

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XIV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Астана, 2026

УДК 656:620.9

ББК 65.37+65.305.1

A43

Редакционная коллегия:

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

ISBN 978-601-385-216-4

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

ISBN 978-601-385-216-4

УДК 656:620.9
ББК 65.37+65.305.1

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 2 «ТРАНСПОРТ, ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ»**

Алпысбаев Н.Қ., Касабеков М. И. ОРТА ҚАШЫҚТЫҚТАҒЫ ҰШАҚ ТИПТІ ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ҰШУ ҚАШЫҚТЫҒЫНА ӘСЕРІН ТАЛДАУ	316
Асанби А. Д., Кокаев У.Ш. ЖЕҢІЛ АВТОКӨЛІКТІҢ АРТҚЫ КӨРІНІС АЙНАЛАРЫНЫҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ	320
Арпабекова А. М., Jan Vlnka КОНСТРУКЦИЯ КОВША ЭКСКАВАТОРА С КОЛЬЦЕВЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ДЛЯ ПОДЪЕМА ГРУЗОВ	325
Арстамбаев С.О., Боярин В.А. ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ И МОБИЛЬНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗЕНИТНОЙ ПУШКИ С-60 ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ С КОЛЕСНЫМ БАЗОВЫМ ШАССИ	328
Әлібек Б.Ә., Жаманбаев Б.У. КОНТРЕЙЛЕРЛІК ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ӘЛЕМДІК ТӘЖІРИБЕСІН ЖҮЙЕЛІ ТАЛДАУ	332
Бақытов Ж.Д., Каражанов А.А. МЕТАЛЛ ҰНТАҚТЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ КӨЛІК БӨЛШЕКТЕРІНІҢ КОРРОЗИЯҒА ТӨЗІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІН ТАЛДАУ	335
Bekbay B.B., Sirgetayeva G.E. IMPROVING THE EFFICIENCY OF ELECTRIC MOTORS OF TRANSPORT VEHICLES UNDER LOW-TEMPERATURE CONDITIONS	339
Дуйсембаева Б.Ш., Тогизбаева Б.Б., Баташов С.И. ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕРОВНОСТЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ И МЕТОДЫ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ	342
Ескендір І.А. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ПРИ СБОРКЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ	348
Жұмағұл Қ. М., Сиргетаева Г.Е. ҚАЛАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ДИЗЕЛЬДІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІНІҢ ПАЙДАЛАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН БАҒАЛАУ ӨЗЕКТІЛІГІ	353
Жанбатыр У., Жаманбаев Б.У. АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА КӨЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІНЕ МИКРОМОБИЛЬДІЛІКТІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	356
Жаманкулов С.Т., Каражанов А.А. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП АВТОПАРКТІ ПРЕДИКТИВТІ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ	358
Қуанышбекова Қ.Қ., Тогизбаева Б.Б. ШӨМШТІ ЭЛЕВАТОРДЫҢ ЖҰМЫС ОРҒАНЫН ЕСЕПТЕУДЕ ҚАБЫҚША ТЕОРИЯСЫН ҚОЛДАНУ	361
Мамбетов Д.М., Джундибаев В.Е., Сахапов Р.Л. ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ	

МЕЖМОДУЛЬНОГО УСТРОЙСТВА КРЕПЛЕНИЯ СМЕННОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ	364
Омаров Б.Ж., Сиргетаева Г.Е. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА АСТАНА	366
Раунак Д.О., Костюченкова О.Н. СНИЖЕНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРИЦЕПАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕМПФИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ	369
Тойлыбаев А.Е., Баймағамбетов А., Құрманәліұлы Д. АВТОМОБИЛЬДЕНДІРУ ДЕҢГЕЙІ ЖӘНЕ КӨЛІКТІК ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ НАРЫҒЫНДАҒЫ ҰСЫНЫСТАРДЫҢ АРТУЫ	372
Тулєков А.Б., Сахапов Р.Л., Кенесбек И.Б. МҰНАРА КРАНЫНЫҢ БУМ ЖҰМЫСЫНДАҒЫ ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ РӨЛІ	377

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕРОВНОСТЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ И МЕТОДЫ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

Дуйсембаева Бакытжамал Шариповна
sharipovna27@mail.ru

докторант кафедры «Транспортная инженерия» ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Астана,
Казахстан

Тогизбаева Баглан Болсыновна
Baglant099@gmail.com

доктор технических наук, профессор Евразийский национальный университет им.
Л.Н.Гумилева Астана, Казахстан
Баташов Сергей Иванович
к.т.н., МИИТ (РУТ), Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы построения вероятностной модели спектральной плотности случайных вертикальных неровностей железнодорожного пути. Анализируются методы обработки данных, получаемых с помощью путеизмерительных вагонов, и особенности восстановления спектральных характеристик неровностей пути с учетом передаточной функции измерительной системы. Предложена модель спектральной плотности, позволяющая аппроксимировать экспериментальные данные в широком диапазоне длин волн и использовать полученные результаты для оценки динамического взаимодействия подвижного состава и пути. Рассматриваются методы классификации вертикальных неровностей на основе параметров спектральной модели, а также подходы, основанные на методах теории распознавания образов, главных компонент и факторного анализа. Показано, что использование вероятностных моделей спектральных характеристик позволяет повысить точность оценки динамических нагрузок, возникающих в системе «колесо–рельс», и может применяться при диагностике состояния железнодорожного пути и назначении допустимых скоростей движения поездов.

Ключевые слова: железнодорожный путь, вертикальные неровности пути, спектральная плотность, динамическое взаимодействие колесо–рельс, коэффициент вертикальной динамики, спектральный анализ, путеизмерительный вагон, классификация состояния пути, главные компоненты, факторный анализ.

В современных системах диагностики железнодорожного пути большое значение имеет анализ геометрических параметров пути, в частности вертикальных неровностей рельсовой колеи. Эти неровности оказывают существенное влияние на динамическое взаимодействие подвижного состава и пути, а также на надежность и безопасность движения поездов.

Для корректного анализа динамических процессов необходимо знать спектральную плотность случайных вертикальных неровностей пути, поскольку именно она определяет характер динамических нагрузок, возникающих в системе «колесо – рельс».

В данной статье рассматривается построение вероятностной модели спектральной плотности вертикальных неровностей пути, методы оценки ее параметров, а также подходы к классификации состояния железнодорожного пути на основе спектрального анализа.

Исходные данные для анализа получают с помощью специальных вагонов-путеизмерителей, регистрирующих просадки пути в процессе движения. Однако спектр регистрируемого сигнала не совпадает непосредственно со спектром реальных

неровностей пути, поскольку измерительная система обладает собственной передаточной функцией.

Передаточная функция может содержать разрывы или области, в которых она определена недостаточно точно. В результате спектральная плотность неровностей, полученная после обработки измеренных данных, оказывается кусочно-определенной функцией.

Для корректного восстановления характеристик неровностей в таких областях необходимо построение математической модели спектральной плотности, позволяющей выполнить аппроксимацию экспериментальных данных.

Особое значение имеет диапазон длин волн неровностей, влияющих на динамические нагрузки в элементах пути.

Модель, используемая для оценивания показателей взаимодействия пути и экипажа [1], требует достаточно близкого описания спектральных плотностей вертикальных неровностей исследуемого отрезка пути в различных диапазонах длин волн. Например, при оценке максимальных вероятных осевых напряжений в подошве рельса важную роль играют неровности с длинами волн от 1 до 30 м. В области коротковолновых неровностей (1–2 м) требуется особенно точная аппроксимация спектра, поскольку именно такие неровности могут вызывать значительные динамические усилия в точке контакта «колесо – рельс». С другой стороны, при определении коэффициента вертикальной динамики грузовых вагонов более существенное влияние оказывают длинноволновые неровности с длинами волн до 80 м. Следовательно, модель спектральной плотности должна обеспечивать достаточную точность описания спектра в широком диапазоне длин волн.

Для оценки значения коэффициента вертикальной динамики грузового вагона необходима более точная аппроксимация в области длинноволновых неровностей (20–80 м). Модели спектральных плотностей неровностей пути, обзор которых был приведен, не удовлетворяют высоким требованиям к точности аппроксимации в указанных диапазонах волн. Поэтому для расчетов динамической нагруженности подвижного состава железных дорог была разработана новая модель S_x^* вида:

$$10 \lambda g S_x^* = A + B \lambda n \omega, \quad (1)$$

где S_x^* – спектральная плотность случайных вертикальных неровностей пути ($\text{м}^3/\text{рад}$);

ω – круговая частота ($\text{рад}/\text{м}$);

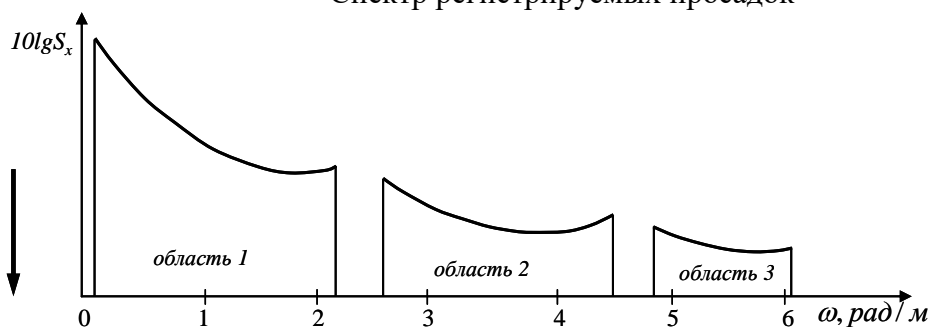
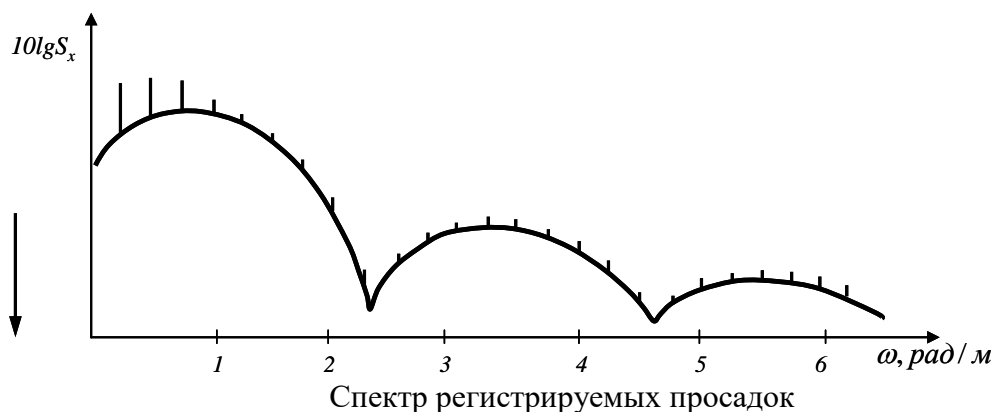
A, B – коэффициенты модели.

Для решения этой задачи была предложена модель спектральной плотности случайных вертикальных неровностей пути, представляющая собой линейную зависимость в логарифмических координатах. Такая модель удобна тем, что позволяет оценивать параметры спектра с использованием метода наименьших квадратов. В общем виде модель описывается линейным соотношением между логарифмом спектральной плотности и логарифмом круговой частоты. Параметрами модели являются коэффициенты A и B , которые определяют уровень спектра и скорость его изменения в зависимости от частоты.

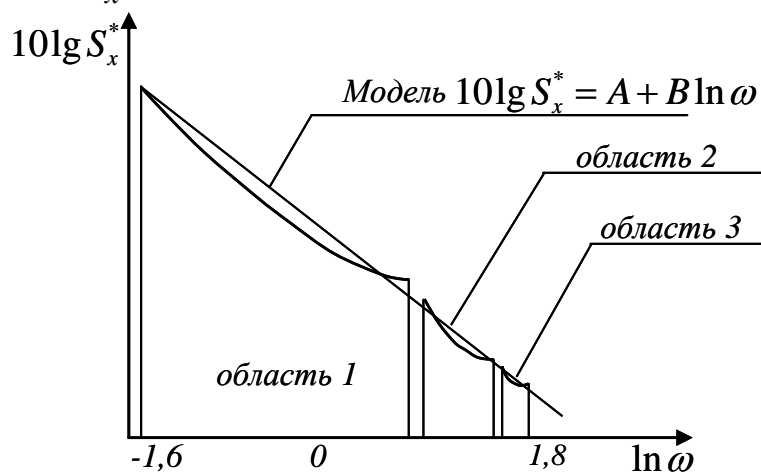
Определение этих коэффициентов выполняется на основе экспериментальных данных, полученных в результате спектрального анализа сигналов, регистрируемых путеизмерительными системами.

При построении модели используются только те значения спектральной плотности, которые относятся к диапазонам частот, где передаточная функция измерительной системы определена достаточно корректно. В этих диапазонах

выполняется аппроксимация спектра линейной функцией в логарифмических координатах.



Операции обработки: домножение спектра $S_x(\omega)$ на $W(\omega)$ вычисление и масштабирование спектральной плотности S_x^* в заданных областях ($[W] < 2$); фильтрация значений $S_x^*(\omega)$ на частотах $2\pi k/25m$ ($k=1, 2, 3, \dots$)



Преобразование оси частот ω к логарифмическому масштабу $\ln \omega$; оценка коэффициентов модели A и B (рисунок 1.)

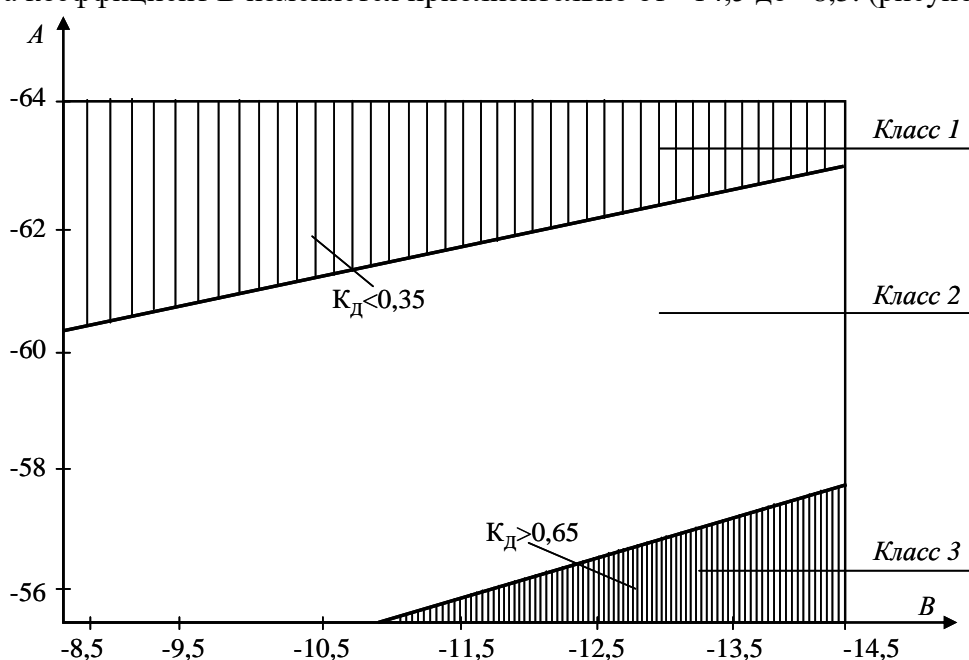
Рисунок 1 – Построение модели спектральной плотности случайных вертикальных неровностей пути

Такой подход позволяет обеспечить более точное описание высокочастотной части спектра, поскольку при переходе к логарифмическому масштабу ширина рассматриваемых частотных областей уменьшается по мере увеличения частоты.

Это приводит к более равномерному распределению точек аппроксимации и повышает точность оценки параметров модели.

Для практической реализации процедуры построения модели была разработана специальная программа, выполняющая автоматическую обработку экспериментальных данных. Программа осуществляет преобразование исходного спектра просадок пути, выделение случайной составляющей процесса, умножение ее на квадрат модуля передаточной функции измерительной системы и вычисление параметров модели А и В. Кроме того, выполняется переход к логарифмическому масштабу частот и фильтрация значений спектральной плотности в областях, где передаточная функция измерительной системы может вносить значительные искажения.

Результаты обработки большого количества экспериментальных спектров позволили определить характерные диапазоны изменения коэффициентов модели. Было установлено, что значения коэффициента А обычно находятся в пределах от -64 до -56, а коэффициент В изменяется приблизительно от -14,5 до -8,5. (рисунок 2.)



Экипаж: грузовой четырехосный вагон на тележках ЦНИИ-Х3-0, Р = 24т.

Скорость движения: 80км/час.

Правила классификации:

Класс 1 – коэффициент вертикальной динамики $K_D < 0,35$.

Класс 2 – $0,35 < K_D < 0,65$.

Класс 3 – $K_D > 0,65$.

Рисунок 2 – Построение правил классификации спектров случайных вертикальных неровностей

Эти диапазоны отражают статистическое разнообразие состояний железнодорожного пути и позволяют выполнять вероятностную оценку характеристик неровностей на различных участках железных дорог. Таким образом, модель спектральной плотности может использоваться не только для анализа отдельных измерений, но и для статистического описания состояния пути в целом.

Одной из важных задач является классификация состояния железнодорожного пути на основе характеристик вертикальных неровностей. Для этой цели пространство возможных значений коэффициентов модели делится на области, соответствующие различным классам состояния пути. В качестве критериев классификации используются

показатели динамического взаимодействия подвижного состава и пути, например коэффициент вертикальной динамики грузового вагона или максимальные осевые напряжения в подошве рельса. На основе расчетов строятся разделяющие границы в пространстве коэффициентов модели, которые позволяют отнести конкретный участок пути к одному из классов: хорошему, удовлетворительному или неудовлетворительному.

Следует отметить, что одинаковые значения динамических показателей могут соответствовать различным спектральным характеристикам неровностей. Например, значительное динамическое воздействие может быть вызвано как наличием длинноволновых неровностей большой амплитуды, так и большим количеством коротковолновых неровностей меньшей амплитуды. Это означает, что не существует единственной универсальной спектральной характеристики, которая однозначно отделяла бы различные классы состояния пути. Поэтому для корректной классификации необходимо учитывать форму спектра в целом.

Практическое применение разработанных методов классификации позволяет решать важные эксплуатационные задачи, например определять допустимые скорости движения поездов на исследуемых участках пути. На основе результатов спектрального анализа и построенной модели неровностей можно оценить вероятные значения динамических нагрузок и установить ограничения скорости, обеспечивающие безопасную эксплуатацию пути и подвижного состава.

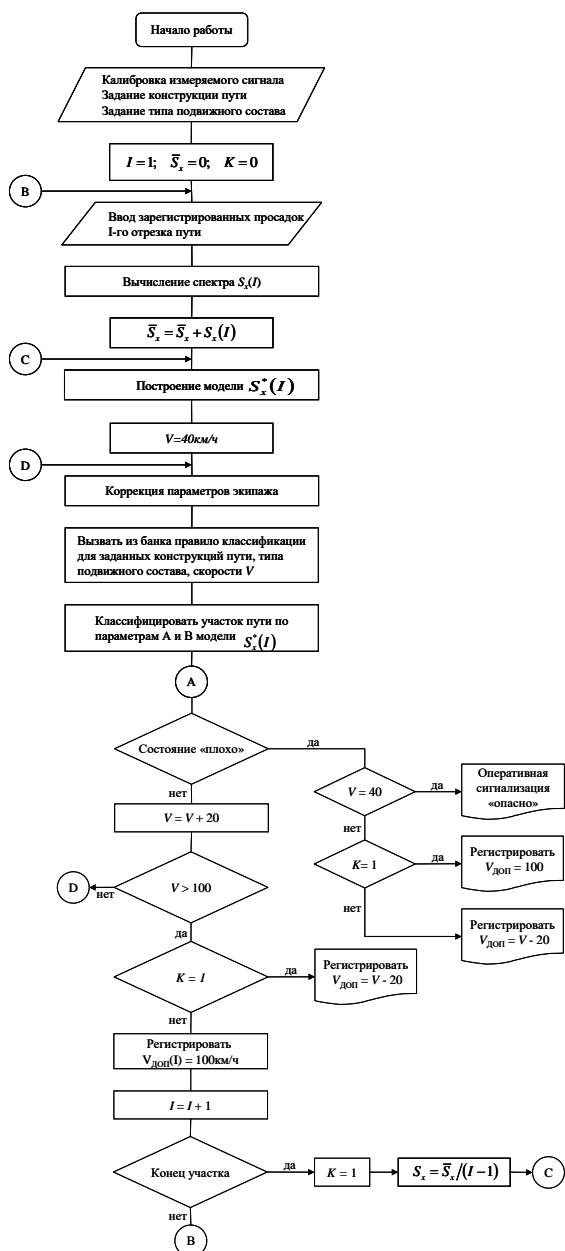
Дополнительную сложность в анализе вертикальных неровностей представляют стыковые просадки рельсов, которые могут существенно влиять на динамические нагрузки. Даже если случайные неровности участка пути соответствуют хорошему классу состояния, наличие значительных стыковых просадок может привести к увеличению коэффициента вертикальной динамики и ухудшению условий движения. Поэтому при анализе спектральных характеристик необходимо выделять и отдельно учитывать вклад неровностей в местах стыков рельсов.

Для повышения эффективности автоматизированных систем диагностики пути были предложены методы классификации, основанные на теории распознавания образов. В этом подходе каждый участок пути рассматривается как образ, характеризуемый набором признаков – гармонических составляющих спектра неровностей. Задача классификации сводится к определению принадлежности нового образа к одному из заранее известных классов состояния пути на основе обучающей выборки, сформированной из ранее исследованных участков.

Однако спектральные характеристики могут содержать большое число признаков, что затрудняет построение классификационных правил. Поэтому перед применением методов распознавания выполняется процедура уменьшения размерности признакового пространства. Для этой цели используется метод главных компонент, позволяющий заменить исходный набор гармонических составляющих меньшим числом новых признаков, которые представляют собой линейные комбинации исходных параметров и сохраняют основную часть информации о структуре спектра.

Анализ экспериментальных данных показал, что первые несколько главных компонент описывают практически всю дисперсию исходных признаков. Например, пять первых компонент могут объяснять более 99% общей дисперсии спектральных характеристик. Это позволяет существенно упростить задачу классификации, сохранив при этом необходимую информативность признаков. После преобразования данных в пространство главных компонент используются методы дискриминантного анализа для построения разделяющих функций между классами состояния пути.

Применение методов распознавания образов позволяет создавать эффективные алгоритмы автоматической диагностики железнодорожного пути. Такие алгоритмы



могут использоваться в составе бортовых информационно-вычислительных комплексов путеизмерительных вагонов и обеспечивать оперативную оценку состояния пути непосредственно в процессе движения. Это значительно повышает эффективность контроля и позволяет своевременно выявлять участки, требующие ремонта или ограничения скорости движения. Блок-схема алгоритма программы приведена на рисунке 3.

- \bar{S}_x – усредненный спектр посадок участка пути;
- $S_x(I)$ – спектр посадок текущего отрезка пути;
- I – номер анализируемого отрезка пути заданной длины;
- K – признак конца участка.

Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма назначения допустимых скоростей движения по исследуемым отрезкам пути

Таким образом, разработанная вероятностная модель спектральной плотности вертикальных неровностей пути и методы их классификации представляют собой важный инструмент анализа динамического взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути. Использование спектрального анализа, статистических методов обработки данных и алгоритмов распознавания образов позволяет получить более точное представление о состоянии железнодорожной инфраструктуры и повысить надежность ее эксплуатации.

В дальнейшем развитие данных методов связано с совершенствованием алгоритмов обработки измерительной информации, расширением баз экспериментальных данных и внедрением современных вычислительных технологий. Перспективным направлением является использование интеллектуальных систем анализа данных и методов машинного обучения для автоматического выявления закономерностей в спектральных характеристиках неровностей. Это позволит создавать более точные модели взаимодействия пути и подвижного состава и повысить эффективность управления техническим состоянием железнодорожной сети.

Список использованных источников

1. Данилов В.Н., Яковлев В.Ф. Расчёт железнодорожного пути на вертикальные и горизонтальные динамические нагрузки. – М.: УМЦ ЖДТ, 2013. – 318 с.
2. Кудрявцев Н.Н., Белоусов В.Н. Моделирование динамического взаимодействия колеса и рельса при наличии неровностей // Вестник ВНИИЖТ. – 2016. – № 2. – С. 18–24.
3. Ушкалов В.Ф. Идентификация параметров вагонов на основе экспериментальных данных с применением цифровой обработки сигналов // Наука и транспорт. – 2017. – № 3. – С. 41–47.
4. Крейнис З.Л., Зеленая Л.В. Спектральный анализ геометрии рельсовой колеи с применением цифровых технологий // Транспорт Российской Федерации. – 2015. – № 4. – С. 34–38.
5. Данилов В.Н., Кудрявцев А.М. Диагностика состояния железнодорожного пути. – М.: Транспорт, 2002.
6. Белоусов В. Н., Кудрявцев Н. Н. Оценка динамических сил при движении вагонов по пути с неровностями // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 9. – С. 25–29.
7. Коган А.Я. Спектральные методы анализа случайных процессов. – М.: Наука, 2012.
8. Ершков О.П., Лысюк В.С. Компьютерное моделирование поперечных сил в кривых участках железнодорожного пути // Вестник ВНИИЖТ. – 2024. – № 1. – С. 17–24.
9. Камаев В.А., Никитин С.В. Динамические характеристики тележек перспективных грузовых вагонов : монография. – М. : Машиностроение, 2025. – 296 с.
10. Певзнер В. О., Коган А. Я. Экспериментальные исследования динамического взаимодействия пути и подвижного состава при повышенных осевых нагрузках // Вестник ВНИИЖТ. – 2025. – № 2. – С. 12–19.
11. Савоськин А.Н., Данилов В.Н. Комплексная оценка динамических нагрузок в системе «колесо–рельс» на основе численного моделирования и натурных испытаний: монография. – М.: УМЦ ЖДТ, 2025. – 368 с

УДК 621.865

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ПРИ СБОРКЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ

Ескендір Ілияс Айдосұлы

021204501422@enu.kz

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, город Астана, Казахстан