для определения технического состояния стрелочного электропривода.

Накопленные записи переводов служат размеченным материалом для повторного обучения модели и сравнения версий классификатора на едином наборе. Замена синтетического источника сигнала на цифровую кривую тока, снимаемого с действующего привода, переводит «стенд» в режим мониторинга реальных данных со стрелочного перевода. Веб-исполнение интерфейса допускает удалённое наблюдение за переводами с рабочего места без установки клиентского приложения.

Выводы. Построен информационно-программный комплекс, моделирующий токовую кривую перевода стрелочного электропривода СП-6М с последующим определением технического состояния электропривода. Веб-интерфейс отображает кривую и ожидаемый уровень тока, а также присвоенный класс, удерживая отклик при частом изменении условий. Параметры каждого перевода сохраняются в базе данных.

Предложенный информационно-программный комплекс предполагает обработку реальных технических данных, подгружаемых в базу данных. Накопленные записи остаются материалом для повторного обучения модели и сравнения её версий. Привязка признаков описания и нагрузочной таблицы [5] к одному типу двигателя (МСП-0,25/160 В) ограничивает перенос комплекса на другие серии приводов, что устраняется заменой таблицы и переобучением модели на соответствующих данных, и является дальнейшим направлением разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапожников Вл. В. Станционные системы автоматики и телемеханики : учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин; под ред. Вл. В. Сапожникова. – Москва : Транспорт, 2000. – 432 с.
2. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : монография. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2016. – 171 с.
3. Сапожников В. В., Сапожников Вл. В. Основы технической диагностики. – Москва : Маршрут, 2004. – 316 с.
4. Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) : ЦШ-720-09. – Москва, 2009.
5. Электропривод стрелочный СП-6М (МСП-0,25/160 В) : технические условия ЮКЛЯ 303341.007 ТУ.
6. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебник для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 78 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-22200-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/600893> (дата обращения: 23.06.2026).
7. Груздев, А. В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics, R и Python: метод деревьев решений и случайный лес : руководство / А. В. Груздев. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 642 с. — ISBN 978-5-97060-539-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123700> (дата обращения: 23.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Чистяков, С. П. Случайные леса: обзор / С. П. Чистяков // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 1. – С. 117–136. – EDN PZBGBL.

УДК 625.151.3:004.85

АЛГОРИТМ МНОГОКЛАССОВОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СТРЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СП-6М ПО ТОКОВОЙ КРИВОЙ ПЕРЕВОДА

Д. А. Эздеков, И. Л. Сандлер

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Перевод централизованных стрелок выполняется стрелочным электроприводом, исправность которого связана с безопасностью движения [1]. Состояние привода контролируется по току перевода, измеряемому согласно инструкции ЦШ-720-09 переносным прибором один раз в квартал [2]. Между замерами привод остаётся вне наблюдения, и развивающаяся неисправность обнаруживается только при очередном обходе или при отказе стрелки.

Форма токовой кривой за один цикл перевода несёт информацию о механическом и электрическом состоянии привода [3]. Ручное сопоставление замеров с нормативами зависит от исполнителя и не обеспечивает непрерывного контроля, тогда как автоматическая интерпретация кривой методами машинного обучения переводит диагностику в непрерывный режим. Цель работы заключается в разработке алгоритма автоматического отнесения токовой кривой перевода к одному из технических состояний стрелочного электропривода СП-6М или их сочетанию по одному переводу.

Методы решения задачи. Токовая кривая одного цикла перевода состоит из трёх участков. На пусковом (около 0,5 с) ток нарастает примерно вдвое выше рабочего, не более 9 А, на рабочем держится около уровня по нагрузке, на завершающем срабатывает фрикционная муфта со спадом тока.

Рабочий ток и длительность перевода определяются нагрузочной характеристикой двигателя МСП-0,25 (160 В) по таблице технических условий ЮКЛЯ 303341.007 [4]: нагрузке 3000 Н отвечают ток 3,5 А и время 2,6 с. Повышение напряжения увеличивает рабочий ток с пропорциональным сокращением времени, понижение даёт обратный эффект. Ток работы на фрикцию принят на 27,5 % выше рабочего по диапазону 25–30 % [4].

Каждому техническому состоянию отвечает характерная деформация кривой. Электрические отклонения по напряжению взаимно исключаются, отклонения возникают и в сочетаниях, изменяя форму кривой нелинейно. Характерные отличия классов сведены в таблице 1.

Алгоритм классификации по признакам.

Начало алгоритма.

Этап 1: из записи перевода выделяется рабочий участок кривой (от 0,5 с после начала до момента за 0,5 с до конца).

Этап 2: по рабочему участку вычисляются пять признаков: отношения тока и длительности к ожидаемым, оценка шума, два показателя всплеска.

Этап 3: Признаки объединяются в вектор.

Этап 4: Вектор подаётся обученному классификатору случайного леса [5–7].

Этап 5: Классификатор возвращает метку состояния или объединение меток при одновременных отклонениях.

Конец алгоритма.

Таблица 1

Описание характерных отличий для классов

Класс	Характер отличия
Норма (Н)	Рабочий ток и время перевода в пределах, ожидаемых по нагрузочной таблице, без всплесков и повышенного шума
Механическая помеха (М)	Повышенный рабочий ток и затянутое время перевода
Препятствие (П)	Локальный устойчивый всплеск тока на рабочем участке
Загрязнение, шум тракта (Ш)	Повышенная неравномерность рабочего участка
Высокое напряжение (ВН)	Повышенный рабочий ток при сокращённом времени перевода
Низкое напряжение (НН)	Пониженный рабочий ток при затянутом времени перевода

Анализ полученных результатов. Качество классификатора оценено на отложенной выборке. Кривая обучения, представленная на рисунке 1, выходит на насыщение с ростом объёма данных, доля верных решений превысила 90 %.

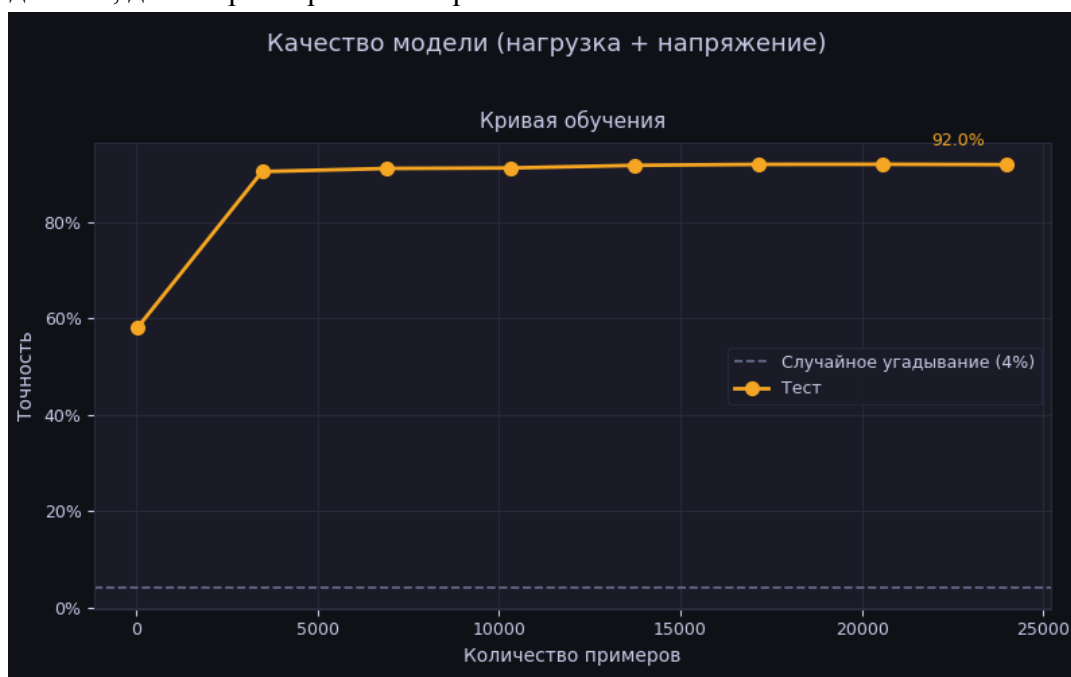


Рис.1. Кривая обучения модели

Качество распознавания по классам i, j программа сводит в матрицу ошибок Ξ с построчной нормировкой. На диагонали стоит полнота распознавания класса p_{ii} , равная доле верно распознанных его объектов, рассчитанная по формуле:

$$p_{ii} = \frac{n_{ii}}{\sum_j n_{ij}}, \quad (1)$$

где p_{ii} – полнота распознавания класса i ;

n_{ii} – число верно распознанных объектов класса i ;

n_{ij} – число объектов класса i , отнесённых к классу j ;

$\sum_j n_{ij}$ – общее число объектов класса i .

Вне диагонали в матрице ошибок стоят значения n_{ij} при $i \neq j$, то есть число объектов класса, ошибочно отнесённых к другому классу.

Алгоритм обучен на синтетических данных, без записей с действующего оборудования, а нагрузочная таблица [4] задана для одного типа двигателя и насыщается выше 6000 Н, что сближает формы кривой при предельных нагрузках.

Практическое приложение результатов. В составе системы непрерывного мониторинга токовый сигнал снимается с шунта рабочей цепи стрелочной питающей панели и оцифровывается аналого-цифровым преобразователем, после чего алгоритм обрабатывает кривую каждого перевода без вмешательства в штатную схему управления.

Автоматическая классификация замещает ручное сопоставление параметров и обнаруживает развивающийся дефект в интервале скрытого развития, до отказа стрелки, а локализация вида отклонения направляет действие персонала. Переход от обслуживания по графику к контролю по фактическому состоянию сокращает интервал между возникновением и обнаружением дефекта.

Выводы. Предложен алгоритм диагностики стрелочного электропривода СП-6М по токовой кривой перевода, распознающий норму и пять видов отклонений, а также их сочетания. На отложенной выборке доля верных решений превысила 90 %. Замена синтетической выборки записями с действующих приводов и расширение нагрузочной таблицы на другие типы двигателей снизят отмеченные ограничения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапожников Вл. В. Станционные системы автоматики и телемеханики : учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин; под ред. Вл. В. Сапожникова. – Москва : Транспорт, 2000. – 432 с.
2. Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) : ЦШ-720-09. – Москва, 2009.
3. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : монография. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2016. – 171 с.
4. Электропривод стрелочный СП-6М (МСП-0,25/160 В) : технические условия ЮКЛЯ 303341.007 ТУ.
5. Чистяков, С. П. Случайные леса: обзор / С. П. Чистяков // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 1. – С. 117–136. – EDN PZBGBL.
6. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебник для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 78 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-22200-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/600893> (дата обращения: 23.06.2026).
7. Груздев, А. В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics, R и Python: метод деревьев решений и случайный лес : руководство / А. В. Груздев. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 642 с. — ISBN 978-5-97060-539-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123700> (дата обращения: 23.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКА СИГНАЛОВ АЛС-ЕН СО СХЕМОЙ ШОУ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ПОМЕХ ОТ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. В системе автоматической локомотивной сигнализации единого ряда непрерывного действия (АЛС-ЕН) информация от путевых устройств на локомотив передаётся по индуктивно-рельсовой линии с использованием двукратной фазовой манипуляции несущего колебания с частотой 174,38 Гц [1]. Одним из основных факторов, способных привести к сбою в работе локомотивного приёмника, являются гармонические помехи, создаваемые электрооборудованием подвижного состава и стационарными устройствами электроснабжения. Под гармонической понимается помеха, энергетический спектр которой сосредоточен в сравнительно узкой полосе частот, существенно меньшей полосы частот полезного сигнала. Мерами борьбы с такими помехами служат повышение частотной избирательности приёмника (сужение полосы пропускания входного фильтра) и перенос сигнала в другой частотный диапазон [2].

Ранее авторами настоящей статьи для повышения помехоустойчивости локомотивного приёмника канала АЛС-ЕН было предложено использовать схему (широкая полоса – ограничитель – узкая полоса). Функциональная схема и имитационная модель приёмника описаны в [1]. На данной модели уже проведены экспериментальные исследования по оценке качества функционирования приёмника АЛС-ЕН со схемой ШОУ в номинальных условиях эксплуатации [3] и в условиях воздействия флуктуационных [4] и импульсных помех [5]. Однако до настоящего времени не была проведена оценка качества его функционирования при воздействии гармонических помех. Данное исследование становится всё актуальнее с расширением внедрения в эксплуатацию электроподвижного состава с асинхронным тяговым приводом и тиристорным регулированием, являющегося источником гармонических помех в широком диапазоне частот.

В связи с этим целью настоящей работы является экспериментальная оценка качества функционирования приёмника АЛС-ЕН со схемой ШОУ при воздействии стационарных гармонических помех с допустимыми уровнями, регламентируемыми [6].

Основная часть. В экспериментах на вход приёмника АЛС-ЕН со схемой ШОУ подаётся аддитивная смесь с сигнала АЛС-ЕН и непрерывной гармонической помехи допустимого уровня на частотах 29, 31, 85 Гц (на данных частотах помеха имеет наибольшие допустимые значения), а также на частотах 167, 175 и 184 Гц, попадающих в рабочий диапазон частот канала АЛС-ЕН. Сигнал АЛС-ЕН формируется на основе синхрогруппы (СГ) 11001100 и кодовой комбинации (КК) 10101010. Такое сочетание символов СГ и КК позволяет получить в сигнале все возможные сдвиги фазы несущего колебания 0°, 90°, 180° и 270°. Этот аспект важен потому, что на выходе полосового фильтра приёмника при разных сдвигах фазы имеет место различная величина снижения амплитуды сигнала АЛС-ЕН на границах элементарных посылок сигнала. Так, при сдвиге фазы 0° провала амплитуды сигнала не будет, так как на границе элементарных посылок нет разрыва фазы несущего колебания. При сдвиге фазы на

180° снижение амплитуды максимально, что будет приводить к снижению отношения сигнал-помеха и повышает вероятность ошибки в приёмнике.

Далее представлены результаты экспериментального исследования и выводы по ним.

На рисунках 1-3 показаны осциллограммы сигналов, полученные при воздействии гармонической помехи на частотах 29, 31 и 85 Гц соответственно. На осциллограммах сверху вниз представлены:

- аддитивная смесь сигнала АЛС-ЕН и гармонической помехи;
- сигнал на выходе широкополосного фильтра;
- сигнал на выходе приёмника в подканале СГ;
- сигнал на выходе приёмника в подканале КК.

На всех осциллограммах по горизонтальной оси отложено время в секундах, по вертикальной оси – напряжение сигнала в вольтах.

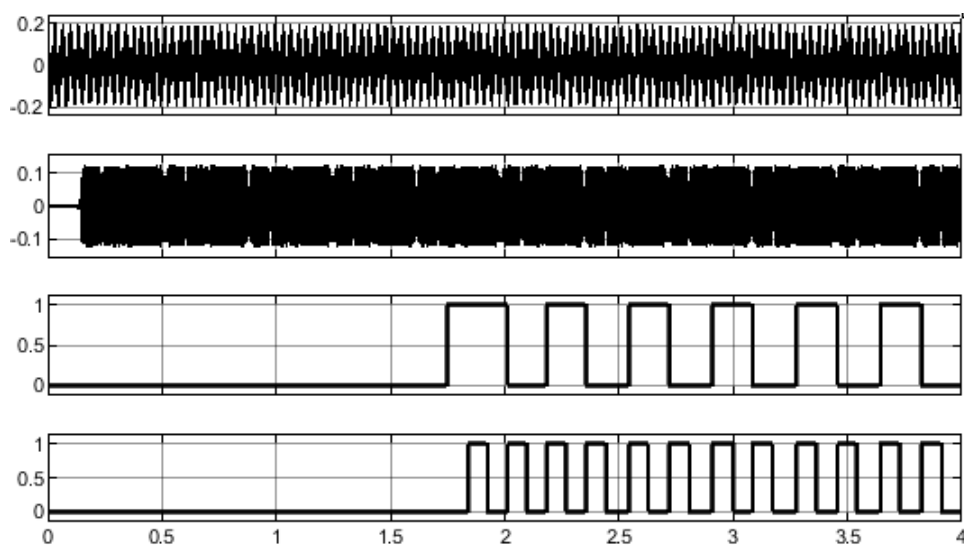


Рис. 1. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 80 мВ на частоте 29 Гц



Рис. 2. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 85 мВ на частоте 31 Гц

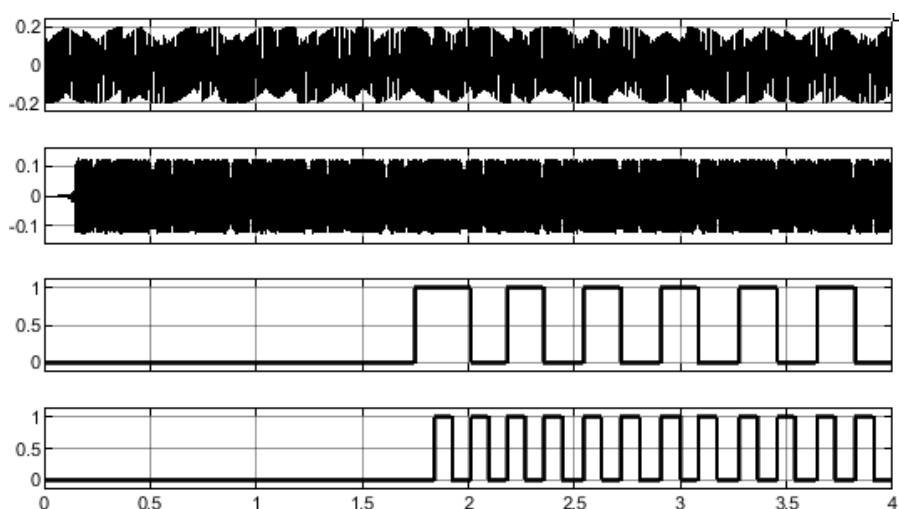


Рис. 3. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 83 мВ на частоте 85 Гц

Как видно из представленных выше осциллограмм, ни в одном случае воздействие помехи не приводит к ошибкам в работе приёмника АЛС-ЕН со схемой ШОУ.

На рисунках 4-6 показаны осциллограммы сигналов, полученные при воздействии гармонической помехи на частотах 167, 175 и 184 Гц соответственно.

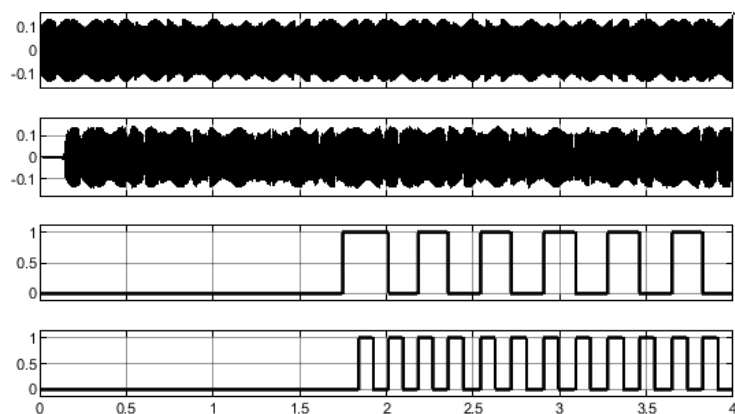


Рис. 4. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 16 мВ на частоте 167 Гц

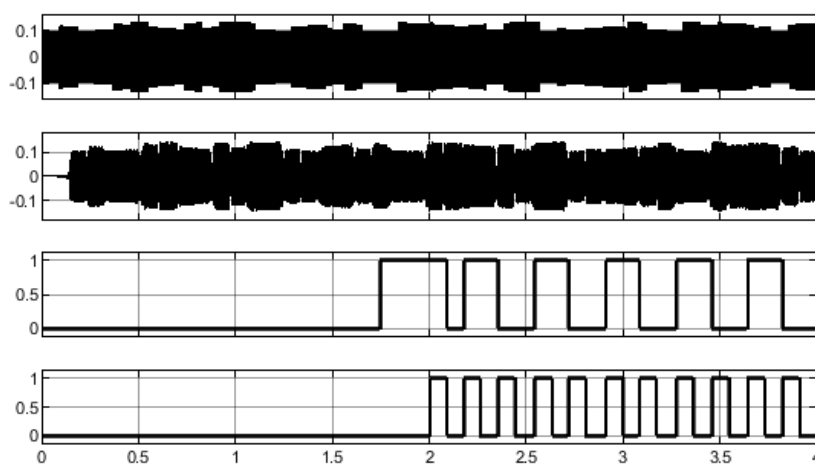


Рис. 5. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 17 мВ на частоте 175 Гц

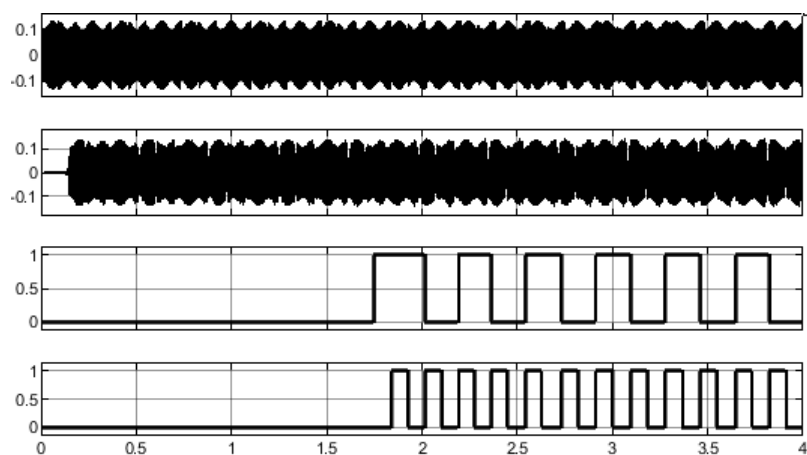


Рис. 6. Осциллограммы сигналов при воздействии гармонической помехи амплитудой 17 мВ на частоте 184 Гц

Осциллограммы на рис. 4-6 также позволяют сделать вывод, что при гармонических помехах с указанными параметрами наличие в приёмнике схемы ШОУ не приводит к ошибкам в работе приёмника сигналов АЛС-ЕН.

Заключение. В статье проведены результаты экспериментального исследования процесса функционирования приёмника АЛС-ЕН со схемой ШОУ при воздействии гармонических помех с допустимыми уровнями от тягового тока подвижного состава. Анализ полученных результатов показал, что при всех рассмотренных гармонических помехах приёмник сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ обеспечивает их эффективное подавление без подавления сигнала АЛС-ЕН и функционирует без ошибок. Таким образом, качество функционирования приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ при воздействии на него гармонических помех с различными частотами и допустимыми уровнями можно оценить как удовлетворительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсупов, Р. Р. Разработка функциональной схемы и имитационной модели приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин // Вестник СамГУПС. – 2023. – № 1(59). – С. 119–125.
2. Леушин, В. Б. Особенности каналов автоматической локомотивной сигнализации магистральных железных дорог : учебное пособие для студентов специальности "Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте" : учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В. Б. Леушин, Р. Р. Юсупов ; В. Б. Леушин, Р. Р. Юсупов ; М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство ж.-д. трансп., Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Самарский гос. ун-т путей сообщ. – Самара : СамГУПС, 2007. – 115 с. – ISBN 978-5-98941-065-1.
3. Юсупов, Р. Р. Оценка качества функционирования приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ в номинальных условиях эксплуатации / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин // Вестник транспорта Поволжья. – 2023. – № 2(98). – С. 88–94.
4. Юсупов, Р. Р. Оценка качества функционирования приемника сигналов АЛС-ен со схемой шоу в условиях воздействия флуктуационной помехи / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин, К. Э. Блачев // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 217–219.
5. Хохрин, А. С. Оценка помехоустойчивости приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ в условиях воздействия импульсных помех / А. С. Хохрин, Р. Р. Юсупов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 04 апреля 2025 года. – Самара: Приволжский государственный университет путей сообщения, 2025. – С. 233–236.
6. ГОСТ 33436.3-1-2015 Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Железнодорожный подвижной состав. Требования и методы испытаний. – М. : Стандартиформ, 2019. 32 с.

СЕКЦИЯ 4

Актуальные аспекты управления инновациями на транспорте, учебно-методические вопросы образования, духовно-нравственного и патриотического воспитания

УДК 334

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

С. А. Блинкова, К. С. Веляева

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Транспортная отрасль относится к числу высокотехнологичных и капиталоемких сфер. Устойчивое развитие перевозочных систем, инфраструктуры и технологий напрямую связано с тем, насколько эффективно научные разработки превращаются в прикладные решения [1, 2]. Однако практика управления научной и инновационной деятельностью университетов показывает, что традиционные формы кооперации — разовые договоры, гранты, экспертные советы — не обеспечивают системной координации [3]. Особенно остро это проявляется на ранних стадиях инновационного цикла, где высока неопределённость и сильна информационная асимметрия между наукой и бизнесом [4]. В последнее время в научной литературе активно развиваются концепции инновационных экосистем, тройной и четверной спирали, а также сетевые подходы к организации взаимодействий [10]. В отличие от иерархических или рыночных форм, сетевые структуры позволяют более гибко распределять роли, быстрее обмениваться знаниями и адаптироваться к изменениям. Тем не менее, применительно к транспортной отрасли такие модели проработаны недостаточно. В частности, остаётся открытым вопрос, как именно должна быть устроена сетевая кооперация между отраслевым университетом, научными коллективами, бизнесом, инвесторами и индустриальными партнерами [5].

Процесс создания инноваций в транспортной отрасли характеризуется множественностью участников, нелинейностью взаимодействий и высокой зависимостью результатов от качества координации научных, производственных и управленческих решений [6, 7]. В условиях высокой капиталоемкости отрасли и длительных инвестиционных циклов эффективность инновационного развития определяется не только уровнем научных разработок, но и наличием формализованных механизмов управления взаимодействием науки и бизнеса [8]. В этой связи формирование модели создания инноваций требует использования инструментов, позволяющих учитывать сетевой характер инновационных процессов [9].

В рамках настоящего исследования процесс создания инноваций в транспортной отрасли представлен в виде сетевой модели, отражающей устойчивые формы взаимодействия между ключевыми участниками инновационного процесса. Узлами сети выступают отраслевой университет, научные коллективы, бизнес, инвесторы и индустриальные партнеры, а связями — каналы взаимодействия, обеспечивающие обмен знаниями, ресурсами и управленческими решениями. Такое представление позволяет учитывать сложный характер кооперации и неоднородность ролей участников инновационного процесса.

Графическое отображение сетевой модели создания инноваций представлено на Рисунке 1. В центре экосистемы инноваций находится профильный университет, играющий роль организационного стержня и дирижера в налаживании связей между научными кругами и коммерческим сектором. Исследовательские группы создают задел в области научно-технических разработок и занимаются поиском новаторских решений, в то время как транспортные предприятия формулируют потребности в инновациях и создают среду для проверки и внедрения новых технологий. Финансисты и посредники в инфраструктуре, в свою очередь, осуществляют инвестирование и курирование инновационных инициатив. Степень прочности и постоянства коммуникаций между этими субъектами напрямую зависит от установленных правил игры, степени взаимного доверия и финансовой мотивации для успешного завершения инновационных начинаний.

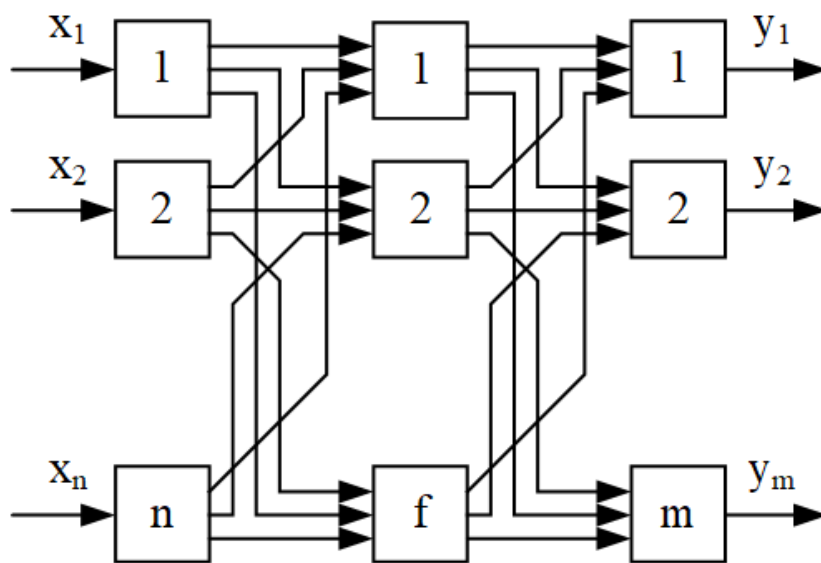


Рис. 1. Математическая схема формирования инноваций в сетевой структуре.

Создание инноваций в рамках сетевого подхода включает поэтапное развитие: от зарождения научных концепций до их последующего отбора и ранжирования, проведения прикладных изысканий, опытной апробации и, наконец, вывода на рынок. На каждой стадии критически важна координация действий всех участников, гарантирующая соответствие научных достижений требованиям индустрии и задачам развития транспортного сектора.

Применение сетевого принципа организации взаимодействий вкупе с платформенным форматом коммуникаций позволяет поднять управляемость инновационными процессами на качественно новый уровень. Указанная результативность достигается за счет нивелирования информационной асимметрии, повышения степени открытости административных регламентов и отстройки устойчивых коммуникационных коридоров между наукой и реальным сектором экономики. Цифровая платформа в этой логике берет на себя роль инструмента сквозного администрирования инновационных проектов, обеспечивая отслеживание их текущего состояния и накопление баз данных для последующей коррекции управленческих решений.

Интеграция сетевой модели генерации знаний в контур транспортной отрасли фиксирует переход от разрозненных эпизодов научно-производственного партнерства к целостно выстроенной системе координации. Отраслевой вуз, являясь центром подобной конфигурации, решает задачу увязки исследовательских ориентиров с насущными

потребностями транспортной сферы, что ведет к сокращению издержек при взаимодействии и придает конечным результатам большую предсказуемость.

Создаваемые условия позволяют более эффективно задействовать наличный научный задел, форсировать внедренческие циклы и в целом наращивать результативность инновационного обновления отрасли.

Заключение. Предложенная в работе сетевая конфигурация фиксирует инновационный процесс в транспортной отрасли посредством закреплённых взаимосвязей между профильным вузом, исследовательскими группами, производственными предприятиями, бизнес-структурами, инвесторами и индустриальными контрагентами. Университет при этом выполняет функции координационного центра, а математическое описание поэтапно отражает траекторию инновации – от возникновения гипотез до рыночной реализации.

Вместе с тем, исключительно сетевой формы взаимодействия недостаточно: она нуждается в дополнении платформенным форматом коммуникаций. Внедрение цифровой платформы позволяет уменьшить информационную асимметрию, усилить прозрачность процедур и организовать непрерывное сопровождение инновационных проектов, что в итоге сокращает транзакционные издержки и повышает предсказуемость конечных показателей. Сформулированные положения могут служить основой при формировании стратегий инновационного развития для отраслевых университетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаранин, М. А. Модель трансформации отраслевых транспортных образовательных организаций / М. А. Гаранин, А. М. Збарский // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 1721–1736. – DOI 10.18334/vinec.13.3.118359. – EDN AMKMLR.
2. Гаранин, М. А. Модель управления университетом как центром развития компетенций / М. А. Гаранин // Креативная экономика. – 2019. – Т. 13, № 1. – С. 183–194. – DOI 10.18334/ce.13.1.39667. – EDN YYFYDZ.
3. Гаранин, М. А. Трансформация университета в центр пространства внедрения инноваций / М. А. Гаранин // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 955–968. – DOI 10.18334/vinec.9.3.40957. – EDN QUNMHN.
4. Гаранин, М. А. Конвергентно-дивергентная система генерации инновационных проектов / М. А. Гаранин, В. Т. Волков, К. С. Веляева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2025. – № 10. – С. 196–205. – DOI 10.24412/2220-2404-2025-10-7. – EDN GRAYZE.
5. Формирование системы управления инновационной деятельностью на железнодорожном транспорте / С. А. Блинкова, К. С. Веляева, З. Р. Зиганшина, Н. А. Андриянова // Вестник СамГУПС. – 2025. – № 2(68). – С. 10–15. – EDN AZOICL.
6. Блинкова, С. А. Диагностика экосистемы при формировании рынка инновационных услуг / С. А. Блинкова, З. Р. Зиганшина // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 1(174). – С. 1220–1223. – DOI 10.34925/EIP.2024.174.1.222. – EDN OLYWRI.
7. Блинкова, С. А. Методика оценки инновационных проектов в транспортной отрасли / С. А. Блинкова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2024. – № 4. – С. 190–195. – DOI 10.23672/SAE.2024.4.4.006. – EDN OOFXAC.
8. Блинкова, С. А. Тенденции формирования транспортного рынка инновационных проектов / С. А. Блинкова, К. С. Веляева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2024. – № 3. – С. 167–173. – DOI 10.23672/SAE.2024.89.93.004. – EDN HPBPXS.
9. Гаранин, М. А. Экономическая модель развития техностартеров и спин-аутов в университете нового поколения / М. А. Гаранин, К. С. Веляева // Вестник СамГУПС. – 2023. – № 2(60). – С. 9–15. – EDN RVAWUD.
10. Блинкова, С. А. Диагностика экосистемы при формировании рынка инновационных услуг / С. А. Блинкова, З. Р. Зиганшина // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 1(174). – С. 1220–1223. – DOI 10.34925/EIP.2024.174.1.222. – EDN OLYWRI.

ДИАГНОСТИКА ОТРАСЛЕВОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ИННОВАЦИЯМИ

С. А. Бурцев

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Образовательные инновации в транспортном вузе требуют диагностики. Новые модули, цифровые сервисы, проекты и наставнические программы нельзя оценивать только по факту запуска. Важнее понять, что происходит со студентом. Знает ли он отрасль. Принимает ли ее нормы. Участвует ли в практиках. Связывает ли свое будущее с транспортным комплексом [1, 2].

Обычные управленческие показатели нужны, но они показывают не все. Количество участников, число мероприятий и объем отчетных материалов говорят об активности среды. Но глубину профессионального становления они раскрывают слабо. Диагностика отраслевой идентичности как раз помогает увидеть, где инновация работает по смыслу, а где остается внешней процедурой.

Методы решения задачи. В статье использованы концептуальный анализ, педагогическое моделирование и разработка диагностических индикаторов. Основой стали исследования отраслевой идентичности, скрытого учебного плана, образовательной среды и социальной инерции [3, 4]. Практический результат представлен как диагностическая карта, которую можно применять в кураторской и управленческой работе.

Диагностика должна смотреть на четыре компонента. Когнитивный показывает, понимает ли студент структуру и функции транспортной отрасли. Ценностный помогает увидеть отношение к надежности, дисциплине, безопасности и ответственности. Деятельностный фиксирует участие в проектах, практиках, студенческих отрядах и работе с работодателями. Проективный отвечает на главный вопрос, видит ли студент свой профессиональный маршрут.

Таблица 1

Диагностическая карта отраслевой идентичности студента

Показатель	Базовый уровень	Развивающийся уровень	Устойчивый уровень
Знание отрасли	называет отдельные факты и профессии	понимает связь подготовки с транспортными задачами	объясняет общественную роль транспорта и свою будущую функцию
Принятие норм	воспринимает требования как внешние правила	связывает регламенты с безопасностью и качеством	считает нормы частью профессиональной культуры
Практическое участие	участвует эпизодически	включается в проекты, практики или отряды	имеет устойчивый опыт ответственной роли
Профессиональный план	выбор не определен	намечает первичные карьерные шаги	строит траекторию внутри транспортной отрасли

Карта не должна превращаться в формальный оценочный лист. Ее смысл в другом. Она помогает куратору и студенту спокойно поговорить о профессиональном становлении. Например, студент может часто участвовать в мероприятиях, но плохо объяснять, как этот

опыт связан с отраслью. В такой ситуации нужно не добавлять новые события, а организовать рефлексию и сопровождение.

Диагностика полезна только тогда, когда проводится в динамике. Одно измерение показывает текущее состояние, но не дает понять, сработала ли образовательная работа. Повторная оценка после практики, отрядного сезона, проектной смены или встречи с работодателем уже показывает движение. Видно, какие элементы среды действительно влияют на отраслевую идентичность.

Скрытый учебный план тоже нужно диагностировать. Университет может официально говорить о ценности отраслевой ответственности, но студент каждый день видит реальные правила жизни в вузе. Как преподаватели относятся к регламентам. Есть ли нормальная обратная связь. Уважается ли профессия в повседневной коммуникации. Именно эти сигналы могут поддерживать идентичность или разрушать ее [5, 6].

Инерция управления проявляется просто. Новый инструмент берут, а используют по старой отчетной логике. Цифровая платформа становится местом загрузки документов. Проект превращается в формальное мероприятие. Наставничество сводится к одной встрече. Работы об инерционности показывают, что такие разрывы между заявленными целями и реальными практиками устойчивы и требуют отдельного управленческого внимания [7–9].

Диагностический цикл можно выстроить в четыре шага. Сначала проводится входная оценка представлений студентов. Затем в течение семестра фиксируются формы участия, практика, проект, отряд, встреча с работодателем. После этого проводится повторная оценка и кураторское обсуждение. Завершается цикл корректировкой образовательной среды по выявленным дефицитам.

При интерпретации данных важно не смешивать разные дефициты. Слабый когнитивный уровень говорит о нехватке отраслевой информации. Слабый ценностный уровень требует работы с нормами и наставничеством. Недостаточный деятельностный уровень показывает, что студенту не хватает практик участия. Неразвитый проективный уровень связан с карьерным сопровождением и индивидуальным планированием.

Диагностику лучше проводить смешанно. Анкета дает сопоставимые данные. Интервью раскрывает личные смыслы. Портфолио показывает реальное участие. Отзыв наставника фиксирует профессиональное поведение. Вместе эти источники снижают риск формального вывода и делают управленческое решение точнее.

Курс обучения тоже имеет значение. Первокурснику достаточно первичного понимания отрасли и интереса к профессиональной пробе. На средних курсах важнее участие в проектах и практиках. На старших курсах на первый план выходит осознанный профессиональный план, связанный с транспортным комплексом.

Есть и этическая сторона диагностики. Результаты нельзя использовать как инструмент давления или жесткого ранжирования. Их задача в поддержке самоопределения студента и настройке образовательной среды. Обучающийся должен понимать критерии, обсуждать результаты и получать понятные рекомендации.

Диагностика не должна заканчиваться хранением данных. После нее должны появляться конкретные решения. Назначить наставника. Предложить проект. Пригласить на отраслевую встречу. Включить в студенческий отряд. Скорректировать индивидуальный план. Только тогда диагностическая процедура становится инструментом управления инновациями.

Для надежности важно сопоставлять самооценку и внешнюю оценку. Студент может считать себя готовым к отраслевой работе, а наставник видит слабую дисциплину. Бывает и

наоборот. Обучающийся занижает свои возможности, хотя на практике показывает надежность. Такое сопоставление дает хороший материал для содержательной беседы.

Диагностические данные можно показывать не только в таблицах. Полезна и карта группы. Например, одна часть студентов хорошо знает отрасль, но мало включена в практику. Другая активно участвует в мероприятиях, но не видит отраслевой перспективы. Эти различия помогают точнее выбирать воспитательные и образовательные действия.

Отдельно нужно готовить кураторов к интерпретации результатов. Низкий показатель не означает, что перед нами плохой студент. Скорее это сигнал. Образовательная среда пока не дала ему достаточных оснований для отраслевого самоопределения. Кураторская работа в таком случае должна поддерживать, а не давить.

Проводить диагностику лучше в узловые моменты образовательной траектории. В начале первого курса. После первой производственной практики. После участия в проекте или отрядном сезоне. Перед выпуском. Такая периодичность позволяет увидеть, какие события действительно меняют профессионально-отраслевую позицию студента.

Для администрации университета результаты диагностики становятся обратной связью по образовательной среде. Если у значительной части студентов слабый деятельностный компонент, причина может быть не в мотивации. Возможно, доступных практик участия просто мало. Если слаб проективный компонент, нужно усиливать работу центра карьеры и наставников.

Диагностическая карта подходит и для индивидуальной, и для групповой работы. В индивидуальном формате студент видит свои сильные стороны и зоны развития. В группе карта помогает куратору понять общие дефициты. Это может быть слабое знание отрасли, недостаток практик, неясные карьерные планы или формальное отношение к профессиональным нормам.

Эту же карту удобно использовать при обсуждении индивидуального плана развития. Вместо общих советов студент получает конкретные шаги. Посетить отраслевую встречу. Включиться в проект. Пройти практику. Подготовить рефлексивный отчет. Обсудить карьерный маршрут с наставником. Так диагностика превращается в сопровождение.

Повторная диагностика помогает оценивать не только студента, но и само мероприятие. Если после встречи с работодателем растет когнитивный компонент, но не меняется проективный, студент получил информацию, но не увидел личного маршрута. Если после отрядного сезона растет деятельностный компонент, а ценностный остается слабым, нужно усиливать рефлекссию.

Работодателю диагностические данные полезны в обобщенном виде. Они показывают, какие группы студентов уже готовы к практикам, а кому сначала нужно познакомиться с отраслевыми нормами. Так проще планировать встречи, экскурсии, практические задания и наставнические программы [10].

В цифровом контуре университета диагностическая карта может работать как простая форма самоанализа. Важно, чтобы она не выглядела как контрольная анкета. Лучше сопровождать ее пояснениями и рекомендациями. Где усилить знание отрасли. Как найти проект. К кому обратиться за наставничеством. Как оформить профессиональный план [11].

Заключение. Диагностика отраслевой идентичности студентов помогает управлять образовательными инновациями, потому что показывает не только активность среды, но и глубину профессионально-отраслевого становления. Через нее можно выявлять дефициты, адресно усиливать наставничество, корректировать практики и оценивать взаимодействие с работодателями.

Для транспортного вуза такая диагностика особенно важна. Отрасли нужны специалисты, которые принимают нормы надежности, безопасности и коллективной ответственности. Поэтому инновации в образовательной среде стоит оценивать не только по внедренным формам. Главный вопрос другой. Помогают ли они студенту осознанно связать себя с транспортной отраслью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Транспортная отраслевая идентичность работников и обучающихся: развитие социологической категории и авторская дефиниция / М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 5. – С. 445–452. – EDN FXSRCE.
2. Гнатюк, М. А. Отраслевая идентичность как социологическая категория: границы, структура и институциональные источники формирования / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Социология. – 2025. – № 12. – С. 88–93. – EDN XNBWVD.
3. Гнатюк, М. А. Скрытый учебный план отраслевого университета: как повседневные практики формируют (или разрушают) отраслевую идентичность студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 12. – С. 41–43. – EDN GIQLFY.
4. Гнатюк, М. А. Образовательная среда отраслевого университета как фактор формирования отраслевой идентичности студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 12. – С. 19–23. – EDN CYRGBD.
5. Гнатюк, М. А. Инерционность в пространстве российских социокультурных изменений : диссертация на соискание ученой степени доктора философских наук / М. А. Гнатюк. – Самара, 2025. – 277 с. – EDN LDUXIZ.
6. Пыркова, М. А. Педагогические условия формирования отраслевой идентичности в профессиональном образовании / М. А. Пыркова // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2025. – № 5. – С. 40–44. – EDN DCJIUQ.
7. Гнатюк, М. А. Социокультурный механизм проявления инерционной составляющей в российской исторической реальности: социально-философский подход / М. А. Гнатюк // Научная мысль Кавказа. – 2017. – № 2(90). – С. 19–22. – DOI 10.23683/2072-0181-2017-90-2-19-22. – EDN YZIMHX.
8. Пыркова, М. А. Формирование отраслевой идентичности в транспортном образовании / М. А. Пыркова // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 7. – С. 499–504. – EDN ZEBIEE.
9. Гнатюк, М. А. Специфика сетевых рисков информационной социализации молодежи в пространстве социальных сетей / М. А. Гнатюк, А. А. Булатов, С. И. Самыгин // Национальное здоровье. – 2018. – № 2. – С. 221–228. – EDN VKUCVQ.
10. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YHXTHY.
11. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.

ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА ЧЕРЕЗ СОЗИДАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОТРАСЛЕВУЮ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ

В. Д. Гнатыук¹, И. О. Туркменов², С. А. Бурцев²

¹ *Оренбургский техникум железнодорожного транспорта —
структурное подразделение ОрИПС — филиала ФГБОУ ВО ПривГУПС*

² *Приволжский государственный университет путей сообщения*

Введение. В транспортном вузе патриотическое воспитание имеет свою профессиональную основу. Транспорт связывает территории, помогает людям перемещаться, поддерживает экономические связи и влияет на повседневную безопасность. Поэтому разговор о патриотизме для студента транспортного профиля не должен ограничиваться только памятными датами. Он может идти через понимание того, зачем нужна будущая профессия и какую пользу она дает стране, региону, конкретным людям [1, 2].

Тема становится особенно значимой там, где воспитание выходит за рамки торжественного мероприятия. Символические практики нужны. Но более устойчивый результат появляется тогда, когда студент делает полезное дело, видит, кому оно адресовано, и потом обсуждает свой вклад. Созидательная деятельность переводит патриотизм из лозунга в личный опыт.

Методы решения задачи. Статья выстроена в социально-педагогической логике. Используются исследования отраслевой идентичности, студенческих отрядов, трудового воспитания, молодежной социализации и региональных практик. Практическая часть дана через кейс, который можно реализовать в транспортном университете в течение семестра.

Патриотическое воспитание в отраслевом вузе нуждается в конкретном материале. Для транспортного образования таким материалом становятся инфраструктура, трудовые династии, безопасность движения, история вокзалов, депо, станций, мостов, маршрутов и работников. Через эти объекты студент видит отрасль не как абстрактную систему, а как часть жизни региона, университета и человеческих биографий.

Отраслевая принадлежность делает воспитательный эффект сильнее. Когда студент чувствует себя частью транспортного комплекса, патриотическая позиция получает профессиональный смысл. Работать добросовестно. Соблюдать регламенты. Уважать безопасность. Видеть общественную пользу профессии. Продолжать традиции университета и отрасли. Исследования отраслевой идентичности показывают, что такая принадлежность формируется через образовательную среду и повседневные практики [3, 4].

Студенческие отряды помогают сделать воспитание деятельным. В отряде студент встречается с коллективной задачей, дисциплиной, наставничеством и признанием результата. Это ближе к реальной профессиональной культуре, чем разовая беседа. Исследования отрядного движения показывают его роль в трудовом и патриотическом воспитании, социальной активности и самореализации молодежи [5, 6].

Практическим форматом может стать кейс «Транспортная память района». Идея понятная. Студенческая группа выбирает транспортный объект или маршрут, собирает материалы по его истории, встречается с работниками или ветеранами, готовит публичный

продукт и представляет его школьникам, первокурсникам или жителям района. Здесь историческая память соединяется с профессиональной ориентацией.

На первом этапе студенты выбирают объект. Это может быть станция, вокзал, депо, мост, участок линии, транспортный маршрут, учебная лаборатория или музейный экспонат. Лучше, когда выбор связан с местной историей. Тогда студент видит не общую историю транспорта, а конкретное место, через которое проходили люди, грузы, трудовые судьбы и технологические изменения.

На втором этапе идет сбор материалов. Студенты могут использовать архивные сведения, фотографии, интервью, воспоминания работников, публикации университета и данные о развитии инфраструктуры. Здесь важно не скатиться в копирование готового текста. Куратор задает вопросы о том, что этот объект изменил в жизни территории, какие профессии с ним связаны и какие нормы ответственности видны в его истории.

На третьем этапе группа готовит итоговый продукт. Это может быть цифровая карта, небольшая выставка, экскурсионный маршрут, презентация для школьников, страница на сайте университета или видеорассказ. Формат зависит от возможностей группы. Но публичное представление результата должно сохраниться, потому что оно повышает ответственность и показывает студенту, что его работа нужна другим.

На четвертом этапе проводится рефлексия. Обсуждать нужно не только качество материалов. Важен личный смысл проекта. Что студент узнал о транспортной отрасли? Изменилось ли его отношение к профессии? Какие качества понадобились в работе? Почему сохранение транспортной памяти связано с будущей профессиональной деятельностью? Без такого разговора проект легко остается обычным краеведческим заданием.

Организованный досуг усиливает эту модель. Свободное время может стать ресурсом адаптации и профессионального развития, если оно наполнено социально значимым содержанием [7]. В транспортном вузе досуг, волонтерство, студенческие отряды, музейная работа и профориентация могут складываться в единую воспитательную среду.

Созидательная деятельность работает и как профилактика рисков. Студент получает позитивную группу, понятную роль и результат, который признают университет и внешняя аудитория. Так статус возникает через полезное дело. Это снижает вероятность того, что молодежная активность уйдет в случайные или деструктивные формы [8, 9].

Риск формализации появляется тогда, когда проект начинают делать ради отчета. Чтобы этого не произошло, нужен реальный продукт, живое взаимодействие с людьми и последующее обсуждение. Презентация без адресата дает меньше воспитательного смысла, чем встреча со школьниками, ветеранами, работниками или представителями отрасли.

Для филиалов и региональных площадок такой формат особенно перспективен. Локальная транспортная история обычно тесно связана с территорией, станциями, железнодорожными поселками, трудовыми династиями и промышленными объектами [10, 11]. Поэтому один проект может одновременно работать на воспитание, исследование и профориентацию.

У кейса есть и межкурсовая преемственность. Старшекурсники могут становиться наставниками для первокурсников, помогать им собирать материалы и готовить выступления. Так внутри студенческой среды появляется традиция передачи отраслевой памяти. Заодно формируется опыт ответственного лидерства.

Оценивать проект нужно не только по внешнему продукту. Важно увидеть, изменилась ли позиция участников. Стали ли они увереннее говорить о транспортной отрасли? Научились ли объяснять общественную значимость профессии? Увидели ли связь между историей

объекта и современными задачами инфраструктуры? Эти вопросы показывают воспитательный результат лучше, чем красивый отчет.

Публичное представление можно провести по-разному. Подойдет экскурсия по университету, открытое занятие, выставка, цифровой маршрут, встреча со школьниками или публикация на сайте. Главное, чтобы результат не исчез после защиты. Его можно включить в музейную экспозицию, профориентационные материалы или цифровой архив университета.

Особую ценность дают встречи с людьми отрасли. Разговор с работником, ветераном или наставником помогает увидеть профессию через биографию, трудности, ошибки, профессиональную гордость и поддержку коллектива. Такой человеческий слой трудно заменить учебником или презентацией.

Роли в команде лучше распределять заранее. Один студент отвечает за архивные материалы, другой за интервью, третий за визуальное оформление, четвертый за публичное выступление, пятый за связь со школьниками или первокурсниками. Так становится видно, что созидательная деятельность требует разных компетенций и дает каждому свою зону ответственности.

Кейс можно организовать как календарный проект на двенадцать недель. Первые две недели уходят на выбор объекта и формирование группы. Затем идут сбор материалов, встречи с работниками или ветеранами, подготовка продукта, репетиция публичного представления и итоговая защита. Такой календарь помогает управлять проектом, но оставляет студентам место для инициативы.

Воспитательная ценность становится выше, когда студенты сами выступают перед школьниками. Объясняя младшим значение транспорта, участник вынужден сформулировать собственную позицию. Он уже не просто слушатель воспитательного мероприятия. Он становится носителем отраслевого смысла [12, 13].

Материалы проекта можно использовать повторно. Каждый год новая группа добавляет объект, маршрут или биографию. Постепенно складывается цифровой архив транспортной памяти университета. Для студентов это важно, потому что их работа становится частью более длинной университетской истории.

Исследовательский элемент тоже нужен. Студенты могут не только собирать факты, но и задавать вопросы о том, как транспортный объект изменил социальную жизнь территории, какие профессии появились вокруг него, какие трудовые династии сформировались, какие риски и достижения связаны с его развитием. Тогда проект становится содержательнее.

Проект «Транспортная память района» можно дополнить студенческим отрядным компонентом. Участники отряда берут на себя организационную часть. Они готовят встречу, оформляют пространство, сопровождают гостей и проводят экскурсию. Так историко-патриотическая работа соединяется с трудовым воспитанием и командной дисциплиной.

Созидательная деятельность должна завершаться не только отчетом, но и сохранением результата. Если выставку разобрали, а материалы исчезли, воспитательный эффект быстро сужается. Когда остается цифровой архив, экскурсионный маршрут или музейный стенд, студент видит продолжение своего труда и чувствует причастность к общей истории университета.

Кейс может войти в профориентационную работу университета. Подготовленные студентами материалы подходят для дней открытых дверей, встреч со школьниками, экскурсий и публикаций. При этом сами студенты становятся проводниками отраслевой идентичности, потому что объясняют другим общественное значение транспортной профессии.

Студенты легче принимают патриотическую тему, когда она связана с конкретными людьми. Биография машиниста, дежурного по станции, инженера, преподавателя или выпускника делает историю отрасли понятной и эмоционально близкой. Через такую биографию проще говорить о долге, дисциплине, ошибках, профессиональной гордости и служении людям.

Для повышения качества проекта можно создать экспертный совет. В него могут войти куратор, представитель кафедры, работник транспортной отрасли, сотрудник музея или библиотеки. Совет не должен усложнять работу. Его задача проще и полезнее. Помочь студентам уточнить факты, выбрать форму представления и избежать поверхностного пересказа.

Заключение. Патриотическое воспитание студентов транспортного вуза убедительнее всего раскрывается через созидательную деятельность и отраслевую принадлежность. Транспортная профессия позволяет понимать патриотизм как ответственность за связь территорий, безопасность людей, сохранение инфраструктуры и развитие региона.

Практический кейс «Транспортная память района» показывает, как соединить историческую память, профессиональную ориентацию, наставничество и общественно полезный результат. Такой формат делает воспитание конкретным и личностно значимым. Студент не просто слушает о ценности профессии. Он участвует в сохранении и передаче отраслевого смысла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Транспортная отраслевая идентичность работников и обучающихся: развитие социологической категории и авторская дефиниция / М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 5. – С. 445–452. – EDN FXSRCE.
2. Garanin, M. A. Mission of Samara State Transport University / M. A. Garanin, M. A. Gnatyuk, E. G. Khorovinnikova // BRICS Transport. – 2023. – Vol. 2, No. 4. – DOI 10.46684/2023.4.5. – EDN PNJEBQ.
3. Гнатюк, М. А. Отраслевая идентичность как социологическая категория: границы, структура и институциональные источники формирования / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Социология. – 2025. – № 12. – С. 88–93. – EDN XNBWVD.
4. Гнатюк, М. А. Образовательная среда отраслевого университета как фактор формирования отраслевой идентичности студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 12. – С. 19–23. – EDN CYRGBD.
5. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.
6. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
7. Беспалова, А. А. Досуг в системе трудовой (профессиональной) адаптации российской молодежи (социологический аспект) : учебно-методическое пособие / А. А. Беспалова, М. А. Гнатюк, А. Х. Люев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2022. – 104 с. – ISBN 978-5-466-01697-0. – EDN LRXANE.
8. Гаранин, М. А. Проблемы социального развития молодежи: причины распространения криминальных мотивов и студенческие отряды как механизм их профилактики / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 22–24. – DOI 10.23672/SAE.2023.61.45.001. – EDN HOWROT.
9. Самыгин, С. И. Детерминанты роста экстремистского поведения в среде российской молодежи / С. И. Самыгин, М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 10. – С. 67–70. – EDN ZROTB D.

10. Role of creative social practices in the development of united activities in Russian society / Y. G. Volkov, S. P. Kulikov, D. V. Krotov [et al.] // International Journal of Environmental and Science Education. – 2016. – Vol. 11, No. 16. – P. 9398–9409. – EDN XFOJRL.
11. Двадцать пять лет новой России: Ростовская область / Ю. Г. Волков, Н. К. Бинеева, М. А. Гнатюк [и др.]. – Ростов-на-Дону : Фонд науки и образования, 2018. – 174 с. – ISBN 978-5-6041016-7-4. – EDN OTDOMM.
12. Гнатюк, М. А. Инерционность социальных представлений о трудовом воспитании студенческой молодежи / М. А. Гнатюк, В. Н. Усов, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 25–28. – DOI 10.23672/SAE.2023.44.26.001. – EDN HULBDP.
13. Сергеев, А. К. Молодежный парламент как форма реализации региональной молодежной политики: опыт Самарской области / А. К. Сергеев, М. А. Гнатюк, К. Ю. Гнатюк // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2018. – № 2. – С. 199–204. – DOI 10.22394/2079-1690-2018-1-2-199-204. – EDN XRTDHY.

УДК 378.147:621.396

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ НА ПОЛИГОНЕ НАПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

А. А. Душкин

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Цифровая трансформация экономики и развертывание сетей 5G/6G [3], высокоскоростных магистралей железнодорожной связи предъявляют новые требования к выпускникам направлений «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», «Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта». Ключевой проблемой остается дисбаланс между теоретической фундаментальностью подготовки и реальной готовностью выпускника к выполнению полного цикла работ — от проектирования трассы до диагностики и восстановления направляющей системы в условиях ограниченного времени.

Для сокращения разрыва между теоретическими знаниями и практическими навыками была реализована одна из моделей практико-ориентированной профессиональной подготовки специалистов – создание учебного полигона.

Под учебным полигоном [1] в данном исследовании понимается специально организованная производственно-образовательная территория, включающая высокотехнологичное оборудование, аппаратура диагностики кабельных линий, фрагменты волоконно-оптических и медножильных линий связи (в том числе с внесёнными типовыми повреждениями), оснащённая профессиональным измерительным, монтажным и аварийно-восстановительным оборудованием.

Целью данной работы является разработка, апробация и оценка эффективности методики проведения лабораторного практикума по направляющим системам с применением лабораторных макетов, модели реальной кабельной линии связи, различного измерительного оборудования и специализированных приборов, увязанных между собой в одном учебном полигоне.

Научная новизна реализации модели заключается в разработке целостной методики интеграции модели кабельной линии связи и коммутационного оборудования в традиционный курс направляющих систем железнодорожного вуза, что позволяет сформировать у

обучающихся необходимые компетенции и навыки в качестве подготовки специалистов к работе в реальных полевых условиях.

Практическая значимость работы состоит в том, что предлагаемая методика направлена на формирование у студентов системных практических компетенций, необходимых для дальнейшей проектной деятельности и работы в области разработки и обслуживания электронной аппаратуры железнодорожного транспорта.

Материалы и методы. Модульная подготовка специалистов на учебном полигоне направляющих систем включает следующие уровни подготовки [1]:

Базовый (2–3 курс) — знакомство с элементами полигона, выполнение типовых операций по инструкции: разделка кабеля, измерения уровней затухания в оптических разъемах и коннекторах, изучение муфты, плинтов, кабельных боксов. Используется метод демонстрации и алгоритмических предписаний [2].

Продуктивный (3–4 курс) — решение полигонных кейсов по типу «найти неисправность в коммутационной оптической коробке», «найти место повреждения обрыва жилы в кабеле с использованием боксов и измерительного оборудования». Внедряется технология «обучение через деятельность» (Learning by Doing) с элементами проектной работы в бригадах по 3 человека.

Интегративный (4–5 курс) — проведение полигонных испытаний новых типов кабелей и муфт, установок и технологии, участие в научно-технических проектах. Результат — выпускная квалификационная работа, выполненная на полигонных данных.



Рис. 1. Модель кабельной линии связи



Рис. 2. Модель изучения параметров оптического затухания на элементах ВОЛС

На рисунке 1 изображена модель кабельной линии связи [6], реализованное на бетонных опорах с применением всех необходимых элементов, используемых на реальных опорах в полевых условиях, такие как фарфоровые изоляторы, металлических волноводов, узел технологического запаса ВОЛС с оптической муфтой, волоконно-оптическая трасса. Помимо вышеперечисленного на полигоне имеются элементы кабельных линий парной и симметричной скруткой.

На рисунке 2 изображена модель для изучения параметров в волоконно-оптических линиях связи [5], такие как затухание на оптических соединителях, аттенюаторов, оптических кроссах. Помимо этого, студенты учатся строить и анализировать рефлектограммы с применением нормализующих катушек [3]. На модели реализуются работы с применением технологических карт технического обслуживания кабелей.

На рисунке 3 изображены оконечные устройства в направляющих системах с применением реального оборудования и элементов, таких как кабельный бокс [4], реализованный на плинтах кросс, модульный диагностический комплекс МДК, а также коммутатор с оптическими выводами для подключения тренажёрного комплекса системы «PEGAS».



Рис. 3. Модель оконечных устройств в направляющих системах

Заключение. Модель практикоориентированной подготовки специалистов на полигоне направляющих систем позволяет эффективно интегрировать теоретическое обучение, лабораторный эксперимент и решение реальных производственных задач. Представленные в работе методические решения и технические реализации моделей (кабельной линии связи, изучения параметров оптического затухания, двусторонней парковой связи, оконечных устройств) обеспечивают поэтапное формирование у обучающихся профессиональных компетенций. Результаты внедрения учебного полигона подтверждают сокращение разрыва между академической подготовкой и практической деятельностью, что способствует повышению готовности выпускников к выполнению полного цикла работ в области проектирования, диагностики и восстановления направляющих систем железнодорожной связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вербицкий, А. А. Теория и технологии контекстного образования : учебное пособие / А. А. Вербицкий. — 2-е изд. — Москва : Московский педагогический государственный университет, 2024. — 268 с.
2. Мищенко В. Н. Измерение параметров передачи волоконно-оптических кабелей : лабораторный практикум по дисциплине «Направляющие системы и пассивные компоненты». — Минск : БГУИР, 2003. — 24 с.
3. Галкин В. А., Григорьев Ю. А. Телекоммуникации и сети. — М.: МГТУ им. Баумана Н. Э., 2003.
4. Левин Л. С., Плоткин М. А. Цифровые системы передачи информации. — М.: Радио и связь, 1982.
5. Виноградов В. В., Котов В. К., Нуприк В. Н. Волоконно-оптические линии связи. — М.: НПК «Желдориздат», 2002. — 278 с.
6. Величко В. В., Катунин Г. П., Шувалов В. П. Основы инфокоммуникационных технологий: учеб. пособие для вузов (направ. 210400 «Телекоммуникации») / под ред. В. П. Шувалова. — Библиогр.: С. 687–689. — М.: Горячая линия-Телеком, 2009. — 712 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А. В. Жебанов, Г. А. Данильцев

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Стратегия развития железнодорожного транспорта нацелена на цифровизацию во всех областях и производственных циклах организации перевозочного процесса, который напрямую или косвенно действует на увеличение провозной способности и грузооборота транспортного комплекса. Автоматизация процессов всегда положительно влияла на ключевые и отдельно взятые технологические операции, в том числе при восстановлении работоспособности грузовых вагонов во время их эксплуатации. Для устранения неисправностей, выявленных в пути следования у грузовых вагонов, создан кластер участков по текущему ремонту (далее участок ТОР), которые оснащаются различным техническим оборудованием и приспособлениями. Вектор развития и оптимизации работы участка ТОР на текущий момент – это внедрение как отдельных цифровых решений, так и переход к комплексной автоматизации целых технологических процессов и управлению ими на основе анализа данных [1–3].

В рамках этой стратегии создается все больше технологий, которые способствуют облегчению рабочих процессов, усовершенствованию и сокращению затрат. Они способствуют оптимизации рабочих процессов, снижению эксплуатационных затрат, что в свою очередь определяет положительный экономический эффект.

Для формирования современного участка по ремонту грузовых вагонов необходимо внедрение не только современного, прогрессивного оборудования, но и системы контроля за качеством проводимых работ, соблюдения режима, контроля за расходом запасных частей, оформления электронного документооборота и создания «цифрового двойника» грузового вагона с целью увеличения его жизненного цикла и повышения уровня безопасности движения на железнодорожном транспорте [4, 5].

Основная часть. Анализ неисправностей грузовых вагонов, выявляемых во время их эксплуатации, показывает, что наиболее частыми являются дефекты колесных пар, ходовых частей и кузова. При этом неисправности тележек сводятся к замене узла с выкаткой ее из-под вагона или без. После ремонта, проведенного в таком объеме, необходима регулировка систем рычагов и выставление различных зазоров. В технологических операциях по устранению неисправностей кузова используется более трудоемкое оборудование, соответственно затрачивается больше времени и усилий на восстановление рабочего состояния грузового вагона [6–8]. С целью оптимизации процесса ремонта кузова используются вагоноремонтные машины (далее ВРМ) различных технических характеристик. Проанализировав основные технические характеристики изготавливаемых ВРМ для последующего оснащения и расширения функциональных возможностей, было принято решение принять за базовый вариант машину для ремонта кузовов и рам грузовых вагонов с каркасом. В этой ВРМ применяются приводы для осуществления передвижения основной площадки, которые находятся в центре и по диагонали. Тем самым такое исполнение ВРМ позволяет проводить

технологические операции по устранению неисправностей кузова и рамы грузового вагона на всех позициях, повышая суточную производительность работы участка ТОР.

Повышение качества проводимых работ и оптимизация выпуска грузовых вагонов из ТР-1,2 достигаются совместными мероприятиями по установке и дооснащению ВРМ описанными выше техническими средствами, а именно дооснащением выбранной ВРМ элементами технического зрения за счет установки камер по периметру. Работа камер будет осуществляться на основе программного обеспечения с элементами искусственного интеллекта (техническое зрение). Система будет использована не только для контроля проведения регламентных работ, но и для анализа правильности их выполнения. Дополнительной функцией технического зрения будет являться внедрение элемента – голосового помощника. Предназначение будет заключаться в сопровождении и, при необходимости, подсказке регламента или каких-либо данных (к примеру, нормативных геометрических размеров, зазоров в соответствии с инструктивными указаниями) штатным сотрудникам участка ТОР. Доступен будет функционал для контроля нахождения работников в различных зонах участка ТОР, их экипировки (спецодежда, средства индивидуальной защиты), что обеспечивает соблюдение правил охраны труда и производственной безопасности.

Видеоаналитика совместно с искусственным интеллектом (ИИ) делает возможным не только фиксировать процесс технологических операций, но и анализировать полученный материал. Система обрабатывает видео- и фотоматериалы в текущий момент и сбрасывает в базу данных для распознавания правильности хода и корректности выполнения операций по восстановлению работоспособности, в основном элементов кузова, рамы. Автоматизированное решение исключает вмешательство человека в процесс. Его функционал усилен речевым интерфейсом, который выполняет двойную задачу: с одной стороны – сопровождает действия работников голосовыми подсказками, с другой – проводит анализ их работы. Это касается слесарей по ремонту, бригадиров и мастеров, то есть всего штата участка ТОР.

Основные функции ВРМ находящегося на путях участка ТОР, включают: правку боковых вертикальных стоек и стенок кузовов полувагонов, правку торцевых стен и дверей, корректировку или замену крышек люков, сварочные работы на кузове, замену деталей кузова, а также замену ключевых узлов ударно-тягового устройства, тормозного оборудования и ходовых частей.

Технологии компьютерного зрения и машинного обучения автоматизируют широкий круг производственных задач на предприятиях по ремонту подвижного состава. Они позволяют классифицировать изображения (например, определять тип детали, номера, классифицировать их), обнаруживать и локализовать объекты с выделением их контурами для целей видеоаналитики, а также выполнять сегментацию для точного выделения границ элементов. Кроме того, системы распознавания лиц и образов обеспечивают идентификацию конкретных исполнителей, фиксируют номера деталей и выявляют дефекты, что даёт возможность контролировать каждую технологическую операцию в привязке к сотруднику и сводит к минимуму ошибки, вызванные человеческим фактором. В основе этих решений лежат алгоритмы ИИ и МО, которые обучаются на предварительно загруженных данных.

Таким образом, во время восстановления работоспособности грузового вагона с участием технологического оборудования ВРМ выполняется контроль и анализ всех процессов, происходящих на участке ТОР. При этом достигается автоматизация процесса в совокупности с применением измерительного инструмента, передающего данные в общую

базу, как вариант локальную для участка ТОР. По фиксации знаков и надписей на кузове грузового вагона в автоматическом режиме контролируется межремонтный срок, установленный на конкретный грузовой вагон.

После проведения текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов с использованием таких технических средств создается база данных для заполнения документации на вагон в электронном виде (к примеру, паспорт вагона). Полученные данные могут размещаться в современную информационную базу парка грузовых вагонов, при этом появляется возможность отслеживать замену безномерных комплектующих, т. е. сохранить данные по всем технологическим операциям в соответствии со справкой ВУ-22. В итоге обеспечивается контроль технического состояния грузового вагона на протяжении всего жизненного цикла.

Вывод. Реализация проектов по созданию оптимальной работы железнодорожного транспорта в настоящее время не представляется возможным без участия цифровых технологий. Сохранение работоспособного состояния грузовых вагонов напрямую действует на функциональные возможности перевозочного процесса, а техническое состояние вагонов зависит от своевременности и качества проведенного ремонта. С целью выстраивания модели оптимальной организации участка по восстановлению работоспособности грузовых вагонов (участок ТОР) необходимо применять BPM, с дооснащением системой технического (машинного) зрения. Это способствует автоматизации контроля и анализа технологических операций, проводимых при текущем отцепочном ремонте, контролю правильности комплектации грузовых вагонов, контролю сроков ремонта. Описываемый комплекс мероприятий позволит повысить качество проводимых работ на участке ТОР и объем выпуска грузовых вагонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печенкина, Ю. А. Анализ информационных потоков как метод развития цифровых технологий при эксплуатации грузовых вагонов / Ю. А. Печенкина, А. В. Жебанов // Материалы докладов всероссийской научно-практической конференции им. Я. В. Мильмана : Материалы конференции, Москва, 18 декабря 2025 года. – Москва: Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2026. – С. 12–17.
2. Осипова, Т. П. Цифровизация технического осмотра вагонов при использовании возможностей искусственного интеллекта / Т. П. Осипова, А. В. Жебанов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 19–20 марта 2026 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2026. – С. 1572–1576. – EDN UVDYEE.
3. Печенкина, Ю. А. Формирование базы данных с целью создания цифрового двойника грузового вагона при его эксплуатации / Ю. А. Печенкина, А. В. Жебанов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 519–521. – EDN LHGTPO.
4. Осипова, Т. П. Модель технического обслуживания грузовых вагонов с сокращением влияния человеческого фактора / Т. П. Осипова, А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2025. – № 1. – С. 62–64. – EDN FGAKO.
5. Землянская, К. Ю. Использование передового оборудования с целью повышения производительности участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов / К. Ю. Землянская, А. В. Жебанов // Дни студенческой науки : Сборник материалов 51-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–26 апреля 2024 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 95–98. – EDN BRIKSE.
6. Жебанов, А. В. Оптимизация осмотра грузовых вагонов на пунктах технического обслуживания при использовании возможностей искусственного интеллекта / А. В. Жебанов, Ю. А. Печенкина // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2024. – № 4(18). – С. 27–36. – EDN WADQYG.

7. Протасова, А. Д. Применение элементов бережливого производства с целью оптимизации организации работы участка по текущему ремонту грузовых вагонов / А. Д. Протасова, А. В. Жебанов // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия : Материалы II Международной научно-методической конференции: в 3 частях, Оренбург, 08–09 ноября 2023 года. – Оренбург: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 138–142. – EDN BMGPQI.
8. Протасова, А. Д. Цифровая технология при организации работ участка ТОР / А. Д. Протасова, А. В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : Материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. – Оренбург: ОрИПС – филиала СамГУПС, 2023. – С. 155–161. – EDN SYEKQK.

УДК 656.2:005.95/.96

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ И СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ

А. Р. Заржецкая¹, Е. Г. Хоровинникова²

*¹ Куйбышевский учебный центр профессиональных квалификаций —
структурное подразделение Куйбышевской железной дороги — филиала ОАО «РЖД»*

² Приволжский государственный университет путей сообщения

Железнодорожный транспорт меняется быстрее, чем принято думать. Ещё пятнадцать лет назад автоматизация станционных процессов казалась далёкой перспективой, а сегодня предиктивная диагностика инфраструктуры и системы планирования на основе больших данных стали рабочим инструментом диспетчера. К. Шваб называл подобный сдвиг четвёртой промышленной революцией – эпохой, когда границы между физическими, цифровыми и биологическими системами стираются [12]. Применительно к железной дороге это означает, что технологический рывок меняет содержание самого труда, а не только его инструменты.

Государство обозначило вектор такого рывка ещё в 2019 году. Постановлением Правительства Российской Федерации от 02.03.2019 № 234 «О системе управления реализацией национальной программы „Цифровая экономика Российской Федерации“» закреплена необходимость координации цифровых преобразований во всех инфраструктурных отраслях [1]. На транспорте она вылилась во внедрение интеллектуальных систем, объединяющих инфраструктуру, подвижной состав и субъекты управления в единый контур принятия решений.

По оценке А. Н. Алексахина, П. Н. Машегова и Е. Н. Нохтуевой, мировой рынок искусственного интеллекта на транспорте должен вырасти с трёх миллиардов долларов в 2022 году до 12,42 миллиарда к 2028-му, а среднегодовой темп прироста составит около 22,7% [2, с. 394]. Цифра внушительная. В России же технологии ИИ применяют лишь 1,82% транспортных организаций – заметно меньше, чем в Германии, Дании или Швеции [2, с. 395]. Этот разрыв и есть та самая точка, из которой растёт проблематика настоящей статьи.

Суть исследования – в анализе опыта Куйбышевской железной дороги, где цифровые инструменты планирования грузовой работы и предиктивной диагностики инфраструктуры

внедряются параллельно с перестройкой кадровой политики. Узким местом цифровизации здесь становится не несовершенство алгоритмов, а уровень готовности персонала к работе с системами, принцип действия которых не всегда прозрачен для самого пользователя.

Ряд исследований показывает, что цифровая трансформация на транспорте затрагивает не только технологии, но и сами управленческие модели, организационные подходы и бизнес-процессы транспортно-логистических компаний [4; 6]. Если упростить, расхождение между разными школами управления сводится к одному вопросу: считать цифровизацию техническим проектом или изменением самой логики управления людьми.

Без согласования этих темпов любые рассуждения об эффективности остаются абстракцией. Актуальность темы и состоит в том, что грузовые и пассажирские перевозки требуют от диспетчерского аппарата уже не столько исполнительских навыков, сколько умения интерпретировать рекомендации алгоритма и при необходимости им не доверять.

Методика работы строилась в три приёма. Сначала был проведён аудит эксплуатационных показателей Куйбышевской железной дороги за 2021–2023 годы – пропускной способности участков, времени оборота вагона, производительности труда. Затем рассматривалось влияние конкретных продуктов, в частности ИСУПР и систем предиктивной диагностики, на фактические трудозатраты дежурных по станциям. И, наконец, корреляционный анализ позволил связать темпы внедрения программного обеспечения с динамикой изменения профессионального профиля персонала. Подход не претендует на полноту, выборка ограничена одной магистралью, и это стоит признать сразу.

Прежний вариант таблицы в этой работе строился на показателях, которые невозможно было подтвердить открытыми источниками, и преподаватель справедливо указал на это. Поэтому ниже приведена таблица, основанная на опубликованных данных о причинах происшествий на сети российских железных дорог за 2023 год – она напрямую связана с тезисом о роли человеческого фактора.

Таблица 1

Причины происшествий на железнодорожном транспорте РФ в 2023 году, %

Причина	Доля, %
Нарушение технологии маневровых работ	44
Вмешательство посторонних лиц	29,4
Ремонт подвижного состава	20
Содержание пути	20
Организация поездной работы	5

Л. О. Борисенко и В. С. Тариков приводят эти цифры со ссылкой на отраслевую статистику и подчёркивают, что нарушение технологии маневровых работ остаётся главной причиной инцидентов [5, с. 167]. Доли в таблице не складываются в сто процентов, поскольку у части происшествий фиксируется несколько причин одновременно – это не ошибка подсчёта, а особенность исходной статистики. Зато картина получается куда честнее прежней: рост пропускной способности на 3,4%, упомянутый в более ранней версии статьи, нигде в открытых источниках не подтверждается, и от этой цифры пришлось отказаться.

Д. В. Чуприков обращает внимание на то, что вес мягких навыков и базовых ИТ-компетенций в профиле диспетчера растёт, а традиционные квалификационные требования к этой должности устаревают на глазах [11]. Иными словами, машинист или дежурный по

станции всё чаще оценивается не по умению выполнять регламент, а по способности замечать, когда алгоритм ошибается. Грубо говоря, ценность специалиста смещается от исполнения к контролю.

Чтобы перестроить кадровую политику, нужны ресурсы, а ресурсы, в свою очередь, требуют финансирования. Объём бюджетных инвестиций в укрупнённые транспортные проекты вырос с 171,3 млрд рублей в 2019 году до 311,6 млрд в 2022-м [9, с. 64]. На этом фоне РЖД уже испытывала беспилотные поезда на станции Лужская и на Московском центральном кольце, а к 2035 году доля автономного транспорта в стране должна достичь 60% – такая стратегическая цель зафиксирована официально [9, с. 66]. Эти примеры касаются скорее автодорожного и смежного транспорта, и переносить их выводы на железную дорогу без оговорок нельзя.

Опыт внедрения систем поддержки принятия решений на транспорте подтверждает простую вещь: алгоритмы дают эффект только при параллельном развитии компетенций тех, кто ими управляет, – причём международная и отечественная практика здесь почти не отличаются друг от друга [7]. Но есть и обратная сторона. Похожую обеспокоенность – о том, что техника обновляется быстрее, чем кадровая политика, – высказывает и О. В. Белозеров, разбирая вызовы и перспективы инновационного развития железнодорожного транспорта [3].

Сопоставление с зарубежной практикой подсказывает, что цифровой разрыв между возможностями программного обеспечения и навыками оператора – общемировая, а не локальная проблема. Тот же разрыв, упомянутый выше применительно к рынку ИИ, проявляется и здесь: софт обновляется быстрее людей. Хотя это не бесспорно, поскольку часть отставания связана не с квалификацией, а с организационной инерцией крупных компаний вроде ОАО «РЖД».

Что касается направлений для дальнейшей работы, то они связаны с разработкой образовательных траекторий, сочетающих техническую грамотность с психологической подготовкой к работе в гибридных человеко-машинных системах. Ряд исследований по экономике отрасли сходится в одном: эффект цифровизации реализуется не автоматически, а через перестройку систем управления и оценки персонала, причём интеллектуальные системы управления сами по себе требуют постоянного развития, а не однократного внедрения [8; 10].

Проведённое исследование подтверждает гипотезу о том, что цифровая трансформация Куйбышевской железной дороги – процесс не только технико-технологический, но и социально-экономический. Технологический задел опережает темпы адаптации персонала, традиционные квалификационные требования к диспетчерскому аппарату устаревают, а синхронизация перевооружения с переподготовкой кадров остаётся главным условием дальнейшего роста эффективности. Практическая значимость работы – в возможности перенести этот вывод на другие полигоны сети, хотя выборка, повторюсь, ограничена одной дорогой и обобщать стоит осторожно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 02.03.2019 № 234 «О системе управления реализацией национальной программы „Цифровая экономика Российской Федерации“».
2. Алексахин, А. Н., Машегов, П. Н., Нохтуева, Е. Н. Цифровая трансформация как инновационная тенденция транспортной отрасли // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 2 (52). – С. 392–397.
3. Белозеров, О. В. Инновационное развитие железнодорожного транспорта: вызовы и перспективы // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 1. – С. 4–11.

4. Бойкачев, М. А. Инновационные подходы управления в развитии транспорта // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности) : междунар. сб. науч. ст. – Вып. 14. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 130–136.
5. Борисенко, Л. О., Тариков, В. С. Инновационные подходы к управлению на железнодорожном транспорте // Специальная техника и технологии транспорта. – 2025. – № 26 (26). – С. 165–173. – EDN LYUFVT.
6. Вакуленко, С. П., Куренков, П. В. Цифровая трансформация транспортно-логистического бизнеса // Транспорт: наука, техника, управление. – 2021. – № 5. – С. 12–18.
7. Кириллова, А. Г. Влияние искусственного интеллекта на управление движением поездов: международный и отечественный опыт // Бюллетень транспортной информации. – 2023. – Т. 15. № 2. – С. 45–52.
8. Лapidус, Б. М., Мачерет, Д. А. Экономика железнодорожного транспорта: трансформация под влиянием цифровизации и инноваций // Экономика железных дорог. – 2022. – № 8. – С. 7–19.
9. Никулина, О. Н., Субачев, В. А. Проблемы развития инфраструктуры транспорта // Научный вестник Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт». – 2023. – № 4. – С. 62–67. – EDN MFWEQB.
10. Розенберг, И. Н. Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). – 2021. – № 4. – С. 195–203.
11. Чуприков, Д. В. Человеческий капитал в условиях цифровизации: новые требования к компетенциям работников ОАО «РЖД» // Инновации в транспорте. – 2022. – № 3. – С. 88–94.
12. Шваб, К. Четвёртая промышленная революция. – World Economic Forum, 2016. – 172 с.
13. Хоровинникова, Е. Г. Оценка управления человеческим капиталом предприятия отрасли с учетом регионального аспекта / Е. Г. Хоровинникова, С. З. Дыкина, Г. П. Гагаринская. – Самара : Приволжский государственный университет путей сообщения, 2025. – 255 с. – EDN PXHMYE.
14. Гагаринская, Г. П. Трансформация труда и управление человеческим капиталом в условиях цифровизации: вызовы, принципы и тенденции / Г. П. Гагаринская, Т. Г. Абдулова, Е. Г. Хоровинникова // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2025. – Т. 14, № 4. – С. 13–18. – DOI 10.12737/2305-7807-2025-14-4-13-18. – EDN QQZSPO.

УДК 378

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ И СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ КАК СВЯЗКА ОТРАСЛЕВОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ

В. Ф. Ислаев

ГБУ «Республиканский центр студенческих трудовых отрядов»

Введение. Профессиональное обучение в транспортном вузе работает сильнее, когда студент видит за учебной темой реальную задачу отрасли. Одна лекция о дисциплине редко меняет отношение к профессии. Нужна ситуация, где понятия и требования проверяются делом. Такой средой может стать студенческий отряд, если он не оторван от учебного процесса, наставничества и последующего разговора о полученном опыте [1, 2].

Проблема в том, что учеба и воспитательная работа часто идут рядом, но не вместе. Дисциплина живет по расписанию. Отрядная деятельность идет по своему календарю. Карьерные мероприятия появляются отдельным блоком. В итоге студент сам пытается собрать из этого профессиональный смысл. Университету лучше не оставлять это на случай, а заранее выстраивать связку между аудиторией, практикой и отраслевой средой.

Методы решения задачи. В статье использованы анализ научной литературы, моделирование образовательного маршрута и разбор типичных ситуаций студенческого участия. Главный вопрос здесь простой. Как учебное содержание переходит в опыт отраслевой социализации, и кто помогает студенту пройти путь от аудитории до трудовой практики.

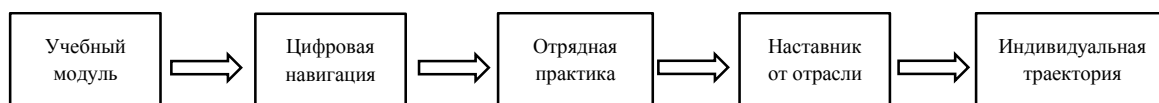


Рис. 1. Маршрут сопряжения профессионального обучения и отрядной практики

В этой схеме учебный модуль не заканчивается только контрольной работой. Его содержание может продолжаться в практической ситуации. Студент участвует в отряде, делает проектное задание, готовит материалы для абитуриентов, помогает организовать событие или взаимодействует с отраслевым партнером. Тогда знание перестает быть текстом из конспекта. Оно становится инструментом действия.

Цифровая навигация играет вспомогательную роль, но без нее сегодня трудно собрать маршрут участия. Через сайт, мессенджеры, образовательные платформы и социальные сети студент узнает, куда можно включиться. При этом цифровая среда не должна превращаться в бесконечную ленту объявлений. Исследования сетевой социализации молодежи показывают, что без педагогической рамки такая коммуникация быстро становится поверхностной [3]. Значит, навигация должна вести не просто к просмотру новости, а к конкретной образовательной ситуации.

Студенческий отряд переводит учебную информацию в опыт. На занятии тема командной работы может выглядеть как пункт в компетентностной модели. В отряде все иначе. Студент сам распределяет обязанности, видит неравный вклад участников, учится говорить об ошибке и отвечает за общий результат. Дисциплина тоже становится понятнее, когда сорванный срок мешает не одному человеку, а всей группе.

Наставник от отрасли помогает не замкнуть отрядную работу внутри молодежного события. Он объясняет, какие детали имеют профессиональное значение. Это точность, безопасность, регламент, качество общения, ответственность перед пассажиром или заказчиком. После такого разговора отрядная активность воспринимается не только как яркий эпизод студенческой жизни. Она становится частью отраслевой социализации [4, 5].

Рефлексия здесь обязательна. Без нее студент может получить впечатление, но не сделать профессиональный вывод. Разбор опыта помогает назвать, какие знаниягодились, какие нормы оказались важными, где возникла трудность, какую роль он выполнил и что ему нужно развивать дальше. Именно в этот момент отрядная практика связывается с индивидуальной образовательной траекторией.

Для преподавателя такая модель начинается с предварительной подготовки. Нужно заранее понять, какую учебную тему можно проверить через практику, что студент подготовит после участия и как потом будет обсуждаться результат. Формат может быть разным. Рефлексивная карта, короткая защита, запись в портфолио, групповое обсуждение или индивидуальная консультация.

Социальный капитал отряда усиливает образовательный результат. В коллективной работе студент быстро видит, что профессиональное становление зависит не только от личных знаний. Важны доверие, умение договориться, понимание роли другого, готовность помочь и

способность принять помощь. Для транспортной отрасли это особенно чувствительно. Качество работы здесь дает не один исполнитель, а согласованная система.

Трудовые ценности молодежи складываются не только из убеждений. Они закрепляются в практиках, где труд получает признание [6, 7]. Когда студент видит, что его работа нужна группе, университету, партнеру или конкретным людям, труд перестает быть внешней обязанностью. Он начинает воспринимать его как способ профессионального и социального участия.

В образовательной программе связь учебного модуля и отрядной практики можно закрепить через рабочую программу воспитания, календарь проектов и портфолио студента. Фиксировать важно не сам факт участия, а содержание роли. Что студент сделал. С кем взаимодействовал. Какую обратную связь получил. Какие выводы сделал после работы.

Работодателю такая модель тоже полезна. Он видит не только академическую оценку, но и поведение студента в практической ситуации. Берет ли он ответственность. Аккуратно ли выполняет поручения. Умеет ли задавать вопросы и работать в ограниченное время. Эти признаки важны для последующего отбора на практику и трудоустройство.

Постепенное усложнение ролей помогает строить траекторию. Первокурсник может начать с простого участия. Студент второго курса уже отвечает за небольшую задачу. Старшекурсник координирует группу или помогает новичкам. Так отрядная среда перестает быть разовым событием и становится школой профессионального взросления.

Университету важно не разводить учебу и практику разными языками [8]. Если студент слышит о компетенциях только в рабочих программах, а в отряде сталкивается с обычным распределением поручений, связь теряется [9, 10]. Преподаватель и куратор должны переводить компетенции в конкретные действия. Выполнить регламент, согласовать роль, подготовить результат, объяснить свое решение.

Связь с работодателем может быть разной по глубине. Минимальный вариант дает встреча после завершения проекта. Более сильный вариант появляется, когда представитель отрасли участвует в постановке задачи. Наибольший эффект возникает тогда, когда работодатель оценивает результат и объясняет, что из студенческого опыта действительно важно для профессиональной среды.

Отдельно нужна подготовка командиров отрядов. Им важно понимать не только организационную сторону работы, но и педагогический смысл отрядной практики. Хороший командир умеет обсуждать трудности, замечать вклад участников и передавать опыт новичкам. В таком случае он становится не просто организатором, а участником образовательного процесса.

Короткая рефлексивная карта может стать удобным инструментом. В ней студент фиксирует задачу, свою роль, трудность, принятое решение, обратную связь и вывод для будущей профессии. Карта не должна быть большой. Ее ценность в регулярности. Несколько таких записей за семестр уже показывают динамику отраслевой социализации.

Такой подход требует от преподавателя не новых отчетов, а других вопросов к студенту. Вместо формального описания участия полезнее спросить, какая профессиональная норма проявилась в действии, что помешало выполнить задачу, какие решения приняла группа и как студент оценивает свой вклад. По таким ответам образовательный эффект виден гораздо лучше.

Связку обучения и отрядной практики можно проектировать на уровне конкретной дисциплины. Если курс связан с организацией труда, материалом для анализа становится распределение ролей в отряде. Если дисциплина касается безопасности, в центре разговора

оказываются регламенты, инструктаж и ответственность. Если изучается коммуникация, разбирать можно взаимодействие с группой, куратором и внешними участниками.

Методическая работа может завершаться небольшим коллективным разбором. Группа обсуждает, какие учебные знаниягодились, какие профессиональные нормы проявились и какие ошибки повторялись чаще всего. В таком разговоре отрядный опыт становится общим образовательным материалом. Это уже не только личное впечатление отдельных участников.

При включении студенческих отрядов в профессиональное обучение важно не делать их принудительной нагрузкой. Если студент воспринимает отряд как обязанность, воспитательная сила снижается. Лучше работает мотивированный выбор. Студент понимает, какой опыт он получит и как этот опыт может повлиять на его профессиональную траекторию.

Портфолио должно фиксировать не факт участия, а образовательный смысл. Запись «участвовал в отряде» говорит мало. Намного полезнее указать роль, задачу, результат, освоенные нормы и полученную обратную связь. Такой формат нужен и самому студенту, и потенциальному работодателю.

Есть еще один ресурс. Это междисциплинарность. Отрядная практика редко помещается в рамки одной учебной дисциплины. В ней есть управление, коммуникация, безопасность, экономия времени, психология группы и профессиональная этика. Поэтому разбор может проводить не один преподаватель, а кафедра вместе с куратором и центром карьеры.

В результате образовательная программа получает дополнительный способ увидеть студента. Преподаватель оценивает не только знание темы. Он видит, как студент действует в коллективе, принимает обратную связь, соблюдает сроки и связывает практику с требованиями отрасли. Одним экзаменом такой материал получить трудно.

Не каждый студент сразу готов к публичной или лидерской роли. Это надо учитывать. Ценность отрядной среды как раз в том, что можно подобрать разные типы задач. Организационные, аналитические, коммуникативные, технические, сопровождающие. За счет этого профессиональное обучение становится более индивидуальным.

Связь обучения и отрядов можно поддержать через наставнические пары. Старший студент, у которого уже есть опыт отрядной работы или практики, помогает младшему подготовиться к первой задаче. Так у новичка снижается тревожность. Внутри университета появляется живая линия передачи опыта.

В учебной группе полезно обсуждать не только удачные примеры, но и затруднения. Студент не справился с поручением, опоздал, не понял задачу или столкнулся с конфликтом. Такой случай тоже может стать образовательным материалом. Главное, обсуждать его спокойно, без публичного давления, как профессиональную ситуацию, которую нужно разобрать.

Заключение. Профессиональное обучение и студенческие отряды образуют рабочую связку отраслевой социализации. Учебная дисциплина дает знания и язык профессии. Цифровая навигация открывает вход в практику [11]. Отрядная работа формирует опыт коллективного действия. Наставник объясняет отраслевой смысл, а рефлексия закрепляет результат.

Сила этой модели в последовательности. Когда каждый элемент существует отдельно, студент получает разрозненные впечатления. Когда элементы связаны, образовательная среда начинает работать как маршрут профессионального становления. Для транспортного вуза это означает более раннее и более осознанное включение обучающихся в культуру отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
2. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.
3. Гнатюк, М. А. Специфика сетевых рисков информационной социализации молодежи в пространстве социальных сетей / М. А. Гнатюк, А. А. Булатов, С. И. Самыгин // Национальное здоровье. – 2018. – № 2. – С. 221–228. – EDN VKUCVQ.
4. Гнатюк, М. А. Транспортная отраслевая идентичность работников и обучающихся: развитие социологической категории и авторская дефиниция / М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 5. – С. 445–452. – EDN FXSRCE.
5. Пыrkova, М. А. Педагогические условия формирования отраслевой идентичности в профессиональном образовании / М. А. Пыrkova // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2025. – № 5. – С. 40–44. – EDN DCJIUQ.
6. Гнатюк, М. А. Трудовые ценности и трудовая активность современной российской молодежи / М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 10. – С. 32–35. – EDN ZROSYB.
7. Самыгин, С. И. Особенности трудовой адаптации российской молодежи на рынке труда / С. И. Самыгин, М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 11. – С. 61–65. – EDN ZWDZUJ.
8. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.
9. Гнатюк, М. А. Скрытый учебный план отраслевого университета: как повседневные практики формируют (или разрушают) отраслевую идентичность студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыrkova, Е. И. Фадеев // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 12. – С. 41–43. – EDN GIQLFY.
10. Гнатюк, М. А. Образовательная среда отраслевого университета как фактор формирования отраслевой идентичности студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыrkova, Е. И. Фадеев // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 12. – С. 19–23. – EDN CYRGBD.
11. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YNHXTHY.

УДК 378.147

КОМПЛЕКСНАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Н. С. Козлова, Э. И. Ибрагимова, Д. Д. Михайлов

Приволжский государственный университет путей сообщения

Настоящая работа продолжает исследования кафедры в вопросах актуализации подготовки специалистов для предприятий и организаций железнодорожного транспорта [1–5] и имеет целью – обосновать необходимость применения междисциплинарного подхода в подготовке кадров для цифровой железной дороги, а также определить наиболее действенные организационно-педагогические методы его реализации.

В основе данного исследования лежат работы ведущих отечественных ученых в области педагогики высшей школы, а также нормативно-правовые документы, регулирующие процесс цифровой трансформации в транспортной отрасли. Дополнительными источниками послужили публичные отчеты ОАО «РЖД» и информация о ходе реализации образовательных проектов. Эмпирические данные были получены из анализа деятельности Передовых инженерных школ «ИСКРА» (ПГУПС) и «Академия ВСМ» (РУТ (МИИТ)), проекта «Цифровые кафедры», а также партнерских программ ОАО «РЖД» с техническими университетами и Университетом «Сириус».

Подготовка специалистов для цифровой железной дороги строится на междисциплинарной основе, охватывая несколько ключевых направлений. Одним из них является тесное сотрудничество науки и образования в рамках Передовых инженерных школ (ПИШ), которые ориентированы на опережающую подготовку инженеров, способных решать актуальные задачи цифровой железной дороги. Это достигается через партнерство с ведущими высокотехнологичными компаниями, с фокусом на разработку интеллектуальных систем безопасности для управления железнодорожными полигонами. Магистерские программы ПИШ «ИСКРА» (ПГУПС) по направлениям, связанным с железнодорожной автоматикой и диспетчерским управлением, ИТ-специальностями, нацелены на формирование практических навыков в области цифровых информационно-управляющих систем для транспорта. Вступительный междисциплинарный экзамен служит подтверждением необходимости комплексного подхода к обучению и обретению широкого спектра компетенций.

РУТ (МИИТ) создал специальное подразделение – "Академию ВСМ" – для обучения специалистов, которые будут работать на высокоскоростных магистралях (ВСМ). В 2024 году начали набирать студентов на три направления для получения диплома специалиста (по поездам ВСМ, строительству дорог для ВСМ и управлению движением/связью на ВСМ) и на одну магистерскую программу (по управлению инфраструктурой ВСМ). В 2025 году появились еще две магистерские программы: для ИТ-специалистов по ВСМ и для тех, кто будет заниматься пассажирскими перевозками на ВСМ. Также с 2025 года студенты третьего курса начали изучать общий курс по ВСМ. Министр образования Валерий Фальков объясняет, что инженеры ВСМ должны обладать особыми знаниями, которые сильно отличаются от знаний других транспортных инженеров [6]. В России планируется построить пять высокоскоростных магистралей, для которых потребуется около 100 тысяч специалистов. Министр транспорта Андрей Никитин считает, что это очень большая задача для системы образования в сфере транспорта [7].

Еще одно важное направление – это проект "Цифровые кафедры" от РУТ (МИИТ). Как объясняет руководитель проекта Виталий Борщ, главная идея не в том, чтобы сделать из инженеров-транспортников программистов. Скорее, это про то, чтобы дать будущим работникам транспортной сферы такие цифровые навыки, которые помогут им лучше справляться со своими задачами. В 2025 году проект установил рекорд: более 2600 человек закончили обучение по пяти разным программам переподготовки. Они представили свои проекты, связанные с прогнозированием в транспорте, созданием цифровых моделей зданий, управлением ИТ-проектами для транспортной отрасли, анализом данных, а также с искусственным интеллектом и машинным обучением. Примечательно, что среди выпускников было 484 студента из 12 университетов-партнеров, включая 10 вузов, специализирующихся на подготовке для транспорта.

В рамках четвертого стратегического направления железнодорожная компания налаживает сетевое взаимодействие и партнерство с технологическими вузами. Как отметил

заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Евгений Чаркин, это включает развитие партнерских программ с Московским политехническим университетом, МГТУ им. Баумана и ИТМО [8]. Активно используется потенциал отраслевого образовательного кластера, объединяющего Петербургский государственный университет путей сообщения, Российский университет транспорта (МИИТ) и другие профильные вузы. Важным элементом является сотрудничество с Университетом «Сириус», где функционируют шесть лабораторий для прохождения практики. Здесь же реализуется программа переобучения специалистов с западных ИТ-технологий на отечественные, в рамках которой уже около 800 программистов повысили свою квалификацию. Еще одним действенным методом является сетевая образовательная программа, направленная на консолидацию научного потенциала нескольких учебных организаций.

Пятое направление фокусируется на импортозамещении в образовании. В мае 2026 года на конференции «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР) «Астра Академия» и ОАО «РЖД» подписали соглашение о сотрудничестве. Оно предусматривает оснащение учебных заведений железнодорожного транспорта операционной системой Astra Linux и разработку образовательных программ [9]. По словам Виктора Аристова, директора Главного вычислительного центра ОАО «РЖД», логично начинать импортозамещение с образования, чтобы готовить квалифицированных специалистов, владеющих отечественными ИТ-решениями. Аналогичное трёхстороннее соглашение, направленное на совместное развитие образовательных и исследовательских проектов, усиление практической подготовки кадров и обмен экспертизой в области применения российских ИТ-решений, было подписано между РЕД СОФТ, ОАО «РЖД» и Российским университетом транспорта [10].

Эффективная междисциплинарная подготовка требует комплексного подхода, а именно:

- создания специализированных площадок (центров компетенций) на базе университетов и железнодорожных предприятий, обеспечивающих развитие навыков;
- разработки четких требований к профессиональным качествам ИТ-специалистов для работы в транспортной сфере;
- внедрения системы подтверждения их квалификации и разработки индивидуальных образовательных путей, обеспечивающих каждому студенту возможность строить свою траекторию обучения.

Транспортные вузы, как показывает пример ПГУПС, должны ставить своей главной задачей подготовку выпускников, готовых работать на стыке классической инженерии, современных цифровых технологий и сложных междисциплинарных проектов. Для студентов крайне важно сформировать "треугольник компетенций", который объединяет глубокое понимание специфики отрасли, универсальные навыки и уверенное владение цифровыми инструментами.

Первые результаты интеграции передовых технологий могут стать основой для разработки и обновления образовательных курсов в высшем и дополнительном профессиональном образовании по транспортным специальностям. В контексте усиления цифровизации, как было отмечено на Транспортной неделе, рекомендуется интегрировать в учебные планы всех железнодорожных направлений блок цифровых дисциплин [11]. Этот блок должен охватывать основы Data Science и аналитики, прикладное программирование, кибербезопасность систем управления, цифровые двойники и BIM/PLM-технологии. Также необходимо развивать гибкие модели обучения, предполагающие индивидуальные образовательные траектории и проектную деятельность с решением реальных бизнес-кейсов.

На отраслевом уровне предлагаются следующие меры: масштабировать успешные практики образовательных инициатив «ИСКРА» и «Академия ВСМ» на другие транспортные вузы; распространить модель «Цифровых кафедр» на всю систему отраслевого образования; активизировать взаимодействие с Корпоративным университетом ОАО «РЖД» в области переподготовки и повышения квалификации персонала, где ежегодно около 75 тысяч сотрудников проходят обучение по цифровым компетенциям [8]; обеспечить переход образовательного процесса на отечественное программное обеспечение в соответствии с действующими соглашениями. Важным направлением является использование проектных инициатив, примером чего служит разработка 15 командами сотрудников РЖД конкретных цифровых решений для холдинга после обучения по программе «Цифровая трансформация компании», что демонстрирует результативность практико-ориентированного подхода [12].

Согласно проведенному исследованию, междисциплинарная подготовка специалистов для цифровой железной дороги является не просто методическим новшеством, а стратегическим императивом [13], обусловленным самой логикой цифровой трансформации отрасли. Показано, что успешность такого подхода зависит от следующих ключевых факторов: функционирования передовых инженерных школ как центров интеграции науки, образования и индустрии; массовой подготовки кадров по унифицированным цифровым транспортным программам через "Цифровые кафедры"; налаживания сетевого взаимодействия между вузами и технологическими партнерами; приоритетного импортозамещения в образовательном процессе; и индивидуализации обучения посредством гибких образовательных траекторий. В настоящее время в транспортной отрасли уже сформирован комплексный механизм междисциплинарной подготовки кадров. Однако для его дальнейшего совершенствования требуется масштабирование апробированных методик на все отраслевые образовательные организации, доработка нормативно-правовой базы, в частности, разработка профессиональных стандартов для цифровых компетенций в транспортной сфере, а также усиление роли проектного обучения в решении актуальных производственных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлова, Н. С. Применение технологий искусственного интеллекта в транспортной отрасли / Н. С. Козлова, Н. В. Засыпкина // Вестник СамГУПС. – 2025. – № 4(70). – С. 62–68. – EDN ORKRQX.
2. Козлова, Н. С. Реализация процесса кадровой безопасности предприятия / Н. С. Козлова // Экономика и предпринимательство, 2025, -№ 1.-С. 1240–1243.
3. Козлова, Н. С. Кадровая безопасность предприятия в системе экономической безопасности / Н. С. Козлова // Экономика и предпринимательство, 2025, -№ 2. -С. 1156–1159.
4. Козлова, Н. С. Развитие технологий ИИ на транспорте / Н. С. Козлова, М. Е. Илюшкин, И. Ф. Галиуллин // Исследование и развитие рельсового и автомобильного транспорта: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 22–23 мая 2024 года) / под науч. Ред. С. В. Бушуева, канд. техн. наук; отв. за выпуск В. В. Макаров. – Екатеринбург: УрГУПС, 2024. – С. 283–285.
5. Козлова, Н. С. Особенности подготовки руководителей на транспорте / Н. С. Козлова, А. А. Стерликов // Наука и образование транспорту: материалы XI Международной научно-практической конференции «Наука и образование транспорту», 2018. – Самара: СамГУПС, 2018. – С. 266–268.
6. В России начали готовить инженеров для ВСМ Москва — Петербург // ГАЗЕТА.СПБ — 2026. — 3 марта. — URL: <https://gazeta.spb.ru/2652112-v-rossii-nachali-gotovit-inzhenerov-dlya-vsm-moskva-peterburg>.
7. Минтранс оценил потребность в специалистах для ВСМ в России в 100 тыс. человек // ТАСС — 2026. — 1 апреля. — URL: <https://tass.ru/ekonomika/26963681>.
8. Как РЖД готовит цифровые кадры // РЖД Цифровой. — 2025. — 18 февраля. — URL: <https://rzdigital.ru/world/kak-rzhd-gotovit-tsifrovye-kadry/>

9. «Астра Академия» и ОАО «РЖД» договорились о совместной подготовке ИТ-кадров на базе Astra Linux // IT-World. — 2026. — 19 мая. — URL: <https://www.it-world.ru/news-company/hgvibberazkgcw4k04o8s0ccwokcsws.html>.
10. РЕД СОФТ, РЖД и Российский университет транспорта договорились о сотрудничестве в сфере подготовки ИТ-специалистов // АРПП «Отечественный софт». — 2026. — 19 мая. — URL: <https://arppsoft.ru/news/members/22776/>.
11. Транспорт России: скорость, технологии и человек в центре внимания // Транспортная неделя 2025. — 2025. — 20 ноября. — URL: <https://2025.transweek.digital/ru/media/transport-rossii-skorost-tekhnologii-i-chelovek-v-tsentre-vnimaniya/>
12. Для цифрового развития РЖД разработано 15 проектных инициатив // РЖД Цифровой. — 2025. — 29 апреля. — URL: <https://rzdigital.ru/career/analytics/dlya-tsifrovogo-razvitiya-rzhd-razrabotano-15-proektnykh-initsiativ/>
13. Збарский, А. М. Развитие человеческого капитала транспортной отрасли / А. М. Збарский, М. А. Гаранин, П. А. Первов // Креативная экономика. — 2023. — Т. 17, № 7. — С. 2507–2526. — DOI 10.18334/ce.17.7.118416. — EDN DQSHBC.

УДК 629.47

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ УЧЕБЫ ОПЕРАТОРОВ ПТО ВАГОННОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ДЕПО

С. В. Коркина, Г. Г. Киселев

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Одним из ключевых инфраструктурных элементов страны выступает железнодорожный транспорт. Безаварийная и эффективная работа транспортной системы обеспечивает стабильность экономики, а также развитие и взаимодействие всех отраслей промышленности, безопасные пассажирские перевозки. В связи с ростом объемов перевозок, организацией новых логистических направлений к транспортному комплексу страны предъявляются повышенные требования к качеству, безопасности и эффективности всех производственных процессов. Немаловажную роль в реализации перевозочного процесса играет обеспечение потребителя технически исправным подвижным составом, в том числе - грузовыми вагонами. Своевременное выявление неисправностей и качественная организация текущего ремонта вагонов обеспечиваются пунктами технического обслуживания (ПТО), которые являются ключевыми структурными подразделениями вагонных эксплуатационных депо (ВЧДЭ) [1].

Организация технического обслуживания, контроль показаний автоматизированных диагностических систем на подходах к ПТО, взаимодействие с персоналом ПТО и станции, ведение документооборота - основные функциональные обязанности оператора ПТО. Поэтому очевидно, что требования к компетенции и ответственности операторов достаточно высоки [2]. В связи с вышеизложенным, возникает проблема повышения качества теоретического и производственного обучения операторов ПТО.

Холдингом ОАО «РЖД» принят ряд документов, которые регламентируют процессы производственного обучения и технической учебы персонала [3, 4]. В настоящее время техническую учебу с применением дистанционного обучения (СДО) можно считать достаточно эффективным методом. Однако с развитием цифровых технологий в образовании, имитационных тренажеров и программных комплексов целесообразно внедрение новых

систем и средств в процесс обучения. Кроме того, актуален вопрос обеспечения безопасности производственного обучения. Т. е. в соответствии со Стратегией цифровой трансформации транспортной инфраструктуры, сегодня требуется модернизация профессионального образования [5–7].

Основная часть. Обучение и техническая учеба операторов ПТО реализуется в соответствии с приведенными выше нормативными документами ОАО «РЖД» [3, 4]. В целом подготовка проводится на достаточно высоком уровне, однако следует отметить и некоторые проблемы и недостатки в обучении операторов. К таковым относятся:

- недостаток времени стажировки непосредственно на рабочем месте;
- ограничения, накладываемые правилами охраны труда на предприятии;
- невозможность отработки навыков действия в рабочих и нестандартных ситуациях.

Кроме того, в связи с активным развитием и внедрением на инфраструктуре инновационных технических средств контроля технического состояния подвижного состава требуется повышение общего интеллектуального уровня персонала ПТО.

Проведенные анализ применяемых в ОАО «РЖД» методов и систем профессионального обучения и технической учебы показывает, что в настоящее время назрела необходимость внедрения новых, более эффективных средств в обучение персонала ПТО. Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица 1

**Сравнительный анализ применяемых
в ОАО «РЖД» средств и методов обучения операторов ПТО**

Применяемый метод обучения / технической учебы	Инструменты и средства	Положительные стороны	Выявленные недостатки	Уровень вклада в формирование практических профессиональных навыков
Самостоятельное изучение нормативной документации	Чтение инструкций, правил, приказов	Гибкость, возможность возврата к сложным темам	Отсутствие контроля понимания, сложность удержания внимания	Очень низкий (формальное ознакомление)
Стажировка на рабочем месте	Выполнение операций под контролем наставника (80 часов)	Реальные условия, живое общение, пример опытного работника	Риск ошибок на реальном посту, невозможность отработки аварийных ситуаций, субъективная оценка, зависимость от настроения наставника	Высокий, но неконтролируемый и ограниченный
Тестирование в системе КАСКОР	Ответы на теоретические вопросы, тесты	Объективная оценка знаний, автоматизация учёта	Проверяет только теорию, не формирует навык	Отсутствует
Дистанционные курсы СДО	Просмотр видео, изучение текстовых материалов, интерактивные задания	Высокий уровень доступности, реализация самоконтроля	Низкий уровень демонстрации реальных производственных процессов	Низкая

Таким образом, анализ показывает, что стажировки на рабочем месте недостаточно для формирования практических навыков обучающихся, поскольку не позволяет освоить правила действий во всем спектре возможных ситуаций производственного процесса. Система дистанционного обучения и контроль в системе КАСКОР позволяют проверить и оценить только теоретические знания и навыки.

В настоящее время в практику профессионального обучения в ОАО «РЖД» активно внедряются VR-технологии (тренажеры виртуальной и дополненной реальности), разнообразные электронные курсы и интерактивные учебные пособия, однако большая часть их разработана для локомотивных бригад, осмотрщиков вагонов, диспетчеров станций, монтеров пути [8]. Для подготовки операторов ПТО нет подобных доступных средств обучения. В связи с этим представляется целесообразным создание и внедрение в процесс профессиональной подготовки операторов специализированного компьютерного тренажера, который обеспечит безопасное формирование практических навыков благодаря воссозданию цифровой копии рабочего места оператора ПТО с моделированием возможных рабочих и нестандартных ситуаций.

Основными требованиями к тренажерному комплексу должны стать следующие:

- модульная структура с возможностью выбора режима обучения (изучение теоретических материалов и контроль приобретенных знаний и практических навыков);
- возможность интеграции в системы СДО и КАСКОР;
- обеспечение автоматизированного объективного контроля;
- возможность дополнения функциональных возможностей и актуализации содержания модулей тренажера (в условиях активного развития и внедрения новых технологий и технических средств на ПТО и на инфраструктуре в целом, изменения в нормативно-технической документации);
- предельно точное воссоздание визуальной, коммуникационной и информационной специфики реального рабочего места оператора ПТО.

Необходимо отметить, что создание программного обеспечения тренажера должно быть реализовано при тесном взаимодействии специалистов IT-сферы и квалифицированных работников вагонного комплекса, обладающих соответствующими профессиональными компетенциями [9].

На рисунке приведен пример схемы взаимодействия функциональных модулей программного тренажёра.



Рис. 1. Пример схемы взаимодействия функциональных модулей тренажера

На рисунке 2 представлена последовательность действий оператора ПТО при выполнении сценария технического обслуживания прибывшего грузового поезда на ПТО станции.



Рис. 2. Последовательность действий оператора ПТО при выполнении сценария

Следует ожидать, что применение такого компьютерного тренажера, обеспечивающего отработку навыков в рабочих и нестандартных ситуациях, а также безопасное обучение с минимизацией производственных рисков, может стать решением проблемы повышения общей эффективности профессионального обучения операторов ПТО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жебанов, А. В. Современные тенденции в обеспечении бесперебойности перевозочного процесса железнодорожного транспорта / А. В. Жебанов, С. В. Коркина // Вызовы и решения для бизнеса: ВЭД в новых реалиях : Сборник материалов III Международного внешнеэкономического научно-практического форума, Москва, 14 декабря 2022 года. – Москва: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2023. – С. 119–122. – EDN TUWQBI.
2. Шпетко, А. В. Цифровизация вагонного хозяйства и контроль технического состояния подвижного состава в эксплуатации / А. В. Шпетко, С. В. Коркина, И. В. Чепурченко // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков : Сборник научных трудов VII международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 422–426. – EDN HDNBHY.
3. Положение об организации профессионального обучения в ОАО «РЖД». Утверждено Распоряжением ОАО «РЖД» от 17.04.2013 г. № 907.
4. Стандарт ОАО «РЖД» «Организация технической учебы работников ОАО «РЖД». Общие положения». Утвержден Распоряжением ОАО «РЖД» от 16.03.2019 г. № 418/р.
5. Воеводина, С. П. Формирование профессиональных компетенций выпускников в условиях развития цифровизации железнодорожного транспорта / С. П. Воеводина, С. В. Коркина // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : Материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. – Оренбург: ОрИПС – филиала СамГУПС, 2023. – С. 12–17. – EDN DVUCPS.
6. Внедрение цифровых технологий в процесс технической учебы работников, реализующих техническое обслуживание пассажирских вагонов / И. А. Соболев, Н. В. Митин, А. В. Шпетко, С. В. Коркина // Техника и технологии наземного транспорта : Материалы международной студенческой научно-

- практической конференции, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. – Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. – С. 187–192. – EDN PHSUUK.
7. Шпетко, А. В. Применение цифровых технологий в обучении специалистов транспорта / А. В. Шпетко, С. В. Коркина, А. О. Шилин // Дни студенческой науки : Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 145–148. – EDN RAREDG.
 8. Костиков, И. А. Анализ применения современных методов обучения осмотровиков-ремонтников вагонов в ВЧДЭ / И. А. Костиков, С. В. Коркина // Дни студенческой науки : Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 126–128. – EDN KKDFXW.
 9. К проблеме обеспечения кадрами для цифровой трансформации объекта транспортной инфраструктуры – вагонного комплекса / С. В. Горбатов, А. А. Комолов, С. В. Коркина, И. В. Чепурченко // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 1. – С. 32–35. – EDN KKTQHC.

УДК 658

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАК ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Н. О. Курочкин

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Актуальность углубленного исследования вопросов формирования инновационной модели устойчивого экономического развития предприятий винодельческой отрасли обусловлена тем, что за последнее время отечественное виноделие значительно преобразовалось, составив серьезную конкуренцию иностранным производителям. Однако на фоне положительной динамики вырисовывается ряд проблем, способных нивелировать завоеванные позиции и свести к нулю (спустя время) предпринятые меры по развитию отрасли. В этой связи особую важность приобретают вопросы укрепления технологического суверенитета предприятий и ускорения темпов их инновационно ориентированного развития, позволяющего перестроиться на опережающий путь роста. Инновационная модель с этой точки зрения формирует опору для прорывного рывка отечественных производителей, обеспечивая им устойчивость экономического развития в турбулентных условиях экономики.

Прогресс винодельческой отрасли обусловлен эффективностью применяемых в производстве вина технологий, с одной стороны, и климатическими условиями выращивания винограда, с другой. Повышение качества производственной и инновационной деятельности, рациональное использование ресурсов, а также улучшения в экологической сфере позволяют обогатить стержневые конкурентные преимущества предприятий, раскрыв им широкий выбор направлений для опережающего роста.

Главная задача этого исследования состоит в выделении ключевых составляющих инновационной модели устойчивого экономического развития винодельческих предприятий, и демонстрации того, как она влияет на социальное развитие региона.

Методы, используемые для решения поставленной задачи: системный анализ, метод описания, сравнения и обобщения существующих практик.

Анализ полученных результатов. Инновационная модель устойчивого экономического развития предприятий винодельческой отрасли – это мощный инструмент, позволяющий производить аналитику текущего состояния винодельческого предприятия и эффектов от его функционирования в сфере инноваций, а также моделировать целевые установки его инновационного преобразования с высокой результативностью внедрения разработанных мероприятий.

Для виноделия инновационная модель должна учитывать всю специфику деятельности предприятий и охватывать всю цепочку производственной деятельности от селекции и питомников до ухода за виноградниками, сбора, переработки, ферментации, выдержки, контроля качества, упаковки, логистики, маркетинга, туризма и взаимодействия с потребителем. Разрыв между аграрной и промышленной стадиями чреват потерями сырья, рассогласованием характеристик урожая и производственных мощностей, падением качества и ростом себестоимости.

От других отраслей хозяйственной деятельности винодельческая отрасль отличается длительностью производственного цикла. Между закладкой виноградника, получением стабильного урожая и выпуском вин проходит несколько лет, часть продукции требует особой выдержки. Решения, принятые сегодня, скажутся на денежных потоках и состоянии экосистемы в будущем, поэтому инновационная модель обязана соединять операционную эффективность с управлением долгосрочными рисками – климатическими, почвенными, фитосанитарными, рыночными, кадровыми и репутационными.

Модель строится на пяти принципах: целостность, адаптивность, измеримость, превентивность и территориальная сопряженность. Целостность предполагает согласование инноваций в производстве, экологии, финансах и кадровой политике. Адаптивность – сценарное планирование и гибкость технологий. Измеримость – наличие системы показателей и достоверных данных. Превентивность смещает акцент с ликвидации последствий на предупреждение потерь. Территориальная сопряженность требует учета интересов работников, поставщиков, местных сообществ, образовательных учреждений и органов власти. Эти положения перекликаются с подходом Международной организации по виноградарству и виноделию, которая определяет устойчивое виноградарство как глобальную стратегию, уравнивающую экономическую жизнеспособность, социальную справедливость и экологическую безопасность на всем протяжении производственной цепочки. В резолюции OIV-CST 518-2016 подчеркивается, что устойчивый подход требует одновременного учета множества факторов, оказывающих сильное воздействие на жизнеспособность отрасли [1].

Предлагаемую инновационную модель устойчивого экономического развития (ИМУЭР) предприятий винодельческой отрасли можно выразить зависимостью

$$ИМУЭР = f(OV, T, И, P, ПТ, K),$$

где *OV* – организационно-управленческие факторы, *T* – технологические факторы, *И* – институциональные факторы, *P* – рыночные факторы, *ПТ* – природно-терруарные факторы, *K* – кадровые факторы. Устойчивость экономического развития достигается за счет сбалансированного управления и адаптации к воздействию не одного фактора, а их совокупностью. Высокопроизводительное оборудование не даст результата при нестабильном качестве винограда, нехватке технологов или отсутствии сбыта; экологическая инициатива останется формальной без экономического обоснования и мотивации сотрудников.

Начнем с точного виноградарства. Данные с метеостанций, датчиков влажности, спутников и дронов позволяют выявлять неоднородность участков, прогнозировать стресс

растений, дифференцировать полив, подкормку и защитные обработки. Экономия возникает за счет снижения нерациональных затрат ресурсов, уменьшения потерь урожая и повышения стабильности сырья. Но внедрять цифровые инструменты стоит не с покупки оборудования, а с постановки управленческой задачи: какие решения мы будем принимать на основе данных, кто за них отвечает, каким показателем измерим успех.

На производственной площадке приоритетны автоматический контроль температуры и хода ферментации, лабораторные информационные системы, предиктивное обслуживание, бережливое производство и цифровое планирование загрузки емкостей. Интеграция данных от виноградника, лаборатории, склада и отдела продаж дает сквозную прослеживаемость протекающих в контуре предприятий процессов. Это снижает число ошибок, ускоряет поиск причин отклонений, повышает достоверность маркировки и укрепляет доверие потребителя [2].

Не менее важна аналитическая платформа для прогнозирования урожая, продаж и денежных потоков. Для сезонной отрасли с длительным циклом критически важны модели потребности в оборотном капитале и сценарии загрузки мощностей. Соединение производственных и коммерческих данных помогает согласовывать ассортимент с возможностями сырьевой базы, уменьшать излишние запасы и избегать решений в ущерб качеству ради краткосрочного объема. При этом нельзя забывать о кибербезопасности, резервном копировании, единых справочниках и обучении персонала - иначе цифровизация приумножит риски, а не снизит их.

Техническое обновление не должно замыкаться на импортозамещении отдельных агрегатов. Более надежный путь - развивать региональную сеть поставщиков оборудования, софта, лабораторных услуг и ремонтных компетенций. Совместные инновационные проекты с вузами и прочими сетевыми партнерами удешевляют эксперименты и позволяют адаптировать решения к местным почвенно-климатическим условиям. Для мелких хозяйств оправданы центры коллективного пользования - лаборатории, мобильные линии, мониторинговые сервисы, общие цифровые платформы.

Экологический аспект модели имеет прямой экономический смысл. В затратах винодельни существенную долю занимают вода, энергия, упаковка, хранение и утилизация отходов. Поэтому первый шаг - ресурсный аудит по всему жизненному циклу. Нужно зафиксировать удельное потребление воды и энергии, объем сточных вод, долю вторичного сырья, потери, массу упаковки и логистические выбросы. Международная организация по виноградарству и виноделию в резолюции VITI 641-2020 предлагает практическое руководство для организаций винодельческого сектора, желающих внедрить принципы устойчивости, и подчеркивает важность перевода общих принципов в конкретные показатели и процедуры [3].

Современная стратегия развития производства строится на симбиозе экономики инноваций и экологии. Все нововведения проходят строгую проверку на окупаемость, чтобы снижение ресурсоемкости не шло в ущерб качеству сырья.

Значимым направлением становится переработка вторичных ресурсов, однако решение о глубине утилизации зависит от логистики и рыночных ниш. Для небольших хозяйств рациональным вариантом выступает кооперация с региональным центром. Параллельно идет климатическая адаптация: смена сортов, страховка и модернизация инфраструктуры. Чтобы такие шаги не остались незамеченными, необходим жесткий управленческий подход с закреплением экологических КРІ в инвестиционных регламентах и оценкой проектов по комплексному влиянию на бизнес и территорию.

Источники финансирования могут включать собственные средства, кредиты, лизинг, господдержку, кооперационные фонды и партнерские соглашения. Для капиталоемких проектов удобен поэтапный подход: диагностика, пилот на ограниченном участке, оценка эффекта, стандартизация и масштабирование. В договоре пилотного проекта заранее фиксируются исходный уровень, целевые показатели, доступ к данным и условия тиражирования. Это снижает риск покупки технологии, плохо адаптированной к реальному производству.

На региональном уровне требуется создание сетевых альянсов, объединяющих предприятия разного масштаба, питомники, фермерские хозяйства, научные центры, колледжи, вузы, туристический сектор, финансовые структуры и власти. Их задача - не административная интеграция, а снижение транзакционных издержек: совместный доступ к знаниям и инфраструктуре, подготовка кадров, выработка стандартов, продвижение территории и запуск кооперационных проектов. Законодательство дает субъектам Федерации возможность участвовать в разработке отраслевых программ и стимулирующих мер, что создает институциональную основу для таких механизмов [4].

Перспективной формой может стать региональный винодельческий кластер с проектным офисом. Он ведет карту потребностей предприятий, организует акселерацию, обеспечивает центры коллективного пользования и сопровождает проекты винного туризма. Кластерная политика при этом не должна подменять рыночную конкуренцию. Общими могут быть исследования, инфраструктура, обучение, экологический мониторинг и продвижение региона - именно такой подход к формированию поддерживающих кластеров на местах предлагают М. Портер и М. Крамер в рамках концепции создания разделяемой ценности [5].

Социальный эффект винодельческой отрасли проявляется прежде всего через качественную занятость. Автоматизация сокращает долю тяжелых и рутинных операций, но одновременно повышает спрос на агрономов, энологов, лаборантов, инженеров, специалистов по данным, логистике, маркетингу и гостеприимству. Поэтому технологические инвестиции должны сопровождаться «кадровой картой»: какие функции изменятся, какие компетенции потребуются, как будет организовано переобучение и закрепление сотрудников. Соглашения предприятий с образовательными организациями о целевой подготовке, стажировках и совместных учебных полигонах уменьшают структурный дефицит кадров.

Также перспективно развивать малое и среднее предпринимательство вокруг основной цепочки стоимости. Спрос формируется на услуги питомников, ремонта, дизайна, упаковки, общественного питания, экскурсий, размещения, транспорта, событийного и цифрового маркетинга. Винный туризм превращает нематериальные активы (историю, ландшафт, гастрономию и культуру) в источник дохода, который распределяется между большим числом локальных участников. Для устойчивости важно контролировать туристическую нагрузку, безопасность, сезонность занятости и доступ местных производителей к каналам продвижения.

Еще одним перспективным направлением развития, которое следует учесть при формировании инновационной модели, является обеспечение территориальной идентичности. Успешные предприятия винодельческой отрасли формируют профессиональные траектории для молодежи, поддерживают общественные пространства и культурные события, сохраняют традиции землепользования. Более результативны долгосрочные программы, основанные на диалоге с муниципалитетами и жителями, публичных целях и оценке результатов. Приоритет следует отдавать инновационным проектам, связанным с ключевыми воздействиями

предприятия на социальное развитие региона: рост занятости населения, безопасность труда, развитие территории и пр.

Для оценки вклада предприятия винодельческой отрасли требуется региональная сбалансированная система показателей. Экономический блок должен включать производительность труда, добавленную стоимость, рентабельность инвестиций и долю закупок у местных поставщиков. Экологический - удельное потребление воды и энергии, долю переработанных побочных продуктов, состояние почв и сокращение потерь. Инновационный - долю выручки от новых продуктов, число пилотов и охват цифровой прослеживаемостью. Социальный - постоянную и сезонную занятость, уровень оплаты, обучение, компетентность кадров и число поддержанных локальных предпринимателей. Территориальный блок отражает туристический поток, совместные инфраструктурные проекты и удовлетворенность ключевых стейкхолдеров.

Эффективное внедрение устойчивых практик строится на пяти логических шагах: начинают с аудита ресурсных потоков и компетенций, затем задают измеримые цели для винодела и региона, формируют портфель проектов (от быстрых до долгосрочных), испытывают их в пилотах, а затем масштабируют успешные стратегические решения с ежегодной корректировкой. Однако ключевое правило - каждое действие должно иметь гарантированный результат: датчики ценны не сами по себе, а снижением расхода воды или стабильностью урожая винограда; обучение персонала оценивается не числом слушателей, а ростом производительности и снижением текучки.

При оказании господдержки акцент следует делать на приросте частных инвестиций, рабочих мест, кооперации и снижении нагрузки на природу, а сам механизм должен быть конкурсным и доступным для хозяйств разных размеров. При выборе приоритетов обязательна привязка к местным условиям - водному балансу, структуре земель, транспортной доступности.

В конечном счете, устойчивое развитие винодельческой отрасли – это инновационная модель, объединяющая точное земледелие, прослеживаемость, ресурсоэффективность, импортозамещение, проектное управление и развитие кадров. Для региона она становится драйвером занятости, развития малого бизнеса, туризма и культурного бренда, но работает она только при качественном планировании, экономической рациональности управленческих решений и тесном взаимодействии всех участников.

Следовательно, устойчивость винодельческих предприятий следует рассматривать не как дополнительное ограничение, а как механизм повышения конкурентоспособности и социального развития региона, который вписывается как в глобальную повестку устойчивого развития экономики, так и в национальные приоритеты, закрепленные в стратегических документах РФ.

Выводы. Таким образом, в статье обоснована необходимость перехода предприятий винодельческой отрасли от разрозненного внедрения инноваций к целостной модели устойчивого экономического развития. Раскрыта отраслевая специфика такого перехода. Предложена структура инновационной модели, основанная на принципах ресурсной эффективности, цифровой прослеживаемости, циркулярного использования побочных продуктов, межфирменной кооперации и создания разделяемой ценности. Показано, что устойчивость винодельческого предприятия должна оцениваться не только по финансовым результатам, но и по его вкладу в занятость, человеческий капитал, инфраструктуру, культурную идентичность и инвестиционную привлекательность территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OIV. General Principles of Sustainable Vitiviniculture – Environmental, Social, Economic and Cultural Aspects: Resolution OIV-CST 518-2016. Paris: International Organisation of Vine and Wine, 2016. URL: <https://www.oiv.int/standards/oiv-guide-for-the-implementation-of-principles-of-sustainable-vitiviniculture->
2. Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» (с изм. и доп.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/
3. OIV. Guide for the Implementation of Principles of Sustainable Vitiviniculture: Resolution OIV-VITI 641-2020. Paris: International Organisation of Vine and Wine, 2020. URL: <https://www.oiv.int/press/12-months-12-resolutions-oiv-guide-implementation-principles-sustainable-vitiviniculture>
4. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>
5. Porter M. E., Kramer M. R. Creating Shared Value // Harvard Business Review. 2011. Vol. 89, No. 1/2. P. 62–77.

УДК 316.35:378

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ В СИСТЕМЕ ТРУДОВОГО ВОСПИТАНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РИСКОВ МОЛОДЕЖНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ

А. В. Нагин

Штаб студенческих отрядов Приволжского федерального округа

Введение. В транспортном университете трудовое воспитание проявляется не только в мероприятиях и не только в разговорах о будущей профессии. Оно заметно в повторяющихся действиях студента. Соблюдение времени, принятие поручения, ответственность перед группой, завершение общего дела становятся теми ситуациями, где труд получает конкретное содержание. В таком опыте студент постепенно связывает труд не с отвлеченной нормой, а с режимом, надежностью и отношением к людям рядом. Студенческий отряд дает для этого практический материал. На учебном занятии подобная ситуация возникает не всегда. В отряде у участника есть задача, срок, место в команде и быстрая обратная связь.

Сложность заключается в том, что отрядное движение часто описывается преимущественно через отчетные показатели. Указываются число участников, количество выездов, названия проектов, фото- и видеоматериалы. Эти данные нужны для фиксации масштаба работы, однако они почти не показывают ее воспитательный результат. По ним трудно понять, изменилось ли отношение студента к труду, стал ли он надежнее, научился ли действовать вместе с другими. Отечественная социология молодежи обращает внимание на то, что социализация определяется не только возрастом, а включением молодого человека в социальные практики, институциональные отношения и ценностные выборы [1].

Трудовая ценность редко закрепляется после одной лекции. Чаше она формируется через опыт, который студент проживает сам и затем соотносит с учебой, группой и будущей профессией. В исследованиях о трансформации трудовых ценностей молодежи показано, что отношение к труду зависит от образовательной среды, рынка занятости, семейных ожиданий и культурных образцов успешности [2; 3]. Отряд важен именно тем, что переводит разговор о труде в действие. Пунктуальность, дисциплина, надежность и помощь товарищу сразу отражаются на общем результате.

Методы решения задачи. В статье использован концептуальный анализ работ о молодежи, трудовом воспитании, студенческих отрядах и профилактике рисков социализации. В обзор вошли публикации разных лет, в том числе исследования междисциплинарной научной школы отраслевой идентичности 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022, 2023 и 2024 годов. Кроме того, рассмотрены типовые ситуации отрядной жизни: набор участников, распределение ролей, выполнение общего задания и обсуждение трудового события с куратором. Такой ракурс позволяет рассматривать отряд не как внешнюю молодежную активность, а как часть образовательной среды.

В системе воспитательной работы студенческий отряд выполняет как минимум три функции. Первая связана с трудовой пробой. Студент проверяет, готов ли он регулярно прилагать усилия и работать в заданных условиях. Вторая относится к групповой включенности. Участник получает место в коллективе, где имеет значение не только личная успеваемость, но и вклад в общий результат. Третья функция профилактическая. Молодежная активность получает социально признанную форму и меньше уходит в случайные, деструктивные или имитационные практики.

Исследования студенческих отрядов как среды накопления социального капитала показывают, что доверие в группе не возникает из декларации о командности. Оно складывается из повторяющихся действий. Один студент отвечает за подготовку, второй держит связь с группой, третий выполняет конкретный участок работы. После нескольких таких ситуаций становится видно, на кого можно опереться [4; 5]. Для транспортного образования этот аспект особенно значим, поскольку сама отрасль строится на согласовании действий многих людей.

Профилактический эффект отрядной работы обычно проявляется не одномоментно. Он связан с изменением повседневной среды студента. У молодого человека появляется коллектив, где статус задается полезным делом, а не демонстративностью или конфликтом. В отряде обсуждаются труд, безопасность, ответственность, поездки, смены, организационные сбои и собственные ошибки. Такая среда снижает привлекательность случайных групповых сценариев, где признание строится на шуме, риске или противопоставлении себя другим [6; 7].

При этом отряд нельзя рассматривать как автоматически работающий воспитательный механизм. Если куратор почти не включен в деятельность, отряд легко превращается в несколько сезонных эпизодов. Они могут быть яркими, но слабо влияют на профессиональное становление. Есть и другая крайность. Когда на первый план выходит отчетность, студент может числиться участником, но не иметь реальной роли. В работах об инерционности представлений о трудовом воспитании показано, что прежняя схема с мероприятием, отчетом и формальной отметкой воспроизводится даже тогда, когда используется современный проектный язык [8].

Практический смысл имеет не сам факт участия, а качество педагогической рамки. На вводном этапе студенту нужно объяснить не только куда ехать и что выполнять. Не менее существенно показать, почему этот труд связан с будущей профессией. Во время выполнения задачи необходимо удерживать режим и распределение ответственности. После завершения работы требуется обсуждение: что получилось, где возникла сложность, какие навыки проявились, как этот опыт связан с учебой и будущей занятостью.

Куратор в такой модели помогает соединить отрядное событие с образовательной траекторией студента. Без него смена, проект или волонтерская акция быстро становятся отдельной историей для воспоминаний. При кураторском сопровождении тот же опыт

превращается в материал для разговора о профессиональной надежности, коммуникации, регламенте, работе в группе и принятии ответственности. Даже один содержательный разбор после события может дать больше, чем формальная беседа о трудовых ценностях.

Таблица 1

Педагогические задачи студенческого отряда в профилактике рисков молодежной социализации

Педагогическая задача	Как проявляется в отряде	Ожидаемый эффект
Трудовая проба	участие в задаче с реальным сроком, режимом и ответственностью	уточнение отношения к труду и профессии
Групповая включенность	роль в малой группе, зависимость результата от вклада участников	рост доверия и коллективной ответственности
Профилактика рисков	занятость в социально признанной деятельности, наставничество	снижение значимости случайных и деструктивных групп
Отраслевая ориентация	обсуждение связи труда с задачами транспорта	формирование профессионального смысла участия

Особенно значимо не отрывать отрядную деятельность от учебного плана и практики. Оптимизация образовательных программ связана с согласованием учебных целей и профессиональных ожиданий [9]. Поэтому итоги участия в отряде можно использовать на кураторских часах, в проектных заданиях, в индивидуальных планах развития и перед первой производственной практикой. Тогда трудовое воспитание перестает существовать рядом с образовательной программой и начинает работать внутри нее.

Транспортная специфика делает эту модель более строгой. В отрасли ценится не только инициативность. Не меньшую роль играют регламентность, аккуратность, соблюдение режима и уважение к безопасности. В условиях цифровизации качество управления трудовой деятельностью также зависит от человеческого фактора [10]. Отрядная практика позволяет увидеть эти качества раньше, пока студент еще находится в университете или филиале и может получить поддержку.

Практическую модель можно выстроить как маршрут из четырех шагов. Сначала проводится разговор о трудовых ценностях и рисках первого трудового опыта. Затем студент входит в отряд и получает конкретную роль. После выполнения задачи организуется встреча для обсуждения. В финале выводы фиксируются в индивидуальной траектории. Студент видит, что у него уже получилось и что еще требует развития.

Самая трудная часть этой работы связана с балансом. Отряду нужна молодежная инициатива, иначе он теряет живое содержание. Но полное отсутствие сопровождения также снижает воспитательный результат. Поэтому кураторская позиция должна быть спокойной и постоянной. Куратор не подменяет собой командира или актив. Его задача иная: помогать задавать смысл, обсуждать трудности и связывать опыт отряда с образовательной программой.

Для первокурсников и старшекурсников отряд решает разные задачи. На первом курсе он помогает войти в университетскую среду, найти позитивную группу и почувствовать себя

частью коллектива. На старших курсах отряд становится площадкой профессиональной пробы. Здесь студент уже может взять более ответственную роль, попробовать наставничество и оценить себя не только как обучающегося, но и как будущего работника.

Оценивать результат нужно шире, чем по факту проведенного мероприятия. Важно смотреть на поведение студента. Стал ли он внимательнее к срокам. Научился ли распределять задачи. Может ли признать ошибку. Способен ли объяснить, почему дисциплина в транспортной сфере связана с безопасностью. Эти признаки лучше всего видны в наблюдении, беседе, анализе выполненных заданий и кураторском обсуждении. Одной анкеты здесь недостаточно.

Для филиала транспортного университета такая логика особенно близка. Студент часто видит отрасль не через абстрактные схемы, а через конкретные места: станцию, дистанцию пути, вокзал, предприятие, трудовую биографию родственника или знакомого. Поэтому отрядная практика может опираться на местный материал. Разговор о транспорте становится предметным, потому что связывается с территорией, где студент живет и учится.

Есть еще один педагогический эффект. Отряд помогает университету увидеть тех студентов, которые в обычной аудитории почти не проявляются. Не каждый лидер заметен на семинаре. Зато в коллективной работе хорошо видны организаторские способности, выдержка, аккуратность, готовность поддержать товарища и чувство ответственности. Такие качества нельзя оставлять без внимания. Их нужно фиксировать и поддерживать.

Отдельное направление связано с родителями, выпускниками и представителями предприятий. Когда выпускник рассказывает, что отрядная дисциплина помогла ему на первом рабочем месте, это воспринимается иначе, чем обычная лекция. Студент слышит не общую установку, а пример из реальной трудовой биографии. Такой пример легче соотнести с собственным опытом и будущей профессиональной ролью.

Для студентов транспортного профиля особенно важно увидеть связь между дисциплиной в малом коллективе и дисциплиной отрасли. Опоздание на встречу отряда может казаться бытовой мелочью. В транспортной сфере нарушение времени и регламента уже влияет на цепочку действий. Куратор помогает студентам сделать этот перенос: сначала разобрать простой эпизод, затем вывести из него профессиональный смысл.

При разработке воспитательной программы лучше заранее определить, какие ситуации отрядной жизни будут использоваться для педагогического анализа. Подходят первая совместная подготовка, распределение обязанностей, конфликт из-за неравного вклада, обсуждение ошибок после смены, помощь новичку. Именно такие эпизоды позволяют говорить о труде не общими словами, а через опыт конкретного студента.

Заключение. Студенческие отряды обладают педагогическим потенциалом для трудового воспитания и профилактики рисков молодежной социализации. Их значение связано с соединением реального дела, коллективной дисциплины, признания и наставничества. Для транспортного вуза это особенно существенно. Отрасли нужны молодые специалисты, которые понимают труд как общественно полезную обязанность, а не только как будущий источник занятости.

Эффективность отрядной работы зависит от ее включенности в образовательную среду. Если университет связывает отрядный опыт с учебной программой, кураторской работой и профессиональным обсуждением, студент получает не разовый эпизод занятости. Он получает опыт становления. В таком формате студенческий отряд можно рассматривать как устойчивый педагогический механизм, а не просто как молодежное объединение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Теоретические проблемы исследования российской молодежи в социологической науке и эвристический потенциал отечественной социологии молодежи / М. А. Гнатюк // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – Т. 3, № 11. – С. 57–61. – EDN VKZAUD.
2. Гнатюк, М. А. Трансформация трудовых ценностей Российской молодежи в условиях глобализации : специальность 22.00.04 "Социальная структура, социальные институты и процессы" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата социологических наук / Гнатюк Максим Александрович. – Ростов, 2016. – EDN ZCXURH.
3. Гнатюк, М. А. Российская молодежь в условиях глобализации: особенности социализации и формирования трудовых ценностей / М. А. Гнатюк // Гуманитарий Юга России. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 219–228. – EDN VMPRQX.
4. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
5. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.
6. Гаранин, М. А. Проблемы социального развития молодежи: причины распространения криминальных мотивов и студенческие отряды как механизм их профилактики / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 22–24. – DOI 10.23672/SAE.2023.61.45.001. – EDN HOWROT.
7. Самыгин, С. И. Детерминанты роста экстремистского поведения в среде российской молодежи / С. И. Самыгин, М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 10. – С. 67–70. – EDN ZROTBD.
8. Гнатюк, М. А. Инерционность социальных представлений о трудовом воспитании студенческой молодежи / М. А. Гнатюк, В. Н. Усов, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 25–28. – DOI 10.23672/SAE.2023.44.26.001. – EDN HULBDP.
9. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.
10. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YNHXTHY.

УДК 316

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ КАК МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

А. В. Нагин¹, В. Н. Усов², В. Ф. Ислаев³

¹ Штаб студенческих отрядов Приволжского федерального округа

² Министерство молодёжной политики Самарской области

³ ГБУ «Республиканский центр студенческих трудовых отрядов»

Введение. Кадровый резерв транспортной отрасли начинает складываться не в момент выдачи диплома. Намного раньше. Молодой специалист постепенно проявляет себя в учебе, на практике, в проектах, в отрядной работе, в отношениях с группой и наставниками. Студенческий отряд дает для такого наблюдения особенно ценный материал, потому что

студент там действует не в условной учебной ситуации, а при общей задаче, ограниченном времени и понятной ответственности [1, 2].

Одной успеваемости транспортной отрасли мало. Важны другие качества. Человек должен быть надежным, соблюдать регламент, работать в команде, выдерживать режим, уважать требования безопасности и доводить порученное дело до результата. В аудитории это видно не всегда. В отряде такие вещи проявляются быстрее, иногда даже жестче, потому что вклад каждого сразу замечает группа.

Методы решения задачи. В исследовании соединены социально-педагогический анализ и элементарное моделирование. Использованы работы о студенческих отрядах, трудовом воспитании, молодежной занятости и качестве управления трудовой деятельностью [3, 4]. Формулы в статье не претендуют на математическое доказательство. Они нужны как управленческая схема, чтобы разговор о кадровом эффекте отрядной практики был не разрозненным, а сопоставимым.

Отрядная работа дает студенту профессиональную пробу. Он проверяет не красивое желание работать в отрасли, а свою готовность входить в рабочий ритм, выполнять поручения, общаться с разными людьми и спокойно принимать замечания [5]. Куратор и наставник при этом видят не обещания, а поведение. Для кадрового резерва это принципиально. В него должны попадать не просто активные обучающиеся, а те, кто показывает надежность в деле.

Кадровый эффект усиливает социальный капитал отряда. Участник учится доверять товарищам, делить работу, просить помощи и признавать чужой вклад. В транспортной отрасли эти навыки имеют прямое значение. Технологическая цепочка не строится на одиночных действиях. Надежность одного человека поддерживает надежность всей системы.

$$K_{рез} = 0,30T + 0,25D + 0,20N + 0,15S + 0,10P - F \quad (1)$$

В формуле 1 показатель $K_{рез}$ показывает интегральную готовность студента к включению в кадровый резерв. Параметр T обозначает устойчивость трудовой мотивации, D обозначает дисциплинарную надежность, N обозначает качество наставнического сопровождения, S обозначает социальный капитал группы, P обозначает практические умения, F обозначает уровень формализации участия. Каждый параметр можно оценивать по шкале от 0 до 1. Чем выше F , тем сильнее итоговая оценка должна корректироваться, потому что формальное участие снижает кадровую ценность отрядного опыта.

Вес параметров выбран не случайно. Самый большой вес получают трудовая мотивация и дисциплинарная надежность, потому что именно они держат профессиональное поведение в устойчивом состоянии. Наставничество идет следующим. Без него отрядный опыт может остаться просто молодежным событием и не перейти на язык профессии. Социальный капитал и практические умения дополняют картину, показывая групповую и деятельностную стороны готовности [6, 7].

$$\Delta K_{рез} = K_{рез}^{после} - K_{рез}^{до} \quad (2)$$

Формула 2 помогает смотреть не только на текущее состояние, а на изменение после сезона или проектной смены. Это важно. В отряд студенты приходят с разным опытом и разным уровнем готовности. Положительная динамика показывает, что трудовой сезон действительно повлиял на профессиональное становление. Отрицательная динамика тоже дает материал для анализа. Возможно, была выбрана не та роль, не хватило сопровождения или связь с отраслевым наставником оказалась слабой.

Практическая диагностика не должна опираться на один источник. Самооценка показывает, как студент видит себя. Командир замечает повседневное поведение в группе.

Наставник от отрасли оценивает профессиональную надежность. Куратор связывает все это с образовательной траекторией. Только вместе эти источники уменьшают риск случайного вывода.

Исследования о рисках трудовой интеграции молодежи показывают, что выход на рынок труда часто связан с неопределенностью, разрывом между ожиданиями и реальными требованиями, а также нехваткой опыта [8, 9]. Студенческий отряд частично закрывает этот разрыв. Студент раньше сталкивается с режимом, коллективом и организационной культурой, а не впервые узнает о них уже после трудоустройства.

Наставничество здесь становится ключевым условием. Представитель отрасли объясняет студенту, почему дисциплина и регламент не являются пустой формальностью. Он показывает связь между аккуратным действием и безопасностью, между культурой общения и репутацией специалиста, между готовностью учиться и карьерной устойчивостью. Без наставника многие события в отряде остаются яркими эмоционально, но профессионально не осмысливаются.

Практическое приложение результатов. Университет может выстроить трехуровневую систему работы с кадровым резервом. Первый уровень связан с массовым вовлечением студентов в отрядные и проектные практики. Второй уровень дает наблюдение за дисциплиной, инициативностью, командностью и устойчивостью мотивации. На третьем уровне начинается адресное сопровождение тех, кто уже проявил надежность и готовность к отраслевой траектории.

Результаты лучше фиксировать в индивидуальном профиле студента. Туда могут входить роль в отряде, отзыв командира, заключение наставника, выполненные задачи, участие в сменах, динамика мотивации и рекомендации по дальнейшей практике. Такой профиль не должен превращаться в бюрократическое досье. Его смысл проще: сделать опыт студента видимым для кафедры, центра карьеры и работодателя.

Особенно полезно сравнивать отрядные данные с результатами производственной практики. Например, студент проявил себя в отряде как надежный организатор, а затем на практике подтвердил дисциплину и внимательность к регламентам. В этом случае университет получает более уверенное представление о его готовности к отраслевой занятости [10].

Кадровый резерв лучше понимать как развивающуюся группу, а не как закрытый список лучших студентов. Кто-то раскрывается после второго сезона. Кто-то после смены роли или работы с наставником. Иногда студент заметно растет после включения в новый проект. Поэтому диагностика должна повторяться, а не проводиться один раз. Динамика нередко важнее стартового уровня.

Пороговые значения университет может задавать самостоятельно. Например, высокий интегральный показатель дает основание пригласить студента к индивидуальной работе с работодателем. Средний показатель может вести к дополнительной проектной практике. Низкий показатель не должен закрывать путь, он может стать поводом для кураторской беседы и подбора другой формы участия. Так кадровая работа становится адресной.

С формулой нужно обращаться осторожно. Расчет нельзя превращать в механический отбор. Показатель должен начинать обсуждение, а не заканчивать его. Низкая оценка по одному параметру не всегда говорит об отсутствии кадрового потенциала. Причина может быть в ошибочно выбранной роли, слабом наставничестве или в том, что задача была плохо объяснена.

Университету нужен банк типичных ситуаций, по которым можно оценивать готовность студента. Это может быть работа при ограниченном времени, замена заболевшего

участника, соблюдение инструкции, общение с внешним партнером, подготовка отчета после смены. Через такие ситуации кадровый потенциал оценивается не общими словами, а по конкретному поведению [11].

Кадровая работа не должна замечать только ярких лидеров. Транспортной отрасли нужны разные роли. Есть организаторы, аккуратные исполнители, коммуникаторы, технически внимательные специалисты, помощники наставников. Отрядная среда позволяет увидеть эту разницу и не сводить резерв только к самым заметным активистам [12].

Индивидуальный профиль участника кадрового резерва должен быть понятен самому студенту. Если он видит только итоговую оценку, то воспринимает ее как внешний контроль. Другое дело, когда ему объясняют, какие качества уже сформированы и какие шаги помогут продвинуться дальше. Тогда диагностика начинает работать как инструмент развития.

При работе с показателями важно заранее договориться, кто выставляет оценки. Трудовую мотивацию может фиксировать куратор. Дисциплинарную надежность лучше оценивать через командира и наставника. Практические умения видит представитель проекта или работодатель. Разделение источников снижает субъективность и делает итоговый профиль надежнее.

Важно не только сам факт включения конкретных студентов в резерв. Меняется и культура университета. Когда кафедры, центр карьеры и работодатели начинают учитывать отрядный опыт, студенты видят, что воспитательная активность имеет профессиональный вес. Участие перестает быть просто дополнительной занятостью.

Система кадрового резерва должна быть прозрачной. Студентам нужно заранее понимать, что именно оценивается. Это надежность, трудовая мотивация, готовность к регламентам, командность, способность учиться у наставника. Прозрачные критерии снижают недоверие и помогают воспринимать отряд как пространство роста.

Для работодателя ценен не только итоговый показатель, но и история его формирования. Один студент мог стабильно улучшать дисциплину, освоить роль организатора и получить положительный отзыв после практики. Это уже говорит о развитии. Такой кандидат иногда перспективнее того, кто сразу показал высокий уровень, но не дал заметной динамики.

Расчетную модель стоит дополнять качественным описанием. Рядом с числовым показателем нужен короткий комментарий. В какой ситуации студент проявил надежность. Какая трудность возникла. Как он взаимодействовал с командой. Какую обратную связь дал наставник. Без такого пояснения цифра быстро теряет педагогический смысл.

Закключение. Студенческие отряды действительно могут работать как ранний механизм формирования кадрового резерва транспортной отрасли. Их потенциал держится на профессиональной пробе, дисциплине, групповом доверии, наставничестве и социальном признании результата. Формулы оценки нужны не для механического ранжирования студентов. Они помогают упорядочить экспертный разговор.

Главная мысль проста. Кадровый резерв нельзя формировать только по анкетам и успеваемости. Транспортной отрасли нужны люди, которые уже показали надежность в действии. Студенческий отряд дает университету шанс увидеть таких обучающихся раньше и точнее сопровождать их профессиональную траекторию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
2. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.
3. Гнатюк, М. А. Трудовые ценности и трудовая активность современной российской молодежи / М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 10. – С. 32–35. – EDN ZROSYB.
4. Гнатюк, М. А. Специфика трансформации трудовых ценностей современной российской молодежи / М. А. Гнатюк, Д. В. Кротов, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 8-9. – С. 26–29. – EDN ZQJMPH.
5. Туркменов, И. О. Студенческий отряд как иммунитет нации: формула отрядного эффекта / И. О. Туркменов, В. Н. Усов, М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 1. – С. 266–274. – EDN YFSNDA.
6. Гаранин, М. А. Проблемы социального развития молодежи: причины распространения криминальных мотивов и студенческие отряды как механизм их профилактики / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 22–24. – DOI 10.23672/SAE.2023.61.45.001. – EDN HOWROT.
7. Гнатюк, М. А. Инерционность социальных представлений о трудовом воспитании студенческой молодежи / М. А. Гнатюк, В. Н. Усов, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 25–28. – DOI 10.23672/SAE.2023.44.26.001. – EDN HULBDP.
8. Гаранин, М. А. Риски трудовой интеграции российской молодежи в условиях современного рынка труда / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2018. – № 8. – С. 25–28. – DOI 10.23672/SAE.2018.2018.16558. – EDN YABDDF.
9. Гнатюк, А. Н. Проблемы трудовой занятости современной российской молодежи / А. Н. Гнатюк, М. А. Гнатюк, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2018. – № 6. – С. 34–37. – DOI 10.23672/SAE.2018.6.14807. – EDN XSEVRR.
10. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YHXTNY.
11. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.
12. Экономическая социология / К. В. Воденко, С. И. Самыгин, В. В. Касьянов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Общество с ограниченной ответственностью "Феникс", 2018. – 157 с. – (Зачет и экзамен). – ISBN 978-5-222-30545-4. – EDN YRDNZD.

УДК 621.311

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЯГОВЫЕ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ»

Е. Ю. Пузина, А. Н. Сенюшкина, Д. А. Кочнев, В. С. Сидоров, Е. А. Белый

Иркутский государственный университет путей сообщения

Введение. Дисциплина «Тяговые и трансформаторные подстанции» является одной из базовых в подготовке специалистов для электрифицированного железнодорожного транспорта, в том числе сотрудников ОАО «РЖД». Освоение курса предполагает не только

знание нормативной базы (ПУЭ, отраслевые стандарты, технические регламенты) [1–2] и теории электроэнергетических систем, но и владение практическими навыками: чтение однолинейных схем, выбор оборудования (трансформаторов, выключателей, кабелей), расчёт токов короткого замыкания [3], анализ аварийных режимов, соблюдение нормируемых расстояний и требований безопасности.

Актуальность создания виртуального приложения для выполнения практических заданий обусловлена рядом факторов. Во-первых, доступ к действующим объектам ограничен из соображений безопасности и производственной необходимости: реальные тяговые подстанции — режимные объекты, где учебная практика возможна лишь в ограниченном объёме. Во-вторых, физические учебные стенды не позволяют моделировать широкий спектр аварийных ситуаций (например, короткие замыкания, отказы выключателей, неправильные переключения), которые критически важно отработать для формирования профессиональных компетенций и предотвращения травматических случаев [4]. В-третьих, современные образовательные стандарты ориентированы на цифровые инструменты обучения, обеспечивающие многократное повторение действий, автоматическую проверку правильности операций и фиксацию ошибок. Для специалиста по эксплуатации подстанций умение безошибочно выполнять переключения и оценивать последствия своих действий — ключевой фактор предотвращения аварий.

Постановка задачи состоит в разработке виртуального приложения, которое позволит студентам и слушателям курсов повышения квалификации отрабатывать типовые и аварийные операции на виртуальной тяговой подстанции, максимально приближённой к реальным объектам ОАО «РЖД». Приложение должно обеспечивать:

- 1) визуализацию схемы тяговой подстанции (включая РУ разных классов напряжения, трансформаторы, выключатели, разъединители, ОПН, трансформаторы собственных нужд);
- 2) имитацию коммутационных операций с учётом последовательности действий и блокировок;
- 3) расчёт электрических режимов и токов короткого замыкания в реальном времени;
- 4) проверку правильности выбора оборудования [5–6] и соблюдения нормативов (в том числе нормируемых расстояний по ПУЭ);
- 5) формирование протокола действий пользователя с указанием допущенных ошибок и рекомендаций по их устранению.

Методы решения задачи. Для создания приложения применён комплексный подход, сочетающий имитационное моделирование электрических режимов, 3D-визуализацию компоновки оборудования, искусственный интеллект [7–8] и логику технологических блокировок [9–12].

В качестве основы для расчёта электрических режимов использована модель сети постоянного тока и установившихся режимов переменного тока, реализованная на базе метода узловых потенциалов с учётом нелинейных характеристик оборудования. Для расчёта токов короткого замыкания применены методики, регламентированные ГОСТ Р 52735-2007, с учётом подпитки от смежных источников, реактансов трансформаторов и линий электропередачи. Это позволяет моделировать реальные значения токов короткого замыкания в различных точках схемы, включая шины распределительных устройств.

Имитационная модель коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей) учитывает:

- 1) последовательность операций (например, запрет отключения разъединителя под нагрузкой);
- 2) временные задержки срабатывания и механические блокировки;
- 3) индикацию положения (включено/отключено) и состояния дугогасительных камер;
- 4) логику оперативных блокировок, предотвращающих ошибочные переключения.

Визуальная составляющая приложения реализована в виде 3D-сцены, отображающей компоновку оборудования тяговой подстанции: ячейки КРУ, открытые распределительные устройства, кабельные каналы, трансформаторные группы, заземляющие устройства. Для рендеринга использована среда Unity с детализацией элементов до уровня отдельных изоляторов, шин, маркировки кабелей. Такой уровень детализации важен для отработки навыков визуального контроля состояния оборудования, выявления дефектов (например, грязевых дорожек на изоляторах, перегрева контактов, забивания пор кожуха ОПН).

Программная архитектура приложения построена по модульному принципу (рис. 1).

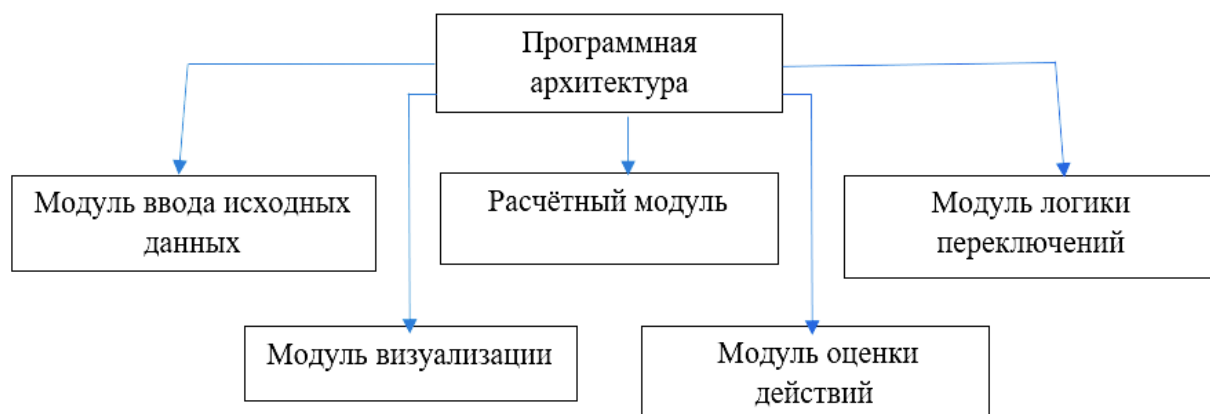


Рис. 1. Программная архитектура приложения

Модули выполняют следующие функции:

1. Модуль ввода исходных данных — позволяет задавать параметры схемы (напряжения, мощности, длины линий, марки кабелей).
2. Расчётный модуль — выполняет расчёт режимов и токов КЗ.
3. Модуль логики переключений — контролирует правильность последовательности операций и блокирует недопустимые действия.
4. Модуль визуализации — отображает состояние оборудования и электрические параметры в реальном времени.
5. Модуль оценки действий пользователя — фиксирует все операции, сравнивает их с эталонным алгоритмом и формирует отчёт об ошибках.

База данных тренажёра содержит характеристики типовых элементов оборудования, применяемых на тяговых подстанциях ОАО «РЖД»: номинальные напряжения и токи выключателей, параметры трансформаторов собственных нужд, допустимые токовые нагрузки кабелей различных сечений, характеристики ОПН.

Анализ полученных результатов. Тестирование приложения проводилось на примере типовой схемы отпаечной подстанции 110/10 кВ с двумя трансформаторами, РУ 110 кВ открытого типа и РУ 10 кВ на базе ячеек КРУ. В рамках тестирования были смоделированы следующие сценарии:

1. Нормальный режим работы с распределением нагрузок между трансформаторами.
2. Перевод нагрузки с одного трансформатора на другой.
3. Имитация короткого замыкания на шинах 10 кВ и анализ действия релейной защиты.
4. Отработка операций по выводу оборудования в ремонт (отключение выключателя, проверка отсутствия напряжения, установка заземлений).
5. Проверка правильности выбора кабеля для трансформатора собственных нужд с рабочим максимальным током 541,27 А (сечение 300–400 мм²).

Результаты показали, что приложение корректно рассчитывает электрические режимы и токи короткого замыкания: отклонения от эталонных значений, полученных в специализированных расчётных комплексах, не превышали 4 %. Это обусловлено упрощением некоторых второстепенных факторов (например, температурных поправок и нелинейности магнитных характеристик трансформаторов), что допустимо для учебных целей.

Особое внимание было уделено проверке логики коммутационных операций. Приложение успешно блокировало попытки отключения разъединителя под нагрузкой, предупреждало о необходимости проверки отсутствия напряжения перед установкой заземлений и контролировало соблюдение последовательности переключений. В ходе тестирования пользователи допускали типичные ошибки: пропуск проверки положения выключателя перед операцией с разъединителем, игнорирование индикации блокировок, неправильный выбор сечения кабеля при изменении режима работы. Модуль оценки действий фиксировал эти ошибки и предоставлял подробные пояснения с ссылками на соответствующие пункты ПУЭ и инструкции по переключениям.

Анализ временных показателей показал, что время реакции системы на действия пользователя не превышает 0,5 с, что обеспечивает ощущение работы в реальном времени. Визуализация состояния оборудования (положение контактов, индикация токов и напряжений, цветовая маркировка) позволила пользователям быстро ориентироваться в схеме и принимать решения.

Практическое приложение результатов. Разработанное виртуальное приложение может быть использовано в нескольких направлениях.

В учебном процессе вузов и техникумов — для проведения лабораторных и практических занятий по дисциплинам, связанным с эксплуатацией и проектированием тяговых и трансформаторных подстанций. Студенты смогут отрабатывать навыки чтения схем, выполнения переключений, анализа аварийных режимов и выбора оборудования.

В системе повышения квалификации работников ОАО «РЖД» — для актуализации знаний и отработки навыков работы с нормативными документами и типовыми инструкциями по переключениям. Тренажёр позволяет моделировать редкие аварийные ситуации, которые сложно воспроизвести на действующем оборудовании.

При подготовке оперативного персонала — для тренировки действий в условиях, максимально приближённых к реальным, с возможностью многократного повторения операций и анализа ошибок.

В проектных организациях — в качестве инструмента предварительной проверки правильности выбора оборудования и компоновки подстанции с точки зрения соблюдения нормативов и удобства эксплуатации.

Учитывая специфику работы пользователя (специалист по кадрам в компании РЖД), приложение также может быть адаптировано для оценки уровня подготовки кандидатов на технические должности: с его помощью можно объективно проверить наличие у соискателя практических навыков работы с оборудованием тяговых подстанций и понимания нормативных требований.

Выводы. В ходе работы разработано виртуальное приложение для лабораторных и практических работ по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции», позволяющее имитировать эксплуатацию реального объекта в безопасной виртуальной среде.

Основные результаты работы:

1. Создана имитационная модель электрических режимов и токов короткого замыкания, обеспечивающая расчёт параметров с погрешностью не более 4 %.
2. Реализована логика технологических блокировок и последовательности коммутационных операций, предотвращающая ошибочные действия пользователя.
3. Разработана 3D-визуализация компоновки оборудования тяговой подстанции с детализацией до уровня отдельных элементов.
4. Сформирован модуль оценки действий пользователя, позволяющий фиксировать ошибки и предоставлять рекомендации по их устранению.
5. Создана база данных типового оборудования, применяемого на тяговых подстанциях ОАО «РЖД», с учётом нормативных требований и технических характеристик.

Приложение продемонстрировало высокую эффективность в отработке практических навыков и может быть рекомендовано к внедрению в учебный процесс и систему подготовки персонала железнодорожной отрасли. Дальнейшее развитие проекта может включать расширение библиотеки сценариев (в том числе имитацию отказов релейной защиты, работы в условиях пониженных температур, эксплуатации оборудования с износом), интеграцию с системами автоматизированного проектирования (САПР) и создание мобильной версии для использования в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 2003.
2. Инструкции по переключениям в электроустановках ОАО «РЖД». — Внутренние нормативные документы ОАО «РЖД».
3. ГОСТ Р 52735-2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. — М.: Стандартинформ, 2008.
4. Овечкин, И. С. Математическая обработка данных электротравматизма на ВСЖД без визуальной оценки / И. С. Овечкин, Е. Ю. Пузина, А. С. Овечкина, А. А. Фролова // Образование – наука – производство. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Чита. – 2023. – С. 278–285. – EDN: XZPHYE.
5. Пузина, Е. Ю. Выбор оптимальных видов оборудования уровня процесса и уровня подстанции цифровой тяговой подстанции / Е. Ю. Пузина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2022. – № 1 (73). – С. 133–144. – EDN: NPOIMS .
6. Пузина Е. Ю. Сравнительный анализ оборудования уровня процесса для цифровой тяговой подстанции / Е. Ю. Пузина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 2 (70). – С. 92–104. – EDN: RIXUQT.
7. Куцый, А. П. Общие вопросы применения искусственного интеллекта в отрасли железнодорожного транспорта российских железных дорог / А. П. Куцый, И. Ю. Шеметова, Д. В. Хамидулина // Молодая наука Сибири. – 2025. – № 1 (27). – С. 69–73. – EDN: MFSEAS.
8. Пузина, Е. Ю. Применение искусственного интеллекта в железнодорожной энергетике / Е. Ю. Пузина, М. И. Крапивин, С. С. Урлапов, Ю. Н. Макаренко // Трансформация транспорта и образования. Труды

- Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, посвященной 130-летию транспортного образования в Сибири. – Красноярск. – 2024. – С. 361–365. – EDN: DWFLTQ.
9. Крапивин, М. И. Обучающая VR-программа для работников тяговых и трансформаторных подстанций / М. И. Крапивин, Е. Ю. Пузина // Молодая наука Сибири. – 2024. – № 2 (24). – С. 97–104. – EDN: CRCSTQ.
 10. Куцкий, А. П. Анализ эффективности применения организационных и технических способов повышения пропускной способности тяговой сети двухпутного горно-перевального участка / А. П. Куцкий, И. С. Овечкин, А. А. Галков // Молодая наука Сибири. – 2022. – № 3 (17). – С. 56–63. – EDN: LIOLBC.
 11. Пузина, Е. Ю. Моделирование ремонтных режимов работы системы электроснабжения участка Юрты – Нижнеудинск при реализации систем интервального регулирования / Е. Ю. Пузина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2022. – № 3 (75). – С. 181–194. – EDN: HBHMKЕ.
 12. Крапивин, М. И. VR-тренажер тяговой подстанции / М. И. Крапивин, А. Ю. Бардушко, В. В. Светимский, И. А. Серебренников, В. А. Безгубов, Н. Е. Куков, Е. Ю. Пузина // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. – Иркутск. – 2025. – С. 152–156. – EDN: NMADIN.

УДК 378:656

ОТРАСЛЕВАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА КАК РЕСУРС УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

М. А. Пыrkova

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. В транспортном университете инновация не сводится к новому цифровому сервису, отдельному модулю или проектной неделе. Это может быть хорошим инструментом, но он не всегда меняет отношение студента к профессии. Смысл появляется тогда, когда обучающийся понимает, какое место эти изменения занимают в его будущей работе. Здесь и нужна отраслевая идентичность. Через нее студент связывает учебу, практику, активность в вузе и свои карьерные ожидания с транспортной отраслью [1, 2].

Проблема видна в управленческом языке инноваций. Часто в нем на первом плане стоят показатели, например, количество мероприятий, число участников, запуск платформы или новая форма отчетности. Для живой образовательной среды этого мало. Студент может пройти через десятки событий и все равно не почувствовать себя частью отрасли. Поэтому отраслевая идентичность важна не как красивое воспитательное слово, а как признак глубины изменений.

Методы решения задачи. Работа опирается на концептуальный анализ категории отраслевой идентичности, педагогическое моделирование и управленческое осмысление образовательной среды. В центре поставлены четыре элемента. Это образовательная программа, скрытый учебный план, студенческие практики и взаимодействие с работодателями. Результат появляется не от наличия каждого элемента по отдельности, а от того, насколько они согласованы между собой.

Отраслевая идентичность в транспортном вузе складывается не в один шаг. Сначала студент узнает отрасль и ее устройство. Потом начинает принимать профессиональные нормы. Далее получает опыт в отраслевых практиках и только после этого строит собственную траекторию. Если какой-то уровень выпадает, связь с профессией становится слабой. Можно хорошо знать структуру транспортного комплекса, но не считать дисциплину личной нормой.

Бывает и наоборот. Студент активен в проекте, но не понимает, как этот опыт связан с его будущей работой [3–5].

По таблице видно, что управлять нужно не только содержанием дисциплин. Важны переходы между уровнями. Знание отрасли само по себе не ведет к профессиональному выбору. Между знанием, ценностью, действием и образом будущего нужна поддержка. Ее могут давать куратор, наставник, центр карьеры, студенческое объединение и работодатель.

Таблица 1

Отраслевая идентичность как ориентир управления образовательной средой

Компонент	Что формируется	Управленческое действие	Признак результата
Когнитивный	представление о структуре и социальной функции транспорта	отраслевые модули, вводные лекции, встречи с работодателями	студент объясняет место своей подготовки в отрасли
Ценностный	принятие надежности, дисциплины, безопасности	кейсы, наставничество, кураторская рефлексия	студент связывает нормы профессии с общественной пользой
Деятельностный	опыт участия в проектах, отрядах, практиках	проектная работа, студенческие объединения, производственная практика	студент имеет роль и результат в коллективном действии
Проективный	личная профессиональная траектория	индивидуальный план развития, карьерные консультации	студент видит шаги в транспортном комплексе

Скрытый учебный план здесь играет большую роль. Студент каждый день видит не только официальные цели университета, но и реальные правила жизни в нем. В аудитории говорят о точности и дисциплине. А дальше он может столкнуться с формальностью, опозданиями и отчетностью ради отчетности. В такой ситуации отраслевая идентичность слабеет. Исследования скрытого учебного плана отраслевого университета показывают, что повседневность способна как формировать, так и разрушать профессионально-отраслевую принадлежность [6].

Миссия транспортного университета задает общую рамку, внутри которой инновации получают отраслевой смысл [7]. Новый курс, цифровая платформа или проектная практика становятся содержательными, когда студент видит их вклад в подготовку специалиста для транспортного комплекса. Без этой связи нововведение остается локальным улучшением. Оно быстро растворяется в обычном расписании.

Образовательную среду стоит выстраивать как цепочку точек включения. Сначала студент знакомится с отраслью и университетской миссией. Затем идут учебные задания с транспортной спецификой. После этого появляется участие в проектах, практиках или студенческих отрядах. Следующий шаг связан со встречей с работодателем и наставником. Завершает эту линию личная рефлексия и план профессионального развития.

Инерционные барьеры в такой работе почти неизбежны. Университет может вводить новые формы, но оставлять старую логику контроля. Студент участвует в проекте и воспринимает его как еще один отчет. Куратор проводит встречу, но не связывает разговор с профессиональной траекторией. В социально-философских работах об инерционности

показано, что устойчивые практики меняются медленнее, чем официальные формулировки [8; 9].

Преодолевать эту инерцию помогает работа с языком среды. Преподаватель, куратор, работодатель и студенческий лидер должны объяснять события через близких для транспорта смыслы. Это надежность, безопасность, технологическая культура, ответственность за инфраструктуру, служение пассажиру и развитие региона. Тогда студент слышит не разрозненные сигналы, а одно профессиональное сообщение.

Практическое приложение результатов. Управленческую модель можно собрать через карту точек формирования идентичности. В нее входят вводные занятия, учебная практика, студенческие отряды, проектные недели, цифровые сообщества, встречи с работодателями, карьерные консультации и итоговая рефлексия [10]. Для каждой точки важно заранее определить, какой компонент идентичности она развивает и как будет зафиксирован результат.

Например, вводное занятие помогает сформировать когнитивный компонент. Студенческий проект сильнее работает с деятельностным уровнем. Встреча с наставником выводит разговор к ценностям. Индивидуальный план развития переводит полученный опыт в проективный компонент. В этой логике инновации планируются не просто по календарю мероприятий, а по влиянию на профессиональное становление.

Оценка результата тоже должна быть смешанной. Количественно можно смотреть участие в проектах, выбор профильной практики, повторное вовлечение в отраслевые активности и трудоустройство по направлению. Но этих данных мало. Нужно слушать, как студент объясняет свой выбор, какие нормы считает важными и может ли он описать вклад транспорта в общественное развитие.

Из этого следует возрастная дифференциация в управлении инновациями через отраслевую идентичность. Один инструмент не будет одинаково работать для первокурсника и выпускника. На первом этапе нужен образ отрасли. На следующем этапе важна практика участия. Ближе к выпуску на первый план выходит проектирование карьерного будущего.

На старших курсах управленческая задача становится другой. Студент уже видит рынок труда и сталкивается с конкурирующими предложениями. Университету важно помочь ему удержать отраслевую траекторию. Поэтому карьерная работа не должна ограничиваться вакансиями. Нужно обсуждать профессиональную перспективу, возможности роста, наставничество на предприятии и ценностный смысл работы в транспортном комплексе [11].

На средних курсах главным становится переход от интереса к действию. Здесь образовательная среда должна давать студенту проекты, студенческие отряды, исследовательские задания, профессиональные пробы и встречи с работодателями. Если этот этап пропустить, отраслевая идентичность останется в основном словесной. Студент знает о профессии, но собственного опыта еще не имеет.

С первокурсниками работу нужно начинать с объяснения смысла университета. На этом этапе важно показать не только перечень специальностей. Нужен разговор о месте транспортной профессии в жизни региона. Чем раньше студент увидит общественную значимость отрасли, тем проще ему будет принять учебные требования как часть будущей профессиональной роли.

Цифровая среда университета требует отдельного внимания. Она может быть обычным каналом информирования, а может стать пространством отраслевой навигации. Студент видит карту практик, проекты, истории выпускников, пояснения работодателей и возможности

участия. В таком варианте цифровой контур начинает поддерживать образовательную идентичность, а не просто передавать новости.

Работодатель в этой системе не должен появляться только перед трудоустройством. Его участие нужно раньше. Он может ставить проектные задачи, обсуждать практику, входить в наставничество и анализировать студенческие инициативы. Тогда отраслевая идентичность формируется не вокруг воображаемой профессии, а в контакте с реальной профессиональной средой.

Кафедра может стать смысловым центром этой работы. Именно преподаватель часто первым показывает студенту, зачем изучаемая тема нужна будущему работнику транспорта. Когда учебный материал связан с реальным отраслевым примером, дисциплина воспринимается иначе. Это уже не внешнее требование учебного плана, а часть профессионального пути.

Для каждой инновации полезно задавать простой вопрос. Какой компонент отраслевой идентичности она усиливает. Если этот вопрос не задан, инновационная деятельность легко распадается на хорошие, но плохо связанные инициативы. Один проект развивает коммуникацию, другой знакомит с работодателем, третий дает цифровой навык [12]. А студент не всегда видит между ними общую траекторию.

Работа с отраслевой идентичностью требует общего языка. Когда разные подразделения используют разные формулировки, студенту сложнее собрать цельный образ профессии. Вузу нужен общий словарь ключевых понятий. В него могут входить отрасль, надежность, безопасность, инфраструктура, трудовая дисциплина, профессиональная ответственность и наставничество.

Если университет развивает цифровые сервисы, в них нужно закладывать отраслевое содержание. Электронное расписание, личный кабинет, сайт и социальные сети могут быть нейтральными инструментами. Но они могут работать и как навигация по профессиональному развитию. Для этого цифровая среда должна показывать практики, проекты, наставников, карьерные возможности и истории выпускников.

Короткая рефлексия после значимого события может дать больше, чем обычный вопрос о впечатлениях. Студента лучше спрашивать не о том, понравилось ли мероприятие. Полезнее спросить, что изменилось в его понимании профессии. Такой сдвиг помогает отделить эмоциональную реакцию от профессионального результата.

Карту идентичности можно использовать при планировании года. На каждый месяц выбирается не просто мероприятие. Выбирается компонент, которому сейчас нужна поддержка. Это может быть знание отрасли, ценностное принятие, практическое участие или профессиональное проектирование. Так воспитательная работа становится точнее.

Заключение. Отраслевая идентичность студентов транспортного вуза является ресурсом управления инновациями, потому что связывает образовательные изменения с личным профессиональным смыслом обучающегося. Она помогает увидеть, какие нововведения действительно меняют отношение студента к отрасли, а какие остаются только внешней модернизацией.

Управленческая ценность этой категории в том, что она позволяет проектировать образовательную среду как цельную траекторию. Учебные дисциплины, практики, студенческие объединения, наставничество и работодатель должны работать согласованно. Тогда инновации перестают быть суммой мероприятий и становятся механизмом формирования будущего специалиста транспортной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Транспортная отраслевая идентичность работников и обучающихся: развитие социологической категории и авторская дефиниция / М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 5. – С. 445–452. – EDN FXSRCE.
2. Гнатюк, М. А. Отраслевая идентичность как социологическая категория: границы, структура и институциональные источники формирования / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Социология. – 2025. – № 12. – С. 88–93. – EDN XNBWVD.
3. Гнатюк, М. А. Образовательная среда отраслевого университета как фактор формирования отраслевой идентичности студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 12. – С. 19–23. – EDN CYRGBD.
4. Пыркова, М. А. Формирование отраслевой идентичности в транспортном образовании / М. А. Пыркова // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 7. – С. 499–504. – EDN ZEBIEE.
5. Пыркова, М. А. Педагогические условия формирования отраслевой идентичности в профессиональном образовании / М. А. Пыркова // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2025. – № 5. – С. 40–44. – EDN DCJIUQ.
6. Гнатюк, М. А. Скрытый учебный план отраслевого университета: как повседневные практики формируют (или разрушают) отраслевую идентичность студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 12. – С. 41–43. – EDN GIQLFY.
7. Garanin, M. A. Mission of Samara State Transport University / M. A. Garanin, M. A. Gnatyuk, E. G. Khorovinnikova // BRICS Transport. – 2023. – Vol. 2, No. 4. – DOI 10.46684/2023.4.5. – EDN PNJEBQ.
8. Гнатюк, М. А. Инерционность в пространстве российских социокультурных изменений : диссертация на соискание ученой степени доктора философских наук / М. А. Гнатюк. – Самара, 2025. – 277 с. – EDN LDUXIZ.
9. Гнатюк, М. А. Социокультурный механизм проявления инерционной составляющей в российской исторической реальности: социально-философский подход / М. А. Гнатюк // Научная мысль Кавказа. – 2017. – № 2(90). – С. 19–22. – DOI 10.23683/2072-0181-2017-90-2-19-22. – EDN YZIMHX.
10. Role of creative social practices in the development of united activities in Russian society / Y. G. Volkov, S. P. Kulikov, D. V. Krotov [et al.] // International Journal of Environmental and Science Education. – 2016. – Vol. 11, No. 16. – P. 9398–9409. – EDN XFOJRL.
11. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.
12. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YHXTHY.

УДК 331.108.2

АНТИКРИЗИСНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УДЕРЖАНИЯ РАБОЧИХ КАДРОВ В ПУТЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОАО «РЖД»

О. В. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. На современном этапе развития экономики проблема удержания квалифицированных рабочих кадров приобретает стратегическое значение для предприятий реального сектора. Для железнодорожного транспорта и, в частности, для путевого хозяйства ОАО «РЖД», эта проблема стоит особенно остро. Монтер пути, дежурный по переезду, оператор дефектоскопной тележки – это не просто рабочие единицы, которые можно быстро

заменить. На подготовку такого специалиста уходит от полугода до года, а цена его ошибки – безопасность движения поездов.

Ситуация усугубляется внешними факторами: рекордно низкий уровень безработицы в Российской Федерации (2,6–3,0% в 2023–2024 годах) [1], усиление конкуренции за рабочие руки со стороны строительной отрасли, логистики и промышленности, а также демографический кризис, сокращающий численность трудоспособного населения [2]. В этих условиях системная работа по удержанию рабочих кадров перестала быть просто кадровой задачей и превратилась в фактор производственной и экономической безопасности.

Анализ литературы показывает, что эффективная система удержания рабочих должна воздействовать одновременно на материальные, социально-психологические, карьерные и организационные факторы лояльности [3, 4, 5, 6]. Ни один из инструментов удержания в отдельности не обеспечивает устойчивого снижения текучести - необходимо их системное сочетание [7]. При этом специфика труда в путевом хозяйстве - полевые условия, сезонные перегрузки, повышенная ответственность за безопасность - требует адаптации общих HR-инструментов к отраслевым реалиям [8, 9].

Настоящее исследование выполнено на базе Самарской дистанции пути - структурного подразделения Куйбышевской дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД». Выбор объекта обусловлен наличием системных кадровых проблем: колебания уровня текучести в диапазоне 3,53–10,54% за период 2024–2026 годов, хроническое недоукомплектование отдельных должностей, рост доли молодёжи до 30 лет (с 26,05% до 28,54%) при одновременном отсутствии у работников долгосрочных намерений оставаться в организации.

Цель настоящей работы - разработка и обоснование комплекса практических мер по снижению текучести рабочих кадров в Самарской дистанции пути на основе комплексного анализа кадровой ситуации и оценки удовлетворённости персонала.

Гипотеза исследования состояла в том, что системная текучесть рабочих кадров обусловлена не отсутствием системы удержания как таковой, а двумя конкретными пробелами: неполным использованием инструментов роста дохода, уже предусмотренных Коллективным договором ОАО «РЖД», и недостаточной видимостью ценности корпоративных льгот для работников в первые месяцы работы.

Методы решения задачи. В качестве методов исследования применялись: системный анализ (для оценки взаимосвязей между факторами текучести); сравнительный анализ (для сопоставления кадровых показателей в динамике); метод группировки и классификации (для систематизации проблемных зон); анкетирование (для сбора первичных данных об удовлетворённости персонала); расчётно-аналитический метод (для оценки экономической эффективности); метод экспертных оценок (для приоритизации мер удержания).

Анализ полученных результатов. Проведённое исследование позволило получить комплексную картину кадровой ситуации в Самарской дистанции пути и выявить системные закономерности, определяющие текучесть рабочих кадров (таблица 1).

Анализ кадровых показателей за 2024–2026 годы показал, что уровень текучести имеет выраженную динамику: 10,54% в 2024 году, снижение до 3,53% в 2025 году и повторный рост до 7,84% в 2026 году. Это свидетельствует о том, что проблема носит не случайный, а системный характер, а предпринимаемые меры дают лишь временный эффект. При этом структура увольнений однозначна: от 75,6% до 86,4% уволившихся ежегодно уходят по собственному желанию, дисциплинарных увольнений не зафиксировано ни одного случая за весь период. Люди уходят осознанно, а не в результате конфликтов или нарушений.

Динамика кадровых показателей Самарской дистанции пути

Показатель	2024	2025	2026
Численность по штатному расписанию, ед.	420,50	402,50	397,50
Списочная численность, чел.	403	388	403
Укомплектованность, %	95,84	96,40	101,38
Принято всего, чел.	39	24	35
Уволено всего, чел.	59	28	41
Уровень текучести, %	10,54	3,53	7,84

Источник: показатели кадровой работы Самарской дистанции пути за 2024–2026 гг.

Наиболее острой структурной проблемой является хроническое недоукомплектование должности дежурного по поезду: при 21 штатной единице фактически занято лишь 17 мест, что создаёт прямые риски для безопасности движения поездов. Одновременно наблюдается сокращение штатного расписания с 420,5 до 397,5 единицы при восстановлении списочной численности до 403 человек, что указывает на активизацию найма, но недостаточность мер удержания.

Анкетирование работников рабочих специальностей (май 2026 года) выявило чёткое разделение факторов удовлетворённости на три группы. Критическая зона неудовлетворённости (средний балл ниже 2,5) охватывает пять факторов: размер премий и дополнительных выплат - 1,00 балла (100% неудовлетворены); уровень заработной платы - 1,36 балла (90% неудовлетворены); система поощрений и признания - 1,64 балла (80% неудовлетворены); транспортная доступность - 2,09 балла (73% неудовлетворены); организация питания - 2,18 балла (90% неудовлетворены).

Зона высокой удовлетворённости (средний балл выше 4,0) включает: социальный пакет - 4,91 балла (100% полностью удовлетворены); своевременность выплат - 4,64 балла (100% удовлетворены); обеспеченность спецодеждой - 4,64 балла (90% удовлетворены); отношения в коллективе - 4,00 балла (83% удовлетворены); отношение непосредственного руководителя - 4,27 балла (83% удовлетворены). Особого внимания заслуживает тот факт, что нагрузка в периоды путевых работ («окна») оценена в 4,64 балла при 100% удовлетворённых - работники принимают её как норму, но при ответе на вопрос о причинах возможного ухода 46,7% указали на неудобный график и высокую нагрузку. Это свидетельствует о том, что нагрузка сама по себе не является проблемой - проблемой является несоответствие между уровнем нагрузки и уровнем её материальной компенсации.

Наиболее тревожным результатом является распределение ответов на вопрос о планах продолжения работы (рисунки 1 и 2): ни один из 30 опрошенных не выбрал вариант «планирую работать здесь долго (более 5 лет)»; 36,7% рассматривают другие предложения о работе; 20% планируют работать ещё 1–2 года; 13,3% затруднились с ответом. Совокупная зона риска охватывает до 50% выборки. При этом 100% респондентов назвали более высокую заработную плату у других работодателей главной причиной потенциального ухода.

Сопоставление всех полученных данных позволило выявить корневую причину текучести. Дистанция располагает работающей системой удержания: наставничество предусмотрено Коллективным договором, система поощрений включает семь видов

признания с выплатами до 30 000 рублей, план КУЦПК на 2026 год охватывает 113 рабочих [11], социальный пакет оценён работниками в 4,91 балла. Однако существующие инструменты удержания рассчитаны на долгосрочный горизонт и эффективны для работников со стажем. Новые рабочие в первые 6–18 месяцев ещё не накопили стаж, не ощутили ценности пенсионных накоплений в НПФ «Благосостояние» и не успели сформировать привязанность к организации - именно в этот период они наиболее уязвимы для переманивания конкурентами с более высокой текущей зарплатой.

Параллельно установлено, что ряд инструментов роста дохода, прямо предусмотренных Коллективным договором, используется в дистанции не в полную силу: доплаты за совмещение профессий, за наставничество, за вредность по СОУТ с добровольным увеличением рабочего времени охватывают не всех правомочных работников. Это означает, что проблема решается не через изменение корпоративной тарифной политики (что находится вне полномочий дистанции), а через организационную работу по полному задействованию уже действующих норм Коллективного договора.

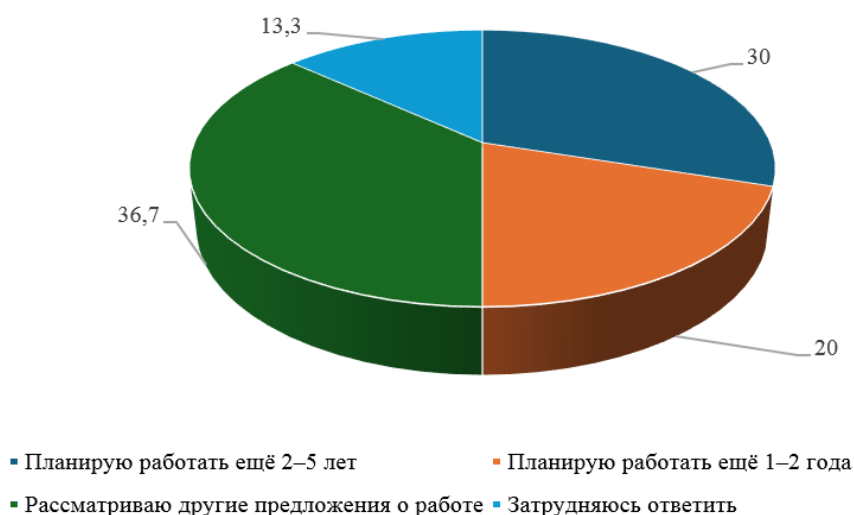


Рис. 1. Намерения работников в отношении продолжения трудовой деятельности, %

Как показано на рисунке 1, 50,0% опрошенных работников находятся в зоне кадрового риска: 36,7% рассматривают другие предложения о работе, 13,3% затруднились с ответом. Ни один из 30 респондентов не декларирует намерения работать в дистанции более 5 лет. Это является опережающим индикатором, подтверждающим высокую вероятность сохранения текучести на повышенном уровне».



Рис. 2. Причины потенциального увольнения, %

Структура причин потенциального увольнения, представленная на рисунке 2, позволяет определить приоритетные направления для разработки мер. Абсолютно доминирующим фактором является уровень оплаты труда. На втором месте - неудобный сменный график и высокая нагрузка.

Практическое приложение результатов. Результаты исследования легли в основу разработки комплекса из одиннадцати практических мероприятий, сгруппированных в четыре блока: мотивационный, организационный, карьерный и социально-бытовой. Каждое мероприятие привязано к конкретному пункту Коллективного договора ОАО «РЖД» на 2026–2028 годы (КД) [12], имеет назначенного ответственного, установленный срок реализации и оценку затрат (таблица 2).

Разработанный комплекс мероприятий, систематизированный в таблице 2, включает одиннадцать мер в четырёх блоках: мотивационном, организационном, карьерном и социально-бытовом. Большинство мероприятий не требуют дополнительного финансирования сверх уже предусмотренного Коллективным договором.

Таблица 2

Комплекс мероприятий по удержанию рабочих кадров

Блок	Мероприятие	Норма КД	Затраты, тыс. руб./год
Мотивационный	Аудит охвата доплатами (совмещение, вредность, сверхурочные)	п. 5.1, 5.15, 5.16	300–500
Мотивационный	100% охват доплатами за наставничество	п. 5.31	150–180
Мотивационный	Ежемесячный номинант «Лучший монтер участка»	п. 4.15	70–85
Организационный	Программа адаптации «Первые 90 дней»	п. 3.2.18, 4.7	0–5
Организационный	Информсесии «Знай свои права и льготы»	п. 2.8	3–5
Организационный	Целевой найм дежурных по переезду	п. 9.4	180–200
Карьерный	«Карьерная карта рабочего»	п. 4.1–4.7	5–7
Карьерный	Премии за повышение разряда	п. 4.15, 9.4	60–125
Социально-бытовой	Горячее питание в «окнах»	п. 6.20	500–800
Социально-бытовой	Бытовые модули для удалённых участков	п. 6.1, 6.19	300–750
Социально-бытовой	Транспортное обеспечение	п. 5.11	100–200
	ИТОГО	-	1 668–2 857

Источник: составлено автором

Разработанные инструменты могут быть адаптированы для других структурных подразделений Куйбышевской дирекции инфраструктуры, имеющих схожие кадровые проблемы. Программа адаптации, карьерная карта и система информационных сессий представляют собой стандартизированные методические материалы, требующие минимальной доработки при внедрении на других дистанциях пути. Экономический эффект от тиражирования будет сопоставим с расчётным при учёте численности персонала конкретного подразделения.

При консервативной оценке стоимости замены одного рабочего в 65 000 рублей и среднегодовом числе увольнений 35 человек реализация комплекса позволит сократить увольнения на 23 человека в год. Ожидаемая годовая экономия составит 1,755 млн руб. при окупаемости затрат в течение 1,5–2 лет.

Рекомендуется поэтапное внедрение: первый этап (1–2 месяца) - принятие локальных нормативных актов, разработка методических материалов, проведение аудита охвата доплатами; второй этап (2–4 месяца) - обучение линейных руководителей, запуск программы адаптации и ежемесячного номинанта; третий этап (4–6 месяцев) - запуск карьерных и социально-бытовых мероприятий, проведение первой информационной сессии; четвёртый этап (12 месяцев) - оценка результатов по данным повторного анкетирования и динамики текучести.

Выводы. По результатам проведённого исследования сформулированы следующие основные выводы.

1. Текучесть рабочих кадров в Самарской дистанции пути не является следствием отдельных недостатков, а обусловлена системным разрывом между существующими инструментами удержания (ориентированными на долгосрочный горизонт) и реальными потребностями работников в первые 6–18 месяцев работы. Ни один из опрошенных работников не декларирует намерения работать в дистанции более 5 лет, что свидетельствует об отсутствии долгосрочной лояльности персонала.

2. Основными факторами, определяющими намерение работников покинуть организацию, являются: неконкурентный уровень заработной платы и премий, неудобный сменный график и высокая нагрузка, удалённость работы от дома и транспортная недоступность, отсутствие перспектив профессионального роста, тяжёлые физические условия труда. При этом социальный пакет и отношения в коллективе получают высокие оценки и являются удерживающими факторами, однако не компенсируют критическую неудовлетворённость оплатой труда.

3. Установлено, что ряд инструментов роста дохода, прямо предусмотренных Коллективным договором ОАО «РЖД» (доплаты за совмещение профессий, за наставничество, за вредность с увеличением рабочего времени), используется в дистанции не в полную силу. Это означает, что проблема решается не через изменение корпоративной тарифной политики, а через организационную работу по полному задействованию уже действующих норм. Большинство предложенных мероприятий не требуют новых расходов сверх того, что уже предусмотрено Коллективным договором и действующими бюджетами.

4. Реализация предложенного комплекса из одиннадцати мероприятий позволит снизить долю работников с намерением уволиться с 50% до менее 20%, сократить число увольнений по собственному желанию с 35 до 12 человек в год (снижение на 23 человека), что даст экономию затрат на замену персонала в размере 1,495 млн рублей в год. С учётом ликвидации потерь от незакрытых вакансий совокупная экономия составит 1,755 млн руб. в год. Срок окупаемости – 1,5–2 года. Чистый положительный эффект наступает со второго года реализации: от 555 до 955 тыс. руб. ежегодно.

5. Предложенный комплекс обеспечивает значительный социальный эффект: охват 100% вновь принятых работников официальным наставничеством с доплатой (против нынешних 10%); рост доли работников с долгосрочным горизонтом занятости с 0% до 20–25%; повышение укомплектованности должности дежурного по переезду с 81% до 95% в течение 6 месяцев; снижение рисков для безопасности движения за счёт закрытия критических вакансий и повышения опытности состава.

6. Разработанный комплекс мероприятий непосредственно опирается на реальные данные кадровой статистики и результаты анкетирования работников Самарской дистанции пути. Все предложенные меры реализуемы в рамках действующей нормативной базы и могут быть адаптированы для других структурных подразделений Куйбышевской дирекции инфраструктуры, имеющих схожие кадровые проблемы. Программа адаптации, карьерная карта и система информационных сессий представляют собой стандартизированные методические материалы, готовые к практическому применению.

7. Ключевой причиной текучести рабочих кадров является не отсутствие системы удержания, а два конкретных пробела: неполное использование инструментов роста дохода, уже предусмотренных Коллективным договором, и недостаточная видимость ценности корпоративных льгот для работников в первые месяцы работы. Оба пробела устранимы преимущественно организационными методами, что делает предложенный комплекс мер экономически оправданным и практически реализуемым в условиях действующей нормативной базы ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уровень безработицы в Российской Федерации в 2023–2024 годах / Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/labour_market_employment_salaries (дата обращения: 10.05.2026).
2. Коргова, М. А. Кадровый менеджмент : учебное пособие для вузов / М. А. Коргова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 206 с.
3. Базаров, Т. Ю. Психология управления персоналом : учебник для вузов / Т. Ю. Базаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 390 с.
4. Константинова, Д. С. Основы организации труда : учебное пособие для вузов / Д. С. Константинова. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 176 с.
5. Маслова, В. М. Управление персоналом : учебник и практикум для вузов / В. М. Маслова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 451 с.
6. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности : учебник и практикум для вузов / С. Ю. Трапицын [и др.]; под общ. ред. С. Ю. Трапицына. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 362 с.
7. Управление персоналом : учебник и практикум для вузов / А. А. Литвинюк [и др.]; под ред. А. А. Литвинюка. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 461 с.
8. Иванов, И. Н. Организация труда на промышленных предприятиях : учебник для вузов / И. Н. Иванов, А. М. Беляев. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 305 с.
9. Кязимов, К. Г. Управление персоналом: профессиональное обучение и развитие : учебник для среднего профессионального образования / К. Г. Кязимов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 202 с.
10. Показатели кадровой работы Самарской дистанции пути за 2024–2026 гг. – Самара : Самарская дистанция пути, 2026. – Архив предприятия.
11. Приказ Куйбышевской дирекции инфраструктуры от 10 июня 2022 г. № КБШ ДИ-262 "О видах поощрений в Куйбышевской дирекции инфраструктуры". – Самара : КБШ ДИ, 2022. – 18 с.
12. Коллективный договор открытого акционерного общества "Российские железные дороги" на 2026–2028 годы : утверждён протоколом заседания правления ОАО «РЖД» от 24 ноября 2025 г. № 97. – Москва, 2025. – 56 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С AI-АССИСТЕНТОМ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ВАГОНОВ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Т. М. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Эффективность эксплуатационной работы железнодорожного транспорта напрямую определяется качеством и своевременностью технического обслуживания подвижного состава. В условиях роста грузопотока и ужесточения требований к безопасности на первый план выходит задача оптимизации трудозатрат осмотрщиков вагонов - ключевого звена в системе обеспечения исправности парка. В настоящее время процесс технического осмотра сопряжен с рядом системных экономических и организационных потерь.

Во-первых, преобладание бумажного документооборота (журналы формы ВУ-14, справки ВУ-45, меловые метки) не только увеличивает время оформления результатов осмотра, но и создает риски потери данных и дублирования информации при передаче между сменами. Во-вторых, среднее время осмотра одного вагона составляет 3,8 минуты, что при обработке составов из 50–60 вагонов создает высокую нагрузку на персонал. По данным Куйбышевской дирекции инфраструктуры, доля невыявленных дефектов при визуальном контроле достигает 13%, что приводит к внеплановым отставлениям поездов и дополнительным простоям, напрямую влияющим на эксплуатационные расходы [9]. Таким образом, существующая технология осмотра генерирует скрытые потери, которые могут быть устранены за счет цифровой трансформации рабочего процесса.

Постановка задачи. Целью данной работы является экономическое обоснование внедрения мобильного приложения «Мобильный осмотрщик», интегрирующего цифровые чек-листы, электронный документооборот и модуль AI-распознавания дефектов. В фокусе исследования - оценка влияния решения на:

- сокращение трудоемкости осмотра и оформления результатов;
- повышение полноты выявления дефектов;
- снижение потерь от внеплановых простоев;
- срок окупаемости инвестиций и бюджетный эффект для инфраструктурного подразделения.

Методы решения и модель оценки. Для устранения выявленных ограничений предложена архитектура мобильного приложения, функционирующего на планшетных устройствах под управлением ОС «Аврора». Решение включает четыре модуля, каждый из которых вносит вклад в экономический результат:

1. Цифровой 12-позиционный чек-лист - пошаговое руководство с фиксацией состояния узлов, фото- и голосовым вводом. Исключает повторное переписывание данных и сокращает время оформления сменной документации на 70%.
2. Электронная версия инструкции № 808 с полнотекстовым поиском - снижает время поиска нормативов браковки и минимизирует ошибки интерпретации.
3. Электронный журнал дефектных меток с облачной синхронизацией - обеспечивает непрерывность контроля состояния вагона на всех станциях, исключая потери информации при смене осмотрщиков.

4. AI-ассистент на основе ResNet-50 - автоматическое распознавание 15 классов дефектов (средневзвешенная точность 93,8%), что повышает объективность диагностики и снижает зависимость от человеческого фактора.

Экономическая оценка строилась на моделировании для Куйбышевской дирекции инфраструктуры (целевая аудитория - 1 630 осмтрщиков). В качестве базовых данных использованы отчетные показатели 2025 года [7, 9]. Оценка проводилась по трем основным направлениям экономии: сокращение времени осмотра, оптимизация документооборота и предотвращение ущерба от невыявленных дефектов.

Анализ экономической эффективности. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Социально-кадровая составляющая экономического эффекта. Помимо прямых экономических выгод, связанных с сокращением времени осмотра и документооборота, внедрение мобильного приложения даёт значительный косвенный кадровый эффект. По данным социологического исследования, 78,6% осмтрщиков не удовлетворены уровнем оплаты труда, однако важнейшими удерживающими факторами являются стабильность занятости (23,4%), территориальная доступность рабочего места (23,4%) и социальные гарантии (20,2%). Это означает, что нематериальные факторы, включая комфорт и безопасность труда, а также восприятие профессии как современной, оказывают существенное влияние на решение работника остаться в компании.

Предотвращение увольнения одного ключевого специалиста, по оценкам, позволяет избежать совокупных затрат на поиск, подбор, обучение и период адаптации в размере около 350 тыс. руб., а также предотвратить потери производительности в период замещения, которые могут достигать 60 тыс. руб. за время вхождения нового работника. При потенциальном снижении текучести среди целевой категории (осмтрщики вагонов) на 5–10% за счёт улучшения условий труда и повышения его технологической привлекательности, дополнительный экономический эффект от удержания персонала может составить от 2,8 до 5,7 млн руб. в год. Таким образом, социально-кадровая составляющая усиливает общий экономический эффект и должна учитываться при оценке эффективности инвестиций наряду с прямыми операционными выгодами.

Таблица 1

Изменение операционных показателей при внедрении

Показатель	До внедрения	После внедрения	Изменение
Время осмотра 1 вагона, мин	3,8	2,7	–28,9%
Время на оформление документации в смену, мин	15	4,5	–70%
Годовой фонд времени на осмотр (1 630 чел.), час	944 585	671 153	–273 432
Доля выявляемых дефектов, %	87	96	+9 п.п.

Расчет экономии трудовых ресурсов. Высвобождение 273 432 человеко-часов в год эквивалентно сокращению условной численности персонала (при годовом фонде 1 976 часов) примерно на 138 ставок. С учетом среднемесячной заработной платы осмтрщика с начислениями экономия фонда оплаты труда и страховых взносов составляет 67,85 млн руб. в год. Дополнительная экономия от отказа от бумажных журналов и справок - 74 573 человеко-

часа в год, что соответствует 18,51 млн руб. с учетом страховых взносов, а также 228 тыс. руб. экономии на расходных материалах.

Расчет предотвращенного ущерба. Повышение выявляемости дефектов с 87% до 96% позволяет снизить долю невыявленных повреждений с 13% до 4%. При годовом количестве внеплановых отказов на инфраструктуре КБШ ДИ, равном 1 720, прогнозируется предотвращение 155 отказов. Учитывая средний простой на один отказ (45 мин) и ставку штрафа за поездно-час простоя, предотвращенный экономический ущерб оценивается в 3,92 млн руб. После вычета затрат на верификацию подсказок AI (14 915 часов в год, или 3,71 млн руб.) чистая экономия от интеллектуального модуля составляет 0,21 млн руб. Низкое значение на начальном этапе объясняется необходимостью контрольного подтверждения, однако по мере дообучения сети вклад этого направления будет расти.

Сводный экономический эффект. Годовой экономический эффект от внедрения приложения для КБШ ДИ достигает 86,57 млн руб. (таблица 2).

Инвестиционные затраты и окупаемость. Для посменного использования выбрано 1 136 планшетов (из расчета на смену) по цене 45 тыс. руб. за единицу. Разработка и интеграция приложения с корпоративными системами (ЕКАСУТР, АРМ ПТО, КТСМ-02) оценены в 8,5 млн руб. Общие единовременные затраты - 56,27 млн руб. Срок окупаемости при годовом эффекте 86,57 млн руб. составляет 0,65 года (около 8 месяцев), что подтверждает высокую инвестиционную привлекательность решения.

Таблица 2

Структура годового экономического эффекта

Источник экономии	Сумма, млн руб.
Сокращение времени осмотра	67,85
Цифровизация документооборота	18,51
Снижение простоя подвижного состава	3,92
Итого валовая экономия	90,28
Затраты на верификацию AI	-3,71
Чистый экономический эффект	86,57

Организационные аспекты внедрения. Для минимизации рисков и преодоления возможного сопротивления персонала предложен поэтапный план:

- пилотный проект на ПТО-1 станции Самара (1 квартал 2027 г.) с режимом дублирования бумажного и электронного учета;
- тиражирование во всех 29 ПТО и депо КБШ ДИ (2–3 кварталы 2027 г.);
- масштабирование на другие дирекции (2028 г.).

Внедрение мобильного приложения «Мобильный осматрщик» следует рассматривать не только как технологическую инновацию, но и как инструмент антикризисного управления персоналом, направленный на снижение кадровых рисков и удержание ключевых специалистов. По данным кадровой отчетности Куйбышевской дирекции инфраструктуры, в 2023–2025 гг. наблюдался устойчивый рост текучести кадров с 9% до 15%, при этом доля увольнений по собственному желанию составила 66,3% от общего числа выбытий. Одновременно сохраняется дефицит кадров по ключевым профессиям: некомплект в КБШ ДИ

в 2025 г. достиг 357,5 человек, а наиболее остро проблема проявляется среди осмотровщиков вагонов, монтеров пути и электромехаников СЦБ.

Как показали результаты социологического исследования, проведённого среди осмотровщиков вагонов КБШ ДИ, основными причинами потенциального увольнения являются: низкий уровень заработной платы (37,9% ответов), тяжёлые условия труда (26,4%), а также невозможность совмещать работу с семейной жизнью из-за ночных смен и отсутствия гибкого графика (19,5%). Совокупная доля работников, уже рассматривающих возможность ухода или допускающих его, достигает 64,5%, что свидетельствует о высокой латентной текучести и необходимости принятия срочных антикризисных мер.

В этих условиях предлагаемое приложение позволяет адресно воздействовать на ключевые факторы удержания. Так, снижение временных затрат, достигаемое за счёт автоматизации, напрямую сказывается на самочувствии работников. Сокращение времени осмотра одного вагона почти на треть (с 3,8 до 2,7 минуты) и уменьшение затрат на оформление бумаг в 2,5 раза (с 15 до 4,5 минут за смену) заметно разгружают персонал. Для новичков со стажем до трёх лет, среди которых доля уволившихся по собственному желанию превышает 45%, это особенно критично.

Не менее важна и поддержка молодых кадров на этапе вхождения в профессию. Встроенный AI-помощник с подсказками по браковочным нормам и электронная версия инструкции № 808 с удобным поиском позволяют быстрее освоить регламенты и снижают риск того, что специалист уйдёт, не набравшись опыта. Учитывая, что за три года число работников до 30 лет в КБШ ДИ сократилось на 163 человека, а в группе 31–35 лет убыль составила 304 человека, ускорение адаптации становится одним из ключевых условий восполнения кадрового дефицита.

Цифровой журнал дефектных меток решает ещё одну острую проблему - сохранение накопленного опыта. Раньше при смене бригад информация о состоянии вагонов часто терялась - всё держалось на памяти конкретного человека. Но сейчас, когда в дирекции за три года стало на 669 сотрудников старше 50 лет, это особенно критично. В ближайшие 5–7 лет многие из них уйдут на пенсию, и, если мы не переведём их опыт в цифру, мы его просто потеряем.

Кроме того, отказ от мела и бумажных журналов в пользу планшетов и автоматической фиксации дефектов полностью меняет образ профессии. Работа осмотровщика больше не кажется пережитком - она становится технологичной. А это как раз то, что нужно, чтобы привлечь молодёжь и поднять престиж рабочих специальностей, как того требует стратегия ОАО «РЖД».

То есть приложение решает не только текущие задачи. Оно страхует компанию от кадровых проблем и на годы вперёд укрепляет систему управления персоналом: меньше трат на поиск новичков, их обучение и замену уходящих ветеранов.

И конечно, важен человеческий фактор сопровождения. Для этого уже запускают «цифровых наставников», которые помогают старшему поколению осваиваться, следят за ключевыми показателями и поощряют первых пилотных участников рублём.

Как показывает практика, такие шаги снижают естественное сопротивление переменам и повышают вовлечённость, без чего сложно рассчитывать на достижение заявленных показателей.

Выводы. По итогам исследования можно сделать несколько обобщающих заключений.

Во-первых, сегодняшняя модель технического осмотра вагонов сопряжена с существенными скрытыми издержками: перерасход рабочего времени (3,8 минуты на вагон),

зависимость от бумажного учёта и низкая полнота выявления дефектов (не более 87%) - всё это создаёт зоны неэффективности, которые вполне устранимы.

Во-вторых, предлагаемое мобильное решение позволяет сократить время осмотра на 28,9%, время на оформление документов - на 70%, а долю выявляемых неисправностей поднять до 96%, что напрямую снижает риски внеплановых остановок.

В-третьих, для Куйбышевской дирекции инфраструктуры чистый годовой экономический эффект от внедрения оценивается в 86,57 млн рублей при разовых вложениях в 56,27 млн рублей. При таких параметрах срок возврата инвестиций не превышает восьми месяцев, что делает проект финансово обоснованным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации : федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ (ред. от 08.08.2024).
2. Абилова, Е. В. Внедрение технологий искусственного интеллекта в HR-процессы / Е. В. Абилова, Е. А. Колесник // Общество, экономика, управление. – 2025. – Т. 10. – № 3. – С. 31–36. DOI: 10.47475/2618-9852-2025-10-3-31-36
3. Гайнанова, А. Р. Соответствие профессионально важных качеств сотрудников целевых групп филиала ОАО "РЖД" корпоративным компетенциям / А. Р. Гайнанова // Вестник СГУПС: гуманитарные исследования. – 2022. – № 3 (14). DOI: 10.52170/2618-7949_2022_14_44
4. Духновский, С. В. Кадровая безопасность организации : учебник и практикум для вузов / С. В. Духновский. – Москва : Юрайт, 2026. – 233 с.
5. Кибанов, А. Я. (ред.) Управление персоналом организации : учебник / под ред. А. Я. Кибанова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 695 с.
6. Литвинюк, А. А. (под общ. ред.) Кадровая политика и стратегии управления персоналом : учебник для магистратуры / под общ. ред. А. А. Литвинюка. – Москва : КноРус, 2023. – 340 с.
7. ОАО «РЖД». Годовой отчет за 2025 год. – Москва, 2026.
8. ОАО «РЖД». Положение о Куйбышевской дирекции инфраструктуры : утв. 14 июня 2012 г. № ЦДИ-23 (ред. от 25.02.2026).
9. ОАО «РЖД». Куйбышевская дирекция инфраструктуры. Отчет о движении работников и состоянии трудовой дисциплины за 2025 год. – 2026.
10. ИИ расширяет функционал: цифровые проекты ОАО «РЖД» // RZD Digital. – URL: <https://rzddigital.ru/projects/ii-rasshiryaet-funktsional/> (дата обращения: 20.04.2026).

УДК 37.034

ВОПРОСЫ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОГО И ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ.

Г. М. Торхов, Н. С. Козлова

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Актуальные задачи и требования, которые возникают перед системой высшего образования России, показывают необходимость рассмотрения и возможной модернизации нынешней модели воспитательной работы в высших учебных заведениях. В условиях технических университетов, основным направлением которых является подготовка специалистов с соответствующими профессиональными навыками, редким является случай вынесения на передний план патриотического и духовно-нравственного воспитания студентов. Однако именно транспортная отрасль, которая по совместительству является одной

из стратегически важнейших для государства, зачастую требует от молодых специалистов наличия, помимо инженерных знаний и компетенций, ответственности и четко сформированной политической гражданской позиции.

Целью данной статьи является генерализация имеющегося подхода и компиляция рекомендаций по введению патриотического и духовно-нравственного воспитания в методическую деятельность технического высшего учебного заведения.

Методы решения задач. В статье применяется несколько теоретических методов: анализ методической литературы, компиляция передового опыта транспортных вузов, обобщение передового опыта нескольких транспортных вузов (ПривГУПС, МИИТ), анализ данных, опубликованных ОАО «РЖД» за 2023-2025 гг., ВЦИОМ и Росстатом. С целью отображения изменений в ценностных ориентациях обучающихся транспортных вузов будут использоваться данные контроля качества приема в высшие учебные заведения.

В качестве основных подходов были выбраны:

1. Деятельностный подход – вовлечение студентов в деятельность, связанную с историей транспорта, такую как исследовательская деятельность, проектная деятельность и волонтерство.

2. Личностно-ориентированный подход – анализ ценностных ориентиров, мотивации и особенностей каждого, отдельно взятого студента.

3. Компетентностный подход – создание социально-личностных компетенций как неотъемлемой составляющей стандарта образования.

Анализ данных. С целью достичь наибольшей объективности при оценке состояния данной проблемы необходимо провести анализ данных внутренней статистики вузов транспортной отрасли и общероссийских опросов.

Таблица 1

**Динамика ценностной ориентации учащихся технических вузов
(2020-2025 гг., % от числа опрошенных)**

Ценностная ориентация	2020 г.	2023 г.	2025 г.	Изменение
Высокая заработная плата	82%	79%	76%	- 6%
Профессиональная самореализация	74%	68%	71%	- 3%
Семейные ценности	65%	70%	74%	+ 9%
Патриотизм	41%	53%	62%	+ 21%
Польза обществу	38%	47%	55%	+ 17%

Источник: данные Мониторинга ценностей российской молодежи (ВЦИОМ, 2025, опрос 1600 респондентов в возрасте от 18 до 25 лет) [1].

Согласно данным из таблицы 1, за пять лет доля студентов, назвавших патриотизм одной из своих значимых ценностей, возросла на 21%. При этом важность высокой заработной платы как одной из ценностей снизилась на 6%. Исходя из этого, можно допустить, что существует благоприятная среда, которая может способствовать появлению воспитательных программ и мероприятий, направленных на патриотическое и духовно-нравственное воспитание.

Одной из особенностей транспортных вузов является ярко выраженная историческая и государственная значимость. Как следует из внутреннего исследования Приволжского государственного университета путей сообщения (2025, 240 студентов 1-3 курсов инженерных

специальностей), связь между будущей профессией и патриотизмом видят 36% из числа опрошенных студентов.

Таблица 2

Показатели реализации молодежной политики и патриотического воспитания

Показатель	Значение
Доля молодежи, уверенной в самореализации в стране	83%
Доля молодежи, участвующей в проектах профессионального развития и патриотического воспитания	58%
Доля молодежи, участвующей в проекте «Молодежь и дети»	76%

Источник: составлено на основе данных отчета Росмолодежь и ВЦИОМ за 2025 г. [2][3].

Согласно данным из таблицы 2, главным является показатель национального проекта «Молодежь и дети», согласно которому 76% молодежи принимают участие в мероприятиях и программах по патриотическому воспитанию. Данные показатели говорят о большом проценте молодежи, вовлеченной в данное направление патриотического воспитания. Следовательно, проекты и программы, реализованные в вузе, могут стать одним из направлений исполнения национальных задач в области молодежной политики.

Практическое применение и примеры. Опираясь на анализ представленных данных, можно создать модель воспитательных работ для технических вузов, состоящую из нескольких уровней:

1. Образовательные дисциплины и патриотическое воспитание. В рамках курса «История транспорта» интегрировать модуль «Транспорт периода Великой Отечественной войны». Введение данного модуля будет способствовать увеличению процентного количества студентов, понимающих роль и важность не только железнодорожного транспорта, но и других транспортных отраслей в обороне государства. Также можно интегрировать кинолектории, посвященные темам Великой Отечественной войны, истории РФ.

2. Методическое сопровождение. Одной из обязанностей куратора является процесс вовлечения учащихся в культурную жизнь, организация процессов посещения театров и музеев [4]. С целью упростить этот процесс следует создать для кураторов учебных групп методическое пособие о духовно-нравственном воспитании студентов транспортных вузов. Включить туда формы, сценарии и критерии оценки активности группы в воспитательной деятельности.

3. Внеучебные мероприятия. Одним из способов может стать система создания и развития студенческих отрядов, реализованная на базе ПривГУПС. Общая численность бойцов составляет порядка 2 000 человек, в том числе более 800 человек – участников межрегионального студенческого трудового проекта «Люди дела», созданного РСО при содействии ОАО «РЖД». Летом 2024 г. В составе строительно-эксплуатационного комплекса со стороны ПривГУПС было отправлено более 380 студентов, 375 из них были отправлены на БАМ [5].

Вывод. Первый вывод. Патриотическое и духовно-нравственное воспитание не должно состоять из одних лекций, а должно основываться на внеучебных мероприятиях и быть интегрировано в процесс обучения.

Второй вывод. На основе данных из отчетов ВЦИОМ и Росмолодежь можно прийти к заключению, что доля вовлеченной в патриотическое воспитание молодежи на данный момент

достигает 76%, и следует продолжать развивать и совершенствовать такие проекты, как «Молодежь и дети».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВЦИОМ. Ценности российской молодежи: мониторинг 2020–2025 // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/cennosti-rossiiskoi-molodezhi-2025>
2. РАПСИ. Нацпроект «Молодежь и дети» показал устойчивый результат в 2025 году – Росмолодежь [Электронный ресурс] / РАПСИ. – 10.02.2026. – URL: https://rapsi-pravo.ru/incident_news/20260210/311588110.html
3. ФедералПресс. ВЦИОМ: 82% молодых россиян верят в возможность самореализации в стране [Электронный ресурс] // ФедералПресс. – 26.06.2025. – URL: <https://fedpress.ru/news/77/policy/3386996>
4. Положение о классном руководителе групп обучающихся [Электронный ресурс] / Калужский филиал ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». – Калуга, 2017. – URL: https://kaluga.pgups.ru/wp-content/uploads/2019/01/Polojenie_o_klassnom_rukovoditele_gruppi_obuch_21.08.2017.pdf
5. В ПривГУПС стартовала Неделя РСО [Электронный ресурс] // Приволжский государственный университет путей сообщения. – 18.02.2025. – URL: https://www.samgups.ru/news/232studenty_samgups_otsenili_eko%C3%A2%E2%82%AC%C2%A6?PAGEN_1=48

УДК 316

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ КАК МЕХАНИЗМ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА И УПРАВЛЕНИЯ МОЛОДЕЖНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИЕЙ В ТРАНСПОРТНОМ ВУЗЕ

И. О. Туркменов

Приволжский государственный университет путей сообщения

Введение. Студенческий отряд в транспортном вузе нельзя понимать только как сезонную занятость. Да, студент работает, ездит, участвует в делах отряда. Но главное происходит внутри команды. Там быстро становится видно, кто держит слово, кто умеет договориться, кому можно поручить задачу. Так и складывается социальный капитал. Он появляется не по приказу, а через повторяющийся опыт, через доверие, через репутацию участника и его отношение к общему результату.

В университете молодежную социализацию часто связывают с воспитательными мероприятиями. Для студента все выглядит проще. На него сильнее влияет то, с кем он общается каждый день, кто рядом в сложной ситуации, кто задает тон в группе. Командир, куратор, наставник, работодатель, общий чат отряда, встреча после смены, разговор с выпускником. Из этих связей и складывается среда, в которой молодой человек учится быть участником общего дела. Поэтому студенческий отряд соединяет образование, труд, досуг и отраслевую ориентацию.

Методы решения задачи. В работе использованы институциональный и социологический подходы. Институциональный подход помогает увидеть отряд как устойчивую практику, где есть роли, правила, традиции и символы. Социологический подход нужен для другого вопроса. Он показывает, как социальный капитал рождается из повторяющихся взаимодействий, а не выдается группе заранее. В качестве источников

использованы исследования молодежи, сетевых рисков, трудового воспитания и студенческих отрядов [1–3].

Социальный капитал отряда складывается из вполне понятных вещей. Участники начинают доверять друг другу, знают сильные и слабые стороны товарищей, привыкают помогать, видят неформальных лидеров, оценивают командира по делу, сохраняют связь с выпускниками и наставниками. Для транспортного вуза это особенно важно. Выпускник отраслевого университета приходит в систему, где результат зависит не от одного человека, а от согласованных действий многих работников.

Обычная учебная группа не всегда показывает, насколько студент надежен в поведении. На занятии он может отвечать активно и выглядеть уверенно. Но это еще не значит, что он выдержит усталость, ограничение времени или необходимость помогать более слабому участнику. В отряде такие качества видны быстрее. Пришел вовремя или нет. Сделал обещанное или подвел. Спокойно принял замечание или ушел в конфликт. Поддержал товарища или остался в стороне.

Отдельный слой социализации связан с цифровой коммуникацией. Сегодня отряд живет не только на трудовом объекте и не только в аудитории. Набор, инструктаж, обмен новостями, самопрезентация, традиции и повседневная связь часто идут через социальные сети и мессенджеры. В исследованиях сетевых рисков молодежи показано, что цифровая среда может сбивать участника с содержательного направления, если в ней нет понятной рамки [4]. Организованный отряд такую рамку дать может.

Для университета здесь есть важная управленческая задача. Нельзя заменить живые связи отчетностью. Список участников, фотоотчет и пост в социальной сети еще не создают социальный капитал. Он возникает тогда, когда студенты проверили отношения делом. Поэтому оценивать отрядную работу нужно не только по внешним признакам. Важны устойчивость команды, повторное участие, наставничество старших студентов и готовность брать ответственность.

Исследования студенческих отрядов показывают их значение для трудового воспитания и накопления социального капитала молодежи [5, 6]. Для транспортного университета этот вывод имеет свою отраслевую точность. Отряд формирует не просто трудовую активность. Он дает первое понимание регламентной культуры. Студент начинает связывать дисциплину с безопасностью, а надежность одного участника с работой всей группы.

Профилактический аспект тоже нельзя оставлять в стороне. Когда молодой человек включен в устойчивую группу и получает в ней признанную роль, ему меньше нужно искать статус в случайных компаниях. Есть команда. Есть дело. Есть понятный результат. В работах о профилактике криминальных мотивов в молодежной среде показано, что организованные коллективные практики могут выполнять защитную функцию, если дают участнику общественно полезную задачу и ясное место в группе [7].

Но сам по себе отряд еще ничего не гарантирует. Формальное членство, слабое наставничество и отсутствие настоящей задачи не работают. Иногда они дают обратный эффект. Студент видит, что от него ждут присутствия, а не вклада, и начинает относиться к воспитательной работе цинично. Поэтому управленческая культура отрядной работы должна быть честной. Участие подтверждается действием, ролью, результатом и последующим обсуждением.

Практическая модель управления социализацией через отряды может идти по трем уровням. На первом уровне университет открывает вход в отряд, информирует студентов,

проводит набор и первичный инструктаж. На втором уровне появляется команда. Распределяются роли, выбираются командиры, выстраивается дисциплина. На третьем уровне отрядный опыт переводится в образовательный результат через рефлексию, портфолио и взаимодействие с работодателем.

Сильная сторона отрядов в том, что они работают с досугом не как с пустым временем, а как с ресурсом развития. Свободное время студента может остаться зоной случайности. А может стать пространством адаптации и профессионального роста [8]. В отряде труд, общение и досуг не разделены искусственно. Разговоры, традиции, поездки, подготовка мероприятий и выполнение задач дополняют друг друга.

Для кадрового потенциала отрасли важна длительность участия. Разовая активность показывает интерес, но не всегда говорит об устойчивом намерении. Другое дело, когда студент возвращается в отряд, переходит от рядового участника к командиру, помогает новичкам, работает с наставником. Эти признаки показывают, что он не просто посетил мероприятие, а начал входить в культуру отраслевого сообщества.

Есть и инерционные барьеры. Университет по привычке может оценивать молодежную работу в основном количественно. Сколько участников, сколько мероприятий, сколько публикаций. Между тем социальная инерция сохраняет старые формы даже тогда, когда появляется новый словарь проектов и инноваций [9, 10]. Чтобы отряд стал ресурсом управления социализацией, нужны качественные критерии. Ответственность, доверие, реальная роль, устойчивость команды, обратная связь от наставника.

Управляя молодежной социализацией, важно не разрушить естественные связи внутри отряда. Административное вмешательство должно помогать команде, а не заменять ее внутреннюю жизнь. Лучше работают мягкие формы поддержки. Обучение командиров, консультации кураторов, встречи с выпускниками, публичное признание конкретного вклада, а не только общей победы. Команда должна чувствовать, что ей доверяют.

Цифровой след отрядной деятельности тоже многое показывает. Университет может смотреть не только на число публикаций. Важнее содержание общения. Какие темы обсуждаются. Как в постах представлены труд и дисциплина. Есть ли истории наставничества. Видны ли реальные участники и их роли. Такой анализ помогает понять, поддерживает цифровая среда социальный капитал или просто заменяет его красивой демонстрацией.

Социальный капитал отряда можно увидеть по простым признакам. Сохраняется ли состав группы после первого сезона? Помогают ли старшие участники новичкам? Возникают ли инициативы без прямого поручения администрации? Обращаются ли студенты друг к другу за профессиональным советом? Эти вопросы кажутся бытовыми, но именно они лучше разовых показателей посещаемости показывают качество среды.

Командир отряда занимает особое место. Он еще студент. При этом уже выполняет управленческую работу. Распределяет обязанности, поддерживает дисциплину, сглаживает конфликты, передает информацию куратору и представляет группу. Поэтому подготовку командиров нельзя считать мелкой организационной задачей. Это отдельное направление воспитательной работы [11].

Для исследовательской оценки подойдут небольшие качественные интервью с участниками. Спрашивать стоит не только о впечатлениях. Гораздо полезнее понять, что изменилось конкретно. Кому студент стал доверять. Какую роль освоил. Какие правила принял. Что понял о себе в группе. Такие ответы дают университету материал для корректировки воспитательной работы [12].

Связь с выпускниками отрядов создает горизонтальную преемственность. Особенно хорошо это работает, когда бывшие участники приходят не как официальные гости, а как старшие товарищи. Они говорят простым языком и показывают, зачем нужна отрядная культура. На их примере видно, как связи студенческих лет помогают потом проходить профессиональную адаптацию.

Социальный капитал полезно связывать с профессиональной репутацией. Если студент в отряде привык выполнять обещанное, брать ответственность и уважать труд других, ему легче перенести эти качества на производственную практику. Университет может использовать отрядную характеристику как часть портфолио, особенно когда подбирает студентов для отраслевых проектов.

Есть и обратная сторона сплоченности. Сильный коллектив может поддерживать развитие, но иногда он закрывается от внешней оценки и начинает жить по своим неформальным правилам. Поэтому куратору важно сохранять контакт с командой и не разрушать ее автономию. В этом и состоит тонкость управления социальным капиталом. Он должен оставаться открытым для университета и для отрасли.

Заключение. Студенческие отряды в транспортном вузе можно рассматривать как механизм формирования социального капитала и управляемой молодежной социализации. Их значение связано с тем, что они создают среду проверенного доверия, коллективной дисциплины и практического участия. Для студента это опыт полезного действия. Для университета это инструмент воспитательной работы. Для отрасли это возможность раньше увидеть будущие кадры.

При таком подходе отряд уже не выглядит периферийной активностью. Он становится частью образовательной инфраструктуры. Социализация здесь выражается не в абстрактных формулировках, а в конкретных отношениях, обязанностях и результатах. Именно эта конкретность делает студенческий отряд устойчивым ресурсом развития транспортного университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Теоретические проблемы исследования российской молодежи в социологической науке и эвристический потенциал отечественной социологии молодежи / М. А. Гнатюк // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – Т. 3, № 11. – С. 57–61. – EDN VKZAUD.
2. Гнатюк, М. А. Специфика сетевых рисков информационной социализации молодежи в пространстве социальных сетей / М. А. Гнатюк, А. А. Булатов, С. И. Самыгин // Национальное здоровье. – 2018. – № 2. – С. 221–228. – EDN VKUCVQ.
3. Гнатюк, М. А. Инерционность социальных представлений о трудовом воспитании студенческой молодежи / М. А. Гнатюк, В. Н. Усов, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 25–28. – DOI 10.23672/SAE.2023.44.26.001. – EDN HULBDP.
4. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
5. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.
6. Туркменов, И. О. Студенческий отряд как иммунитет нации: формула отрядного эффекта / И. О. Туркменов, В. Н. Усов, М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 1. – С. 266–274. – EDN YFSNDA.
7. Гаранин, М. А. Проблемы социального развития молодежи: причины распространения криминальных мотивов и студенческие отряды как механизм их профилактики / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 22–24. – DOI 10.23672/SAE.2023.61.45.001. – EDN HOWROT.

8. Беспалова, А. А. Досуг в системе трудовой (профессиональной) адаптации российской молодежи (социологический аспект) : учебно-методическое пособие / А. А. Беспалова, М. А. Гнатюк, А. Х. Люев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2022. – 104 с. – ISBN 978-5-466-01697-0. – EDN LRXANE.
9. Гнатюк, М. А. Социокультурный механизм проявления инерционной составляющей в российской исторической реальности: социально-философский подход / М. А. Гнатюк // Научная мысль Кавказа. – 2017. – № 2(90). – С. 19–22. – DOI 10.23683/2072-0181-2017-90-2-19-22. – EDN YZIMNX.
10. Гнатюк, М. А. Проявление инерционности в системе государственного управления современной России в условиях деформированной корпоративной культуры / М. А. Гнатюк // Социально-гуманитарные знания. – 2017. – № 11. – С. 204–208. – EDN YNXFIA.
11. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YHXTHY.
12. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.

УДК 316

СЕТЕВЫЕ СООБЩЕСТВА И СТУДЕНЧЕСКИЕ ОТРЯДЫ КАК СРЕДЫ ОТРАСЛЕВОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ МОЛОДЕЖИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА

И. О. Туркменов¹, В. Ф. Ислаев²

¹ *Приволжский государственный университет путей сообщения*

² *ГБУ «Республиканский центр студенческих трудовых отрядов»*

Введение. В профессию студент транспортного вуза входит не по одной дорожке. На занятиях он получает знания. В университете видит, как устроена повседневная жизнь отраслевого образования. В чатах узнает новости, в профессиональных сообществах смотрит вакансии и истории работников, на практике сталкивается с реальными объектами. Кто-то еще вступает в студенческий отряд. Отраслевая идентичность складывается именно на пересечении этих сред. Ее нельзя объяснить только учебным планом или только влиянием молодежной организации [1, 2].

Сетевые сообщества дают быстрый вход в тему. Студент может за несколько минут увидеть новости отрасли, фотографии объектов, объявления о проектах, вакансии, комментарии работников и профессиональные обсуждения. Это важно. Но чтение канала транспортной организации еще не делает человека частью отрасли. Он может оставаться зрителем. Принадлежность появляется позже, когда увиденная информация получает продолжение в личном опыте.

Методы решения задачи. В статье использован средовой подход. Рассматриваются не отдельные мероприятия, а связи между цифровой коммуникацией, образовательной программой, студенческими отрядами и наставничеством. Такой подход помогает не спорить о том, что важнее, цифровая или очная среда. Важнее другое. Нужно понять, какую функцию каждая среда выполняет в профессионально-отраслевом становлении студента.

Первый важный вопрос связан с цифровой социализацией. Социальные сети и мессенджеры быстро включают студента в университетскую и отраслевую повестку. Через

них проще пригласить на встречу, объяснить набор, показать людей и результаты. Но у цифровой среды есть слабое место. Исследования сетевых рисков показывают фрагментацию внимания, поверхностное вовлечение и зависимость от коротких информационных импульсов [3]. Поэтому университету мало рассылать объявления. Нужна цифровая навигация, которая ведет студента к действию.

Второй вопрос связан с образовательной средой. Отраслевая идентичность держится крепче, когда учебная дисциплина, практика, проект и студенческая активность не живут отдельно друг от друга. Студент изучает транспортные процессы. Потом видит их на производственной практике. После этого обсуждает опыт с наставником и пробует себя в отрядной работе. Тогда у него появляется цельная картина отрасли. Когда эти элементы разорваны, среда воспринимается кусками [4].

Схема показывает входную роль цифрового сообщества. Оно сообщает студенту о возможности участия, уменьшает дистанцию между университетом и молодежной группой, делает заметными проекты и людей. Но главный педагогический эффект появляется не в момент просмотра публикации. Он возникает позже, когда студент берет задачу, получает роль, работает в группе и слышит оценку своих действий.

Цифровое сообщество: информирование, приглашение, первичная ориентация

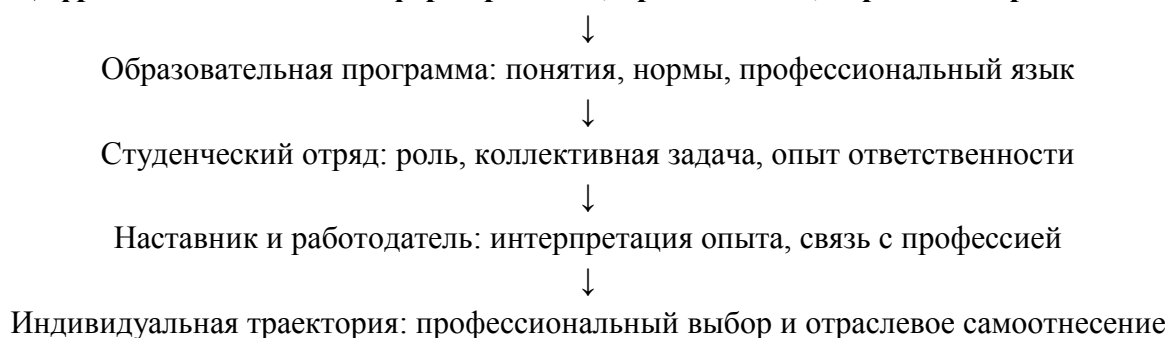


Рис. 1. Сопряжение сетевой и отрядной среды в формировании отраслевой идентичности

В этой логике студенческий отряд становится связующим звеном между информацией и действием. Студент уже не просто читает о профессии и не только смотрит фотографии отраслевых объектов. Он встречается с расписанием, дисциплиной, распределением обязанностей, усталостью, срывами и необходимостью договариваться. Есть и признание результата. Именно в таких ситуациях цифровой образ отрасли проходит проверку жизнью.

Трудовые ценности молодежи формируются не в пустом месте. На них влияют рынок труда, представления о будущем, образ успешной занятости и общий социальный контекст [5, 6]. Поэтому транспортному вузу важно показывать отрасль не только как место стабильной работы. Нужно показывать ее как пространство профессионального смысла. Сетевой канал может привлечь внимание. Отрядная практика помогает этот смысл прожить в конкретном коллективном деле.

Профилактический аспект здесь тоже важен. Случайные сетевые группы могут дать молодому человеку быстрый статус. Но не всегда этот статус связан с полезной ролью. Студенческий отряд предлагает другой тип признания. Участника ценят не за видимость активности, а за вклад в дело. Такая логика согласуется с исследованиями студенческих отрядов как механизма профилактики рисков молодежной социализации [7].

Для университета главный практический вопрос состоит в управлении переходами между средами. Пост в социальной сети должен вести не просто к регистрации. Он должен вести к понятной образовательной ситуации. Отрядный проект важно связывать с учебными задачами и профориентацией [8]. Встреча с работодателем нужна не для галочки, а для того, чтобы студент смог назвать свой опыт языком профессии.

Есть еще скрытый учебный план. Повседневные практики университета могут поддерживать отраслевую идентичность, а могут ее разрушать [9]. В цифровом канале можно красиво говорить об уважении к профессии. Но если в реальном общении студент сталкивается с формальностью, доверие пропадает. Поэтому сетевой образ университета должен совпадать с тем, что студент видит в аудитории, в отряде и на практике.

Практическая модель может включать четыре инструмента. Сначала нужна цифровая карта возможностей, чтобы студент видел входы в активность. Затем нужен календарь отрядных и проектных событий, чтобы траектория не терялась. Наставнические встречи помогают понять профессиональный смысл. Рефлексивные карты участника фиксируют, как меняется отношение студента к отрасли.

Оценивать такую модель только числом подписчиков или участников недостаточно. Важнее понять, меняется ли язык самоописания студента. Начинает ли он говорить о себе как о будущем работнике транспортной отрасли. Видит ли связь между учебой и отраслевыми задачами. Готов ли принимать нормы дисциплины и безопасности. Возвращается ли он в проекты повторно.

Связка сетевых сообществ и студенческих отрядов особенно хорошо работает, когда в нее включается работодатель. Представитель отрасли может комментировать студенческие проекты, обсуждать результаты, давать обратную связь в цифровой среде. Для студента это важный сигнал. Его активность видна не только внутри университета, но и в профессиональном поле [10].

Отрядная среда помогает проверить цифровую мотивацию. На яркую публикацию студент может откликнуться быстро. Это еще не устойчивый интерес. Настоящая проверка начинается после участия. Поэтому университету важно смотреть на переходы. Сколько студентов дошли от просмотра информации до встречи. Сколько включились в отряд. Сколько остались после первого события. Сколько связали этот опыт с профессиональным выбором [11, 12].

Сетевое сообщество не должно разговаривать со студентами только рекламным языком. Гораздо сильнее работают конкретные истории. Например, как участник отряда впервые столкнулся с регламентом. Почему наставник обратил внимание на дисциплину. Какие трудности возникли в коллективе. Что изменилось после практики. Такие сюжеты делают отрасль человеческой, а не просто красивой на картинке.

У цифровой навигации может быть разная глубина. Самый простой уровень – это сообщение о наборе или событии. Более сильный уровень объясняет, какой опыт получит студент и как он связан с профессией. Самый продуктивный вариант сопровождает всю траекторию от первого интереса до участия, рефлексии и выбора следующего шага. Именно такой вариант работает на отраслевую идентичность.

После завершения проекта цифровая среда должна показывать не только итоговые фотографии. Ей нужно фиксировать смысл результата. Здесь полезны короткие комментарии участников, мини-интервью с наставником, рассказ о трудности и о том, как ее удалось преодолеть. Такие материалы лучше поддерживают отраслевую идентичность, чем общие фразы о молодежной активности.

Содержательные публикации могут заранее готовить студента к рефлексии. Перед отрядным сезоном можно публиковать короткие истории о трудностях, роли командира, дисциплине и ответственности за товарища. Тогда студент еще до участия понимает простую вещь. Отряд – это не только поездка или мероприятие. Это принятие определенных норм.

Студенты входят в активность по-разному. Для одних главным входом становится цифровое сообщество. Других приводит личное приглашение. Третьи начинают интересоваться отрядом после производственной практики. Поэтому навигация должна быть многоканальной. Один и тот же проект нужно показывать через информационный, личный, учебный и отраслевой вход.

Большое значение имеет единый тон коммуникации. Если сайт говорит языком отчетов, социальная сеть языком рекламы, а куратор на встрече языком запретов, студент получает разорванное сообщение. Цифровые и очные каналы должны вести одну смысловую линию. Транспортная отрасль здесь показывается как пространство ответственности, развития и коллективного труда.

Для оценки эффективности модели полезно сопоставлять цифровую активность и реальное участие. Высокая активность в сети при низком участии в практике показывает, что коммуникация привлекает внимание, но не переводит студента к действию. Низкая цифровая активность при устойчивом отрядном участии говорит о силе личных связей. Университету нужны оба канала.

Язык отрасли тоже нельзя оставлять на втором плане. Если студент регулярно встречает в цифровой среде термины, истории и объяснения, связанные с транспортной безопасностью, инфраструктурой, пассажирским сервисом и технологической дисциплиной, профессиональная речь становится привычной. Это не всегда заметно сразу. Но для отраслевой идентичности такой опыт важен.

Сетевые площадки могут работать и как пространство обратной связи. После отрядного сезона студентам можно предложить коротко описать самый трудный опыт и профессиональный вывод, который они сделали. Эти ответы помогают университету увидеть, какие темы стоит вынести на кураторские встречи и занятия. Иногда именно короткий ответ студента показывает проблему точнее длинного отчета.

Работа с сетевыми сообществами требует редакционной ответственности. Нельзя публиковать только отчеты о проведенных мероприятиях. Студенту нужны живые сюжеты. Как выбирается отрядное направление. Почему участники возвращаются в команду. Как наставник объясняет отраслевой смысл. Что меняется после первой практики. Такие тексты постепенно формируют доверие к университетской коммуникации.

Заключение. Сетевые сообщества и студенческие отряды не нужно рассматривать как конкурентов. У них разные функции. Цифровая среда дает доступ, скорость и видимость. Отрядная среда дает опыт роли, доверия и коллективной ответственности. Отраслевая идентичность формируется устойчивее, когда университет заранее выстраивает переход от цифровой информации к реальному участию.

Для транспортного вуза такая связка имеет кадровое значение. Она помогает студенту не просто узнать о транспортной отрасли, а войти в ее культуру, язык и нормы. Тогда отдельные цифровые и молодежные практики перестают быть разрозненными. Они начинают работать как инфраструктура профессионально-отраслевого становления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, М. А. Транспортная отраслевая идентичность работников и обучающихся: развитие социологической категории и авторская дефиниция / М. А. Гнатюк // Социология. – 2026. – № 5. – С. 445–452. – EDN FXSRCE.
2. Гнатюк, М. А. Отраслевая идентичность как социологическая категория: границы, структура и институциональные источники формирования / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Социология. – 2025. – № 12. – С. 88–93. – EDN XNBWVD.
3. Гнатюк, М. А. Специфика сетевых рисков информационной социализации молодежи в пространстве социальных сетей / М. А. Гнатюк, А. А. Булатов, С. И. Самыгин // Национальное здоровье. – 2018. – № 2. – С. 221–228. – EDN VKUCVQ.
4. Гнатюк, М. А. Образовательная среда отраслевого университета как фактор формирования отраслевой идентичности студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 12. – С. 19–23. – EDN CYRGBD.
5. Гнатюк, М. А. Трансформация трудовых ценностей Российской молодежи в условиях глобализации : специальность 22.00.04 "Социальная структура, социальные институты и процессы" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата социологических наук / Гнатюк Максим Александрович. – Ростов, 2016. – EDN ZCXURH.
6. Гнатюк, М. А. Российская молодежь в условиях глобализации: особенности социализации и формирования трудовых ценностей / М. А. Гнатюк // Гуманитарий Юга России. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 219–228. – EDN VMPRQX.
7. Гаранин, М. А. Проблемы социального развития молодежи: причины распространения криминальных мотивов и студенческие отряды как механизм их профилактики / М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк, Е. Г. Хоровинникова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 2. – С. 22–24. – DOI 10.23672/SAE.2023.61.45.001. – EDN HOWROT.
8. Асабин, В. В. Оптимизация учебных планов образовательных программ вузов / В. В. Асабин, М. А. Гаранин, М. А. Гнатюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 64–68. – DOI 10.26140/anie-2019-0803-0013. – EDN JRMAZS.
9. Гнатюк, М. А. Скрытый учебный план отраслевого университета: как повседневные практики формируют (или разрушают) отраслевую идентичность студентов / М. А. Гнатюк, М. А. Пыркова, Е. И. Фадеев // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 12. – С. 41–43. – EDN GIQLFY.
10. Хоровинникова, Е. Г. Идентификация качества процессов управления трудовой деятельностью персонала в условиях цифровизации на предприятиях транспортной отрасли / Е. Г. Хоровинникова, М. А. Гнатюк, Г. П. Гагаринская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 9. – С. 215–219. – DOI 10.23672/q3188-4274-6118-q. – EDN YNXTNY.
11. Студенческие отряды в формировании трудового воспитания и социального капитала молодежи России / А. В. Рябцевич, М. С. Киселев, В. Н. Усов [и др.]. – Ростов-на-Дону : Попов К. Р., 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-9906581-8-9. – EDN YRCKJZ.
12. Киселев, М. С. Студенческие отряды как система трудового и патриотического воспитания и самореализации молодежи / М. С. Киселев, Д. В. Кротов, М. А. Гнатюк. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9275-4752-4. – EDN SJAKYV.

УДК 378.4:656.07

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ

А. С. Яковлева, Е. П. Елифанова, А. С. Петрова

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Введение. Железнодорожный транспорт на протяжении двух столетий остаётся одной из ключевых отраслей российской экономики. Вопросы кадрового обеспечения отрасли

приобретают особую остроту в условиях технологической модернизации, импортозамещения и перехода к цифровым методам управления перевозочным процессом.

Актуальность обращения к историческому опыту подготовки железнодорожных кадров обусловлена несколькими обстоятельствами. Во-первых, современная система транспортного образования сталкивается с вызовами, которые во многом повторяют проблемы прошлого: дефицит квалифицированных специалистов, разрыв между теоретической подготовкой и практическими навыками, территориальная неравномерность в доступе к образованию. Во-вторых, исторический анализ позволяет выявить устойчивые институциональные решения, доказавшие свою эффективность, – такие как интеграция образования с государственными нуждами, сочетание фундаментальной и прикладной подготовки, системная профориентационная работа. В-третьих, современные проекты (передовые инженерные школы, «Цифровая кафедра», обновление образовательных стандартов) нуждаются в осмыслении в контексте сложившихся традиций.

Цель настоящей статьи – проследить институциональную эволюцию системы подготовки кадров для железнодорожной отрасли России от момента её зарождения до современности, выявить ключевые этапы и их особенности, а также показать, как исторический опыт адаптируется к современным вызовам цифровой трансформации.

Развитие институциональной системы подготовки кадров. Основание Института Корпуса инженеров путей сообщения в 1809 году стало поворотным моментом в истории российского технического образования. Учреждённый Манифестом императора Александра I, институт стал первым в России высшим учебным заведением, целенаправленно готовившим инженеров для транспортной отрасли. Его организатором и первым ректором выступил испанский инженер Августин Бетанкур, чья роль в становлении отечественной инженерной школы трудно переоценить. [1, 3]

Бетанкур, к тому времени уже имевший опыт организации Школы дорог, каналов и мостов в Мадриде, использовал лучшие достижения европейской системы технического образования, в том числе опыт французских Политехнической школы и Школы мостов и дорог. Однако он не просто перенёс западные образцы на российскую почву, а создал новый тип высшего технического заведения, принципы которого сохраняют свою ценность и два столетия спустя. Ключевая идея Бетанкура состояла в соединении двух обязательных компонентов – глубокой теоретической подготовки и разносторонней практической деятельности. Сформулированная им цель института – «снабдить Россию инженерами, которые прямо по выходе из заведения могли быть назначены к производству всех работ в Империи» – предполагала, что выпускник должен быть готов к решению реальных производственных задач с первого дня службы. В учебной программе института были объединены гуманитарные, естественно-научные и технические знания, что отражало междисциплинарный подход, характерный для самого Бетанкура.

Важно отметить, что институт изначально функционировал как военное учебное заведение: выпускники получали офицерские звания, а требования к поступающим были высоки (знание русского и французского языков, определённый уровень математической подготовки). Социальная доступность образования была ограничена представителям неблагородных сословий, что оставалось характерной чертой системы вплоть до революции 1917 года.

В 1835 году, за два года до открытия первой в России Царскосельской железной дороги, в институте был введён курс «О построении железных дорог», а уже в 1837 году состоялся первый выпуск инженеров-железнодорожников. Это свидетельствует о быстрой реакции

образовательной системы на технологические вызовы. Выпускники института участвовали в строительстве Николаевской железной дороги (Санкт-Петербург – Москва), открытой в 1851 году, а позже – в проектировании и строительстве Транссибирской магистрали.

Таким образом, к середине XIX века в России сложилась система высшего транспортного образования, способная готовить специалистов для реализации крупнейших инфраструктурных проектов. Институт Корпуса инженеров путей сообщения, по справедливому замечанию исследователей, «стал стволom высшей технической школы России, от которого пошли многие ветви инженерного образования».

Наряду с высшим образованием, во второй половине XIX века активно развивалась система средних специальных учебных заведений. И уже к 1850-м годам стало очевидно, что одного института недостаточно для удовлетворения кадровых потребностей быстрорастущей сети железных дорог. Первые окружные школы путей сообщения, появившиеся ещё в 1820-х годах, готовили техников и чертёжников, но их число и качество подготовки оставляли желать лучшего. В 1860-е годы, в условиях промышленного переворота и массового железнодорожного строительства, ситуация изменилась. В 1869 году в Ельце при мастерских Орловско-Грязской железной дороги было открыто первое специализированное железнодорожное училище – Александровское ремесленное училище, готовившее средний технический персонал: начальников станций, машинистов, техников по ремонту подвижного состава и пути. С 1870-го года сеть железнодорожных училищ стала расширяться: училище в Коврове при Московско-Нижегородской железной дороге (1874 год), техническое училище в Перми для нужд Уральской железной дороги (1881 год). В 1886 году было введено Положение о технических железнодорожных училищах, упорядочившее их функционирование, согласно которому, училища предназначались для обучения детей железнодорожников в возрасте от 14 до 18 лет, а срок обучения составлял три года с последующей двухлетней практикой [3].

Строительство Транссибирской железнодорожной магистрали выступило мощным катализатором институционального развития профессионального образования части Российской империи, находящейся за Уралом. Открытие в 1894 году Первого Сибирского технического железнодорожного училища (с 1895 года – имени Николая II), а в 1900 году – Томского технологического института, ставшего одним из первых высших технических заведений за Уралом, знаменовало собой переход от фрагментарной подготовки мастеровых к системной образовательной политике, ориентированной на кадровое обеспечение крупных инфраструктурных проектов. Вслед за этим, в 1895 году, начало работу железнодорожное училище в Хабаровске. Вместе с тем расширение сети учебных заведений, при всей позитивной динамике, не приводило к устранению системного кадрового дефицита. Исследователи сходятся на том, что на протяжении практически всего XIX столетия отрасль испытывала устойчивую нехватку квалифицированных специалистов, причём данный разрыв воспроизводился по меньшей мере на двух уровнях: недостаточный уровень базовой общеобразовательной подготовки поступающих и хронический дефицит преподавательского корпуса, способного вести обучение на должном теоретическом и методическом уровне. К исходу дореволюционного периода сложившаяся система подготовки, несмотря на все предпринимавшиеся усилия по её расширению и реформированию, так и не смогла достичь той степени насыщения кадрового рынка, которая позволяла бы говорить о полном покрытии потребностей растущей сети железных дорог.

Радикальная смена политического и социально-экономического курса после 1917 года закономерно повлекла за собой коренную трансформацию всей системы железнодорожного образования, затронувшую и его институциональную структуру, и внутреннее содержание

учебных программ, и принципы формирования контингента обучающихся. Транспортное образование стало государственным приоритетом, акцент сместился на массовую подготовку кадров для реализации планов индустриализации. Были созданы рабочие факультеты (рабфаки), открывшие доступ к образованию для рабочих и крестьян. Сеть транспортных вузов расширилась, появились специализированные отраслевые институты: МИИТ (РУТ), ЛИИЖТ (ПГУПС), РГУПС, ДВГУПС, УрГУПС и другие.

В 1930-е годы, в условиях первых пятилеток, возникла потребность в системной профориентационной работе, направленной на привлечение молодёжи в железнодорожные профессии. Одним из наиболее ярких институтов этого периода стали детские железные дороги (ДЖД). Первая ДЖД в СССР была открыта в Тифлисе 24 июня 1935 года. Её построили подростки в городском парке: они укладывали рельсы и шпалы, а затем практиковались в качестве дежурных, машинистов, стрелочников, проводников и работников станций. Идея быстро получила поддержку на самом высоком уровне, и в 1936 году по личному указанию наркома путей сообщения Л. М. Кагановича был создан Совет содействия строительству детских железных дорог, а контроль за проектированием и строительством был возложен на железнодорожников «большой» магистрали.

К 1941 году в СССР было построено 20 детских железных дорог, строительство велось с помощью комсомольских субботников, а подвижной состав часто изготавливался силами учащихся и работников железнодорожных предприятий [4]. Например, на Красноярской ДЖД, открытой в 1936 году, использовался паровоз, построенный учащимися фабрично-заводского училища при Красноярском паровозостроительном заводе.

Детские железные дороги выполняли не только образовательную, но и практическую функцию. В годы Великой Отечественной войны многие юные железнодорожники заменили ушедших на фронт взрослых работников. В Иркутске, например, в 1941 году юные машинисты Малой Восточно-Сибирской дороги получили разрешение на практические рейсы на паровозах по маршруту Иркутск-II – Черемхово. На ДЖД в городе Свободном (Амурская область) за годы войны было перевезено более 26 тысяч тонн грузов. Сама Иркутская ДЖД в 1942 году была временно закрыта, а её помещения переданы военкомату; детский паровоз использовался для транспортировки военной продукции на заводе имени В. В. Куйбышева. В послевоенные годы сеть ДЖД была восстановлена и расширена. К концу существования СССР в стране действовало 52 детские железные дороги. Обучение строилось по трёхгодичной программе: в первый год учащиеся знакомились с техническим оборудованием и осваивали различные рабочие профессии (проводники, стрелочники, сигналисты), на втором и третьем годах происходила специализация. Старшекурсники проходили практику на «большой» железной дороге, работая помощниками машинистов, проводниками, кассирами, дежурными на станциях. [4]

Эффективность этой системы подтверждается статистикой: например, в 1935 году из 19 выпускников Тифлисской ДЖД 17 поступили в транспортные вузы. Таким образом, ДЖД стали не просто аттракционом, а полноценным звеном в системе подготовки кадров, связывающим школу, профориентацию и профессиональное образование.

Современные вызовы и трансформация содержания образования. Железнодорожный транспорт развивался вместе с научно-техническим прогрессом, зачастую опережая его, а вместе с ним развивалось и железнодорожное образование [5]. В XXI веке железнодорожная отрасль сталкивается с беспрецедентными технологическими изменениями. Цифровизация пронизывает все аспекты управления перевозочным процессом: от систем интервального регулирования до пассажирских сервисов. Как отмечают исследователи,

ключевые направления развития информационных систем включают создание единого информационного пространства грузовых и пассажирских перевозок, формирование сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса («Цифровая железная дорога») и внедрение технологий искусственного интеллекта в управлении движением.

Наиболее перспективными технологиями, имеющими потенциал широкого использования, являются виртуальная сцепка (ведение попутных поездов с сокращёнными межпоездными интервалами на основе защищённого цифрового канала), беспилотное вождение и применение искусственного интеллекта [2]. Внедрение этих технологий требует не только технических решений, но и пересмотра содержания подготовки инженерных кадров.

Современный инженер-транспортник должен обладать не только фундаментальными знаниями в области механики, электротехники и управления движением, но и цифровыми компетенциями, которые ранее не входили в стандартные учебные программы. Заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Евгений Чаркин обозначил «треугольник компетенций» современного железнодорожника: глубокая отраслевая экспертиза, гибкие навыки, базовая цифровая грамотность.

В качестве необходимого блока цифровых дисциплин предлагаются: основы аналитики, прикладное программирование, кибербезопасность автоматизированных систем управления, цифровые двойники и BIM/PLM-технологии. Важно развивать гибкую модель обучения, включающую индивидуальные образовательные траектории и проектное обучение, при котором студенты работают над реальными бизнес-кейсами [6].

Перед системой транспортного образования стоит сложная дилемма: сохранить фундаментальную инженерную базу и одновременно внедрить в учебные программы достаточно объёмный блок цифровых компетенций. Исследователи отмечают, что без сохранения классических инженерных дисциплин (механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, электрические машины и др.) невозможно сформировать инженерное мышление, способное решать нетривиальные задачи. В то же время игнорирование цифровых технологий ведёт к тому, что выпускник оказывается неготовым к работе в условиях современного производства.

Поиск баланса между традицией и инновацией – ключевая задача современной образовательной политики. Одним из решений является проектное обучение, при котором студенты осваивают цифровые инструменты в ходе работы над конкретными инженерными задачами.

Адаптация исторического опыта к современным условиям. Институт детских железных дорог, созданный в советский период, не только сохранился, но и получил развитие в современной России. В настоящее время в ОАО «РЖД» действует 25 детских железных дорог. В 2007 году открыта ДЖД в Казани, продолжаются реконструкция и модернизация существующих дорог. В 2020 году было утверждено новое типовое положение о ДЖД, предусматривающее двухступенчатую программу обучения: первые пять лет (5–9 классы) – изучение основ железнодорожных специальностей; следующие два года (10–11 классы) – блок личностного развития будущего специалиста (кружки робототехники, промышленного дизайна, транспортной логистики) [4]. Выпускники получают свидетельство об окончании обучения и характеристику-рекомендацию для поступления в профильные учебные заведения.

Адаптация ДЖД к современным вызовам проявляется в расширении спектра профессий, включая IT-направления, и в интеграции цифровых технологий в учебный процесс. В ряде городов на ДЖД внедряются VR-тренажёры и симуляторы, позволяющие

отрабатывать навыки управления поездом и обслуживания инфраструктуры в виртуальной среде.

Исторический анализ показывает, что наиболее устойчивые и эффективные решения в области подготовки кадров обладают общей чертой – они являются системными, то есть связывают образование с государственными нуждами, теорию с практикой, школу с производством. Бетанкуровская модель Института Корпуса инженеров путей сообщения предусматривала интеграцию образования и государственной службы: выпускники сразу направлялись на реальные проекты. Советская система ДЖД создала вертикаль: школа → ДЖД → техникум/вуз → предприятие. Современные проекты – «Приоритет-2030», передовые инженерные школы, «Цифровая кафедра» – развивают ту же логику: образование ориентировано на реальные потребности отрасли, студенты участвуют в проектах по заказу предприятий.

Примером служит Передовая инженерная школа «Академия ВСМ» Российского университета транспорта, открытая в декабре 2023 года. Её основные направления: подготовка инженерных кадров нового поколения, научно-техническое сопровождение первой высокоскоростной магистрали ВСМ-1 Москва – Санкт-Петербург, формирование инновационной базы для развития отрасли.

Заключение. Проведенный анализ демонстрирует ряд обобщающих положений. Первое – эволюция системы подготовки кадров для железнодорожной отрасли в России охватывает длительный период. Смена исторических контекстов на каждом этапе сопровождалась адаптацией образовательных моделей к актуальным вызовам времени. Однако на всем протяжении сохранялись фундаментальные установки: соединение теоретической подготовки с практической деятельностью, системный характер построения образовательных программ и неразрывная связь образования с потребностями государства.

Второе – появление детских железных дорог в 1930-х годах стало мощным инструментом профориентации, феномен которых доказал свою педагогическую эффективность. Современная модернизация детских железных дорог смотрится не как реликт прошлого, а как логичное звено в построении кадровой вертикали.

Третье – цифровая трансформация всех сфер деятельности ставит перед системой образования задачу пересмотра содержательного наполнения образовательных программ. Современный инженер ж.д. транспорта должен владеть не только фундаментальной базой, но и общим набором цифровых компетенций.

Таким образом, исторический опыт доказывает, что устойчивость институциональных решений обеспечивается их системным характером. Дореволюционная, советская и современная модели объединены общей логикой: образование не может развиваться в отрыве от реальной практики, оно всегда должно быть ориентировано на конкретные отраслевые задачи и строиться на принципах преемственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашков К. А. Инженерное образование в России: становление, развитие, перспективы // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2026. – № 1(1). – С. 3–10.
2. Вакуленко С. П. Трансформация транспортного образования в условиях цифровизации эксплуатационных процессов железнодорожного транспорта // Логистика и управление цепями поставок. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 4–12
3. Михаэлис Д. В. Система подготовки кадров для железнодорожной отрасли: ретроспективный анализ становления учебных заведений в дореволюционной России // Известия лаборатории древних технологий. – 2025. – Т. 21, № 3. – С. 133–139.

4. Михаэлис Д. В. Детская железная дорога как элемент предпрофессиональной подготовки кадров для железнодорожной отрасли // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. – 2025. – Т. 15, № 2. – С. 268–279.
5. Лабарешных Н. Н., Микаилов С. М. Эволюция железнодорожного образования и ее развитие в контексте Транспортной стратегии России // Техник транспорта: образование и практика. – 2025. – Т. 6. – Вып. 4. – С. 378–387.
6. Наумова, Д. В. Будущее транспорта уже здесь / Д. В. Наумова // Автоматика, связь, информатика. – 2025. – № 12. – С. 30–33.

УДК 94(47).084.8-055.2

ТРУДОВОЙ ПОДВИГ ЖЕНЩИН ТЫЛА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (НА ПРИМЕРЕ МОЕЙ ПРАБАБУШКИ СУХОПЛЮЕВОЙ Т. Ф.)

О. В. Яковлева, Э. П. Пономарёва
ИТЖТ — филиал ФГБОУ ВО «ПривГУПС»

Великой Победе – 81 год! Этот праздник – дань памяти и уважения ко всем, кто героически защищал свою Родину, трудился в тылу. Она далась очень дорогой ценой. Весь народ встал на защиту своей Родины: мужчины пошли воевать и в тылу остались женщины, дети, старики. На их плечи легла вся тяжесть труда, они заменили своих отцов, братьев, мужей, ушедших на фронт. Все трудились во имя Победы над врагом, не щадя себя, приближая долгожданную победу.

Цель исследования: на примере моей прабабушки, Сухоплюевой Таисьи Фёдоровны изучить вклад тружеников тыла в победу над фашизмом в годы Великой Отечественной войны.

Задачи: изучить биографию Сухоплюевой Таисьи Фёдоровны, ее трудовые достижения; анализ исторических источников и литературы по теме; изучить архивные документы, а также семейный архив.

Объект исследования: условия жизни в сельской местности в 1941–1945 гг.

Предмет исследования: биография Сухоплюевой Таисьи Фёдоровны в период войны, её трудовые успехи и повседневная жизнь.

Методы исследования: изучение и обобщение, беседа, исторический, анализ.

Гипотеза исследования: изучение истории жизни моей прабабушки поможет сохранить память о ней для следующих поколений.

История нашего рода берёт своё начало в живописной деревне Большие Пещёры. Именно там, 13 октября 1914 года, в церковной книге была сделана запись о том, что в деревне Большие Пещёры у православного крестьянина Фёдора Александровича Дубовикова и его жены Ольги Фёдоровны родилась дочь Таисья. В семье было восемь детей, семеро из которых умерли в раннем возрасте из-за болезни и тяжелых условий. Первая мировая война обернулась для России миллионами погибших, распадом империи и концом монархии [1]. В этой войне погиб и отец моей прабабушки, Федор Александрович. В 1917 году произошла революция, царская власть была свергнута. Для простой крестьянской семьи это означало не только смену власти, но и полное изменение уклада жизни [3]. В суровые послевоенные годы Таисье пришлось рано повзрослеть. В семье родилось ещё двое детей. Вместо беззаботных игр она помогала матери по хозяйству и заботилась о младших сёстрах. Школьное образование было

роскошью, недоступной для многих. Однако тяга к знаниям была сильна. Таисья посещала ликбез в течение двух зим, занимаясь три раза в неделю. Несмотря на краткость обучения, она училась прилежно и с большим усердием, что позволило ей освоить грамоту.

В 1932 году, в возрасте 18 лет, жизнь преподнесла ей новое испытание. По воле матери она была выдана замуж за Сухоплюева Егора Петровича, которого не любила. Это было тяжёлое бремя, но она приняла его со свойственным ей достоинством, стараясь построить семью. Взрослая жизнь началась с тяжёлого физического труда в колхозе. В браке родилось 3 детей, один из которых умер в возрасте 5 лет.

Мирная жизнь была прервана ранним утром 22 июня 1941 года. Началась Великая Отечественная война. В 1941 году был призван в ряды Советской Армии её муж, Егор Петрович, в звании рядового. Пропал без вести в августе 1942 года. Прабабушка осталась одна с двумя маленькими детьми на руках. Казалось, жизнь закончилась: смерть мужа, ребенка, но нет, женщины того времени очень сильны духом и она, собрав всю волю в кулак, продолжила работать и жить дальше!

В колхозе остались женщины, подростки и старики. Приходилось им работать и за мужчин, и за лошадей, и за машины. В поле выезжали на быках и коровах, а иногда и сами впрягались в плуга вместо измученных животных [2]. Приходилось поля копать и лопатами. Засевали все площади: сами недоедали, а своих защитников кормили! Прабабушка трудилась на полях не покладая рук. Её трудолюбие, острый ум и организаторские способности не остались незамеченными. Со временем она выросла до должности бригадира, а затем и председателя колхоза. Руководя коллективом, она проявила все свои лучшие качества: ответственность, трудолюбие. Однажды во время проверки были выявлены серьёзные нарушения в отчётности. Вместо того чтобы искать виноватых среди подчинённых или оправдываться, прабабушка проявила истинное благородство: она взяла всю ответственность на себя и добровольно попросила снять её с должности председателя. Этот поступок не только сохранил честь её коллег, но и укрепил её авторитет среди жителей деревни.

После войны жизнь постепенно начала налаживаться. Прабабушка сменила тяжёлую работу в поле на более спокойное, но требующее знаний дело — пчеловодство. Она с любовью ухаживала за пасекой. Мёд, собранный её руками, славился на всю округу, принося дополнительный доход колхозу и радость односельчанам. Мед продавался на рынках Ижевска и Сарапула. Замуж больше прабабушка не вышла, растила двоих детей. Семья была важной частью её жизни, заботливо относилась к детям и внукам. Передавала им свои знания и опыт. Учила детей быть честными, трудолюбивыми и отзывчивыми людьми. Моя прабабушка была всегда и во всем впереди, принимала активное участие в жизни и воспитании своих внуков. Всегда старалась направлять их, советовала, как поступить в той или иной ситуации. Учила, что такое хорошо и что такое плохо, что в жизни всегда всего нужно добиваться самому, прикладывая к этому немалые усилия. Как говорила моя прабабушка, достойным человеком не рождаются, а становятся, воспитываются семьёй, коллективом, обществом. Именно в семье, в трудовом коллективе и обществе формируется сильная личность, которая достойна уважения.

Наша прабабушка – образец для подражания, её жизненный путь не был легким и прямым. Трудолюбие, настойчивость и целеустремленность помогли моей прабабушке стать тем, кем она является. Её дом всегда был полон тепла, а её советы до сих пор звучат в сердцах потомков как нравственный ориентир. Умерла моя прабабушка в 1978 году, в возрасте 64 года. Сегодня мы с гордостью и трепетом храним память о моей прабабушке. Её фотографии в семейных альбомах — это не просто снимки, а окна в прошлое, через которые мы видим

пример истинного величия духа. История моей прабабушки напоминает нам о том, что сила народа заключается в таких людях — скромных, трудолюбивых и бесконечно любящих свою Родину. Она навсегда останется для нас символом преемственности поколений и вечным источником вдохновения.

Данная работа позволила узнать и рассказать о моей прабабушке – труженице тыла и её семье, а также показать ту правду о той страшной войне и тяжелой жизни, которая коснулась людей того времени. Работа развивает интерес к истории, воспитывает уважение к людям, подарившим нам мирное время. Самое главное я поняла, что все уходит в историю: страдания людей, разруха, голод. Наше поколение имеет возможность прикоснуться к войне в воспоминаниях свидетелей того времени. Сегодня рядом с живыми ветеранами, тружениками тыла – мы их внуки, и правнуки. И связь поколений никогда не прервется. Женский подвиг в годы войны всегда будет достоин восхищения и гордости у молодого поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самоотверженный труд и детство жительницы-ветерана села Киясово. – URL: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2015/10/26/samootverzhenyy-trud-i-detstvo-zhitelnitsy-sela-kiyasova-veterana>
2. Удмуртия в Великую Отечественную войну: в труде как в бою. – URL: <https://iz-article.ru/article/203/udmurtiya-v-velikuyu-otechestvennuyu-voynu-v-trude-kak-v-boyu>
3. Удмуртская Республика и Книга памяти. Составители: Н. Г. Лихачева, Л. А. Веретенникова, Т. В. Савина, А. Н. Осипова, А. И. Чухланцев и Л. Л. Коробейникова. – Ижевск: Удмуртия, 1994. – 512 с.

2026 г.

Научное издание

ИННОВАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЁННОЙ
50-ЛЕТИЮ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
И 50-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

ТОМ 2

Самара, 24–25 сентября 2026 г.

Подписано в печать 09.09.2026. Формат 60×90 1/8.
Усл. печ. л. 18,75. Тираж 500 экз. (1-й завод 75). Заказ 147.

Издательско-полиграфический центр ПривГУПС.
443022, Самара, Заводское шоссе, 18.
Тел.: 8 (846) 200-21-10.

Отпечатано в Приволжском государственном университете путей сообщения.
443022, Самара, Заводское шоссе, 18.
Тел.: 8 (846) 200-21-10.