

СБОРНИК
трудов участников конкурса
«Молодые ученые транспортной отрасли»

2019 год

Содержание

1. Использование механизма государственно-частного партнерства на водном транспорте. Автор – Олефир А.Е.....	4
2. Повышение конкурентоспособности отечественных судоходных компаний с применением мер государственно-частного партнерств. Автор – Волинчиков И.Б.....	24
3. Государственно-частное партнерство в сфере транспортной инфраструктуры как инструмент обеспечения транспортной безопасности. Автор – Некрасова И.Е.....	30
4. Опыт использования средств виртуальной реальности в разработке учебного тренажера заделки пробоин в корпусе судна для подготовки плавсостава. Авторы – Климашов В.Ю., Емельянов А.А., Боровилов А.О.....	36
5. Нейронные сети для аппроксимации многомерных табличных данных Автор – Панич Е.А.....	50
6. Информационно-аналитическая система логистического нормирования деятельности объектов терминально-складской инфраструктуры. Автор – Покровская О.Д.....	66
7. Анализ и прогнозирование спроса на рынке морских грузовых и пассажирских перевозок в существующем паромном сообщении Ванино–Холмск, а также изучение предпосылок для открытия новой паромной линии Владивосток–Южно-Курильск–Шикотан–Курильск–Владивосток. Автор – Бондаренко Ю.В.....	82
8. О тенденциях развития пассажиропотока поездов "Сапсан" на маршруте Москва–Санкт-Петербург. Авторы – Арсёнова А.С., Сагайдак К.М., Шульман. Д.О.....	102
9. Совершенствование методов определения себестоимости перевозок в высокоскоростном движении для анализа, оценки и управления эксплуатационными расходами. Автор – Сячин А.Е.....	114
10. Дистанционный курс по английскому языку (разработка и реализация для людей с ограниченными физическими возможностями здоровья в виртуальной обучающей среде moodle в Сибирском государственном университете путей сообщения). Авторы – Ульянова У.А., Хайбулина Ю.Г.....	121
11. Особенности правового регулирования формирования «доступной среды» для инвалидов и маломобильных групп населения на отдельных видах транспорта. Авторы – Ланцева В.Ю., Мигда Н.С.....	132
12. Проблемы и перспективы внедрения технологии «одного окна» в пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации. Авторы – Дмитриева О.А., Поляков А.Е.....	143
13. Проблемные аспекты реализации технологии «единого окна» в порту Новороссийск. Автор – Головань Т.В.....	176
14. Внедрение принципа «одного окна» («единого окна») в пунктах пропуска через государственную границу. Автор – Исламов Э.Т.....	188
15. Повышение эффективности технологии управления процессами переработки рефрижераторных контейнерных грузов. Автор – Павлова Л.А.....	199
16. Развитие предприятий транспортной отрасли регионов крайнего севера Российской Федерации для обеспечения продовольственной безопасности. Автор – Полешкина И.О.....	205

17. Позиционирование беспилотного летательного аппарата по результатам обработки изображений и математическое моделирование плавных траекторий движения. Автор – Андриянов Н.А.....	222
18. Антенные системы из углекомпозитных материалов с возможностью интеграции в корпус транспортного средства. Автор – Беляев Г.Р.....	238

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗОК В ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ ДЛЯ АНАЛИЗА, ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ РАСХОДАМИ

Автор: Сячин Антон Евгеньевич

Российский университет транспорта (МИИТ) (РУТ (МИИТ)), Москва, Россия

В исследовании автором предложена методика расчета эксплуатационных расходов и себестоимости 1 поезд-километра на проектируемых высокоскоростных магистралях (здесь и далее – ВСМ). Проанализированы факторы, влияющие на эксплуатационные расходы и себестоимость перевозок, выделены наиболее значимые факторы для высокоскоростного движения. Предложена скорректированная система калькуляционных измерителей для расчета себестоимости перевозок по ВСМ. Представлен прогноз пассажиропотока в дальнем следовании АО «ФПК» на период до 2022 года с анализом, выявлением причин сложившейся тенденции и практическими рекомендациями.

Ключевые слова: транспорт, высокоскоростные поезда, высокоскоростные магистрали, эксплуатационные расходы высокоскоростных железнодорожных перевозок, себестоимость высокоскоростных железнодорожных перевозок, прогнозирование пассажиропотока.

ВВЕДЕНИЕ

Сеть высокоскоростных магистралей в мире активно развивается. Среди наиболее успешных стран-строителей ВСМ выделяются Китай, Испания, Япония, Франция, Германия, Италия [1].

Среди социально-экономических эффектов внедрения высокоскоростного движения выделяются следующие: повышение мобильности населения, улучшение качества и доступности транспортных услуг, объединение агломераций и региональных центров в единый агломерат, соединение удаленных регионов между собой и их развитие, повышение социально-экономического потенциала и престижа страны, создание новых рабочих мест, повышение квалификации специалистов и уровня занятости населения, привлечение дополнительных инвестиций в транспортную отрасль, привлечение дополнительных инвестиций в транспортную отрасль, предоставление населению новой услуги и нового уровня обслуживания в пути следования [2].

Среди многочисленных преимуществ от создания сети ВСМ существуют существенные минусы: необходимость строительства специализированных путей для высокосортных поездов, так как они из-за большой разности в скорости будут снимать нитки хода обычных и скорых поездов, дороговизна строительства и специализированных составов. Перечисленные минусы ведут к долгой окупаемости, высокой стоимости билетов, низкой рентабельности и медленной отдаче авансированного капитала, что является причиной откладывания начала строительства ВСМ Москва-Казань и ВСМ Москва-Санкт-Петербург. Для реализации проекта ВСМ необходима финансовая поддержка государства (субсидии из федерального бюджета, средства Фонда национального благосостояния), привлечение частных инвесторов и банков [3].

Прогнозирование пассажиропотоков АО «ФПК» в дальнем следовании, анализ и возможные причины сложившейся тенденции

На основании статистических данных по перевезенному годовому пассажиропотоку АО «ФПК» за 2011-2016 года (таблица 1) составлен методом корреляционного анализа с использованием линейного уравнения парной регрессии прогноз пассажиропотока на 2017-2022 года (рисунок 1).

В ходе дополнительных расчетов автора уравнение регрессии приобретает вид:

$$y_i^п = 5378,55 - 2,62x_i, (1)$$

где: x_i – момент времени (отчетные года);

$y_i^п$ - прогнозное значение пассажиропотока в i -ый момент, вычисленное по уравнению регрессии.

Эконометрический смысл уравнения: в следующем году годовой пассажиропоток уменьшится в среднем на 2,62 миллиона пассажиров (отрицательное значение коэффициента регрессии перед переменной x_i).

Полученный прогноз динамической системы, наглядно представленный на рисунке 1, показывает тенденцию к убыли пассажиропотока АО «ФПК» в дальнейшем следовании, (отрицательное значение коэффициента регрессии). Этот характер изменения пассажиропотока может быть объяснен следующими причинами:

- неэффективная тарифная политика, заключающаяся в предоставлении скидок на купейные вагоны при заблаговременной покупке. Накануне отправления потенциальный пассажир вынужден покупать самые дорогие билеты в купе;
- рост стоимости проезда в поездах по причине сокращений субсидий государством, которые, в свою очередь, ведут к задержке обновления парка пассажирских вагонов;
- неудобное расписание отправок поездов;
- отмена значительной части поездов, которые, по мнению перевозчика, невыгодны;
- низкая скорость пассажирских поездов.

К практическим рекомендациям можно отнести составление прогноза пассажиропотока на основе 10-летней статистической базы сроком на 2-3 года вперед с ежегодным обновлением базы. Полезно дополнять прогноз для всей компании прогнозами на тех направлениях, по которым реализуются до 60-70% пассажиропотока компании.

В исследовательских целях полезно сравнивать полученный прогноз с прогнозами методами гармонических весов и экспоненциального сглаживания с возможным выбором средних величин.

Прогнозирование пассажиропотоков в целом для АО «ФПК» показывает общую тенденцию, с которой пассажиропоток отдельных направлений может не совпадать. Прогнозы пассажиропотоков для ВСМ в России достаточно приближены, точность которых приблизительно 20-25%. Практика эксплуатации европейских ВСМ показывает, что фактические объемы перевозок пассажиров обычно ниже прогнозных значений [4].

Вопрос прогнозирования пассажиропотока крайне важен, так как от него во многом зависит целесообразность проектов ВСМ в России.

Таблица 1 - Статистические данные по перевезенным пассажирам АО «ФПК» за период 2011-2016 гг.

Отчетные годы x_i	Значения годового пассажиропотока u_i , млн. пасс.
2011	112,5
2012	114,2
2013	108,6
2014	98,7
2015	91,3
2016	93,8

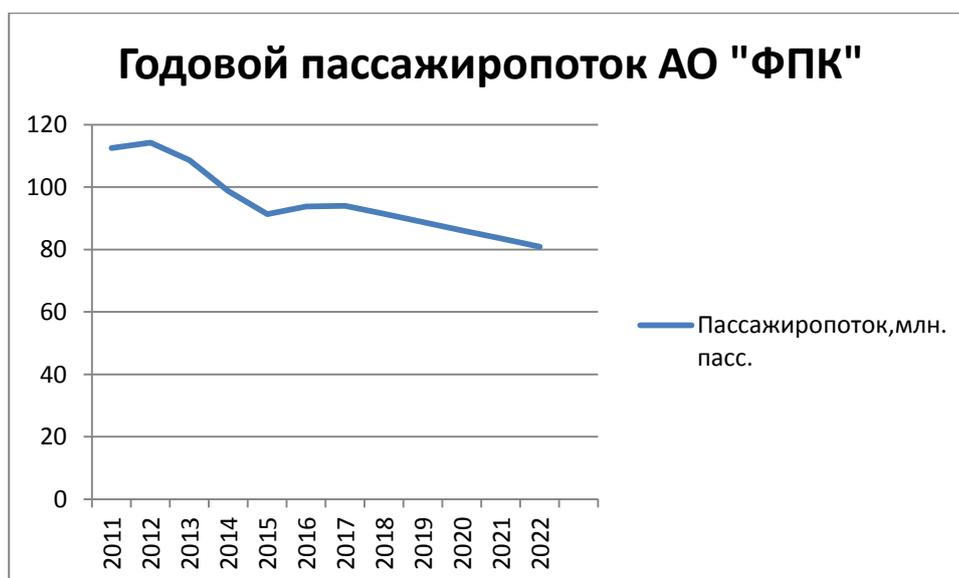


Рисунок 1 – График исходных и прогнозируемых значений перевезенных пассажиров АО «ФПК», полученный с помощью метода корреляционного анализа с использованием линейного уравнения парной регрессии

Методика определения эксплуатационных расходов и себестоимости пассажирских перевозок по высокоскоростным магистралям

Для определения себестоимости пассажирских перевозок по ВСМ взят метод единичных расходных ставок.

Эксплуатационные расходы представляют собой сумму зависящих от объемов перевозок расходов и условно-постоянных расходов.

К условно-постоянным расходам относятся расходы, связанные с ремонтом, техническим обслуживанием, амортизацией постоянных устройств, пути, верхнего строения пути (ВСП), контактной сети, ЛЭП, электрической централизации стрелок, амортизацией и отчислениями в резерв на капитальный ремонт ВСП, амортизацией ВСМ, прочие расходы. Доля условно-постоянных расходов определяется на единицу перевозок или принимается в процентах от части зависящих расходов (по пробным расчетам автора порядка 300-365%). При использовании второго варианта можно отдельно от зависящей части рассчитать условно-постоянные расходы, опираясь на достаточно надежную основу – проектную стоимость всей магистрали [5].

Расходная ставка – зависящие расходы, приходящиеся на единицу измерителя. Расходная ставка i -ого измерителя определяется следующей формулой:

$$e_i = \frac{\sum_j E_{ij} + \sum_j (Z_{ij} \cdot K)}{I_i}, \quad (2)$$

где: E_{ij} – основные зависящие расходы по j -ой статье i -ого измерителя, руб.;

Z_{ij} – фонд заработной платы по j -ой статье, руб.;

K – коэффициент размера начислений на фонд заработной платы общепроизводственных расходов;

I_i – величина i -ого измерителя, ед.

Расчет методом единичных расходных ставок складывается из двух этапов:

- 1 этап (предварительный) – расчет расходных ставок, приходящихся на единицу измерителя (по формуле (2));

- 2 этап (основной) – расчет эксплуатационных расходов и определение себестоимость перевозок.

Основной этап:

1) устанавливается объем перевозок и единица перевозок (1 поезд-км, 1 пассажиро-км), потом составляется перечень калькуляционных измерителей так, чтобы система калькуляционных измерителей включала все элементы технологического процесса. Затем рассчитываются величины каждого калькуляционного измерителя при освоении выбранного объема перевозок;

2) умножаются расходные ставки на соответствующие величины калькуляционных измерителей, полученные результаты суммируются. Найденная сумма представляет собой общие зависящие расходы;

3) вычисляются условно-постоянные расходы на единицу перевозок, затем значение умножается на выбранный объем перевозок (или принимаются в процентах от зависящих расходов);

4) суммируются зависящие и условно-постоянные расходы, образуя эксплуатационные расходы. Себестоимость перевозок в конечном счете определяется отношением эксплуатационных расходов к выбранному объему перевозок [6].

Разработка системы показателей для формирования и анализа эксплуатационных расходов и себестоимости пассажирских перевозок

К системе калькуляционных измерителей для определения себестоимости пассажирских железнодорожных перевозок по действующим магистралям отнесены: вагоно-километры, вагоно-часы, локомотиво-километры, локомотиво-часы, бригадо-часы поездных бригад, локомотиво-часы локомотивных бригад, тонно-километры брутто вагонов и локомотивов, отправленные пассажиры, 1 кВт·ч электроэнергии.

Принципиальное отличие высокоскоростных перевозок от традиционных – скорость движения поезда, поэтому необходимо особое внимание уделить сопротивлению движению поезда и расходам, возникающим при преодолении сопротивления. Для этого в калькуляционную систему добавим измеритель «тонно-километры механической работы поезда».

Измерители «вагоно-километры» и «локомотиво-километры» предлагается заменить на «составо-километры» с учетом того, что под состав отдельно поездной локомотив не подается, так как в головном и хвостовом вагонах имеются кабины локомотивной бригады.

Аналогично калькуляционные измерители «вагоно-часы» и «локомотиво-часы» заменяются измерителем «составо-часы».

«Бригадо-часы поездных бригад» и «локомотиво-часы локомотивных бригад» в расчетах проектируемых ВСМ будут учитываться в едином измерителе «бригадо-часы поездных бригад».

«Тонно-километры брутто вагонов и локомотивов» объединятся в измерителе «тонно-километры брутто поездов».

«Отправленные пассажиры» сохранится без изменений.

Расходы электроэнергии будут учитываться в добавленном измерителе «тонно-километры механической работы поезда» через норму расхода электроэнергии на 1 т-км механической работы и стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

В систему калькуляционных измерителей проектируемых ВСМ необходимо добавить измеритель «сформированные поезда», в котором будут учитываться расходы, связанные с подготовкой составов в рейс.

Предложенная система измерителей включает все элементы технологического процесса с учетом специфичности высокоскоростного движения. Расходы на каждый измеритель перегруппированы, предложенный вариант скорректированной системы калькуляционных измерителей для определения зависящих расходов показан в таблице 2.

Таблица 3 является вспомогательной и наглядно изображает методику определения эксплуатационных расходов и себестоимости пассажирских перевозок на проектируемых ВСМ. В таблице 3 также приведены формулы для расчета величины каждого калькуляционного измерителя [7].

Условные обозначения к таблице 3: m - количество вагонов в составе поезда в зависимости от композиции состава (то есть от порядка расположения вагонов по типу в составе поезда); β_m - коэффициент маршрутной скорости пассажирских поездов, зависящий от количества и продолжительности стоянок; V_x - ходовая скорость поезда, км/ч; Q - масса поезда, т. брутто; $a_{п}$ - вместимость поезда, зависящая от композиции состава, пасс; ω_0 - основное удельное сопротивление движению поезда, Н/кН; $i_э$ - эквивалентный по механической работе уклон, ‰; α - отношение скорости начала торможения к ходовой скорости; $K_{ост}$ - количество остановок пассажирского поезда; L - длина направления, км.

Годовые эксплуатационные расходы можно определить по формуле (3):

$$E = e_{п-км} \cdot N \cdot L, (3)$$

где N - годовые размеры движения поездов.

Таблица 2 – Система калькуляционных измерителей и расходов, соотносимых с каждым измерителем, для высокоскоростного пассажирского движения

№ п/п	Калькуляционные измерители	Расходы, соотносимые с измерителем
1	составо-километры	техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты, амортизация контактной сети и ЛЭП; технические осмотр и обслуживание, переформирование, газовая обработка, текущий, деповской и капитальный виды ремонта, ремонт по устранению отказов в межремонтный период высокоскоростных пассажирских поездов
2	составо-часы	амортизация высокоскоростных пассажирских поездов
3	бригадо-часы поездных бригад	затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды поездным бригадам
4	тонно-километры брутто поездов	текущее содержание, ремонт пути и постоянных устройств, ВСП, амортизация и отчисления в резерв на капитальный ремонт ВСП в части расходов по главным путям. техническое обслуживание электрической централизации стрелок
5	отправленные	продажа билетов, прием и выдача багажа,

	пассажиры	сервис на вокзальных комплексах, а также затраты, связанные с оказанием услуг пассажирам в пути следования
6	тонно-километры механической работы поезда	расходы электроэнергии на тягу и на преодоление сил сопротивления движению высокоскоростных поездов
7	сформированные поезда	подготовка составов в рейс (мелкий внутренний ремонт, уборка, санитарный осмотр, обмывка, экипировка, внутренняя влажная уборка, прием состава комиссией)

Таблица 3 – Методика расчета эксплуатационных расходов и себестоимости 1 поезда-км пассажирских перевозок по проектируемым ВСМ

п/п	Калькуляционные измерители	Расходная ставка, руб.	Формула расчета величины измерителя	Расходы, руб.
1	1	2	3	4
1	составо-километры	$C_{\text{сост-км}}$	$m \cdot 1$	данные графы 2 умножаются на данные графы 3
2	составо-часы	$C_{\text{сост-ч}}$	$\frac{1}{\beta_m \cdot V_x}$	
3	бригадо-часы поездных бригад	$C_{\text{б-ч}}^{\text{п}}$	$\frac{1}{\beta_m \cdot V_x}$	
4	тонно-километры брутто поездов	$C_{\text{т-км}}^{\text{пробега}}$	$Q \cdot 1$	
5	отправленные пассажиры	$C_{\text{оп}}$	$a_{\text{п}} \cdot 1$	
6	тонно-километры механической работы поезда	$C_{\text{т-км}}$	$R_{\text{мех}} = Q \cdot (\omega_0 + i_3) \cdot 10^{-3} + 3,8 \cdot Q \cdot (\alpha \cdot V_x)^2 \cdot K_{\text{ост}} \cdot 10^{-6} / L$	
7	сформированные поезда	$C_{\text{сп}}$	$m \cdot 1$	
Итого зависящих расходов				$\sum E_{\text{п-км}}^3$

Итого условно-постоянных расходов	$\sum E_{\text{п-км}}^{y-\text{п}}$ $= \sum E_{\text{п-км}}^3$ $\cdot 3,65$
Итого эксплуатационных расходов	$\sum E_{\text{п-км}}$ $= \sum E_{\text{п-км}}^3$ $+ \sum E_{\text{п-км}}^{y-\text{п}}$
Себестоимость 1 поезд-км	$e_{\text{п-км}}$

ВЫВОД

1) Большое значение на точность и достоверность результатов расчета эксплуатационных расходов оказывает выбор калькуляционных измерителей и соотносимых с ними расходов.

2) Среди наиболее важных факторов, влияющих на себестоимость высокоскоростных перевозок по проектируемым ВСМ, выделяются: прогнозируемый пассажиропоток, объемы перевозок, скорость движения и энергетические расходы на преодоление сопротивления движению поезда, проектная стоимость строительства ВСМ, включая затраты на закупку необходимого количества подвижного состава, композиция высокоскоростного поезда [8].

Список литературы.

1) Киселев И.П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт и перспективы его развития в мире // Транспорт Российской Федерации. - 2012. - № 5. - С. 44-51.

2) Сячин А.Е. Влияние на уровень жизни населения и другие социально-экономические эффекты реализации проектов высокоскоростных магистралей в России. // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте. - 2016. - II выпуск. – С. 175-177.

3) Вязовский А.В. Долгий путь высокоскоростных магистралей // Транспортная стратегия - XXI век. - 2013. - № 21. - С. 71-72.

4) Сячин А.Е. Прогнозирование динамических систем. // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. - 2018. - №2. - С. 109-114.

5) Смехова Н.Г., Купоров А.И., Кожевников Ю.Н. и др. Себестоимость железнодорожных перевозок. – М.: Маршрут, 2003. – 494 с.

6) Терешина Н.П., Галабурда В.Г., Трихунков М.Ф. и др. Экономика железнодорожного транспорта. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.

7) Сячин А.Е. Методика определения эксплуатационных расходов и себестоимости пассажирских перевозок // Экономика железных дорог. - 2018. - №10. - С. 69-76.

8) Сячин А.Е. Факторы, влияющие на расходы и себестоимость высокоскоростных пассажирских железнодорожных перевозок // Неделя науки . - 2018. - С. IX-13-IX-14.