

УДК 656.222.1

DOI 10.22213/2413-1172-2017-3-107-110

В. В. Загребин, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МОДЕЛЬ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ НА ЭТАПЕ ИНИЦИАЦИИ ПРОЕКТА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ

Введение

В современной России на этапе модернизационно-инновационного развития актуальной является реализация не только проектов общенационального значения [1], но и крупных инфраструктурных проектов, таких как внедрение высокоскоростного сообщения. Железнодорожный транспорт, который способен обеспечивать движение поездов со скоростью свыше 250 км/ч, осуществляющий движение по выделенным линиям, называется высокоскоростной магистралью (ВСМ). ВСМ уже давно вошли в современный уклад жизни пассажиров Европы и Японии [2], а с недавних пор активные разработки ведутся и в нашей стране. На данный момент на всей территории России наиболее продвинутое в техническом плане железнодорожные магистрали обеспечивают скорость движения поездов только до 160 км/ч. Создание высокоскоростных магистралей на территории России является необходимым условием для развития общей транспортной системы, улучшения социально-экономического климата регионов.

Способы реализации высокоскоростного сообщения

Для достижения результатов в области внедрения высокоскоростных перевозок необходима разработка и реализация стратегической программы (проекта) по увеличению скорости движения поездов. Существует целый ряд технических, технологических и организационных мер для увеличения скорости движения. Комплекс мероприятий в зависимости от проектных и организационно-технических решений можно разделить на три группы (рис. 1).

1. Оптимизация графика движения. Самый простой из всех способов. Увеличение скорости пассажирских перевозок достигается только за счет организационных мер – регулирования графика движения и оптимизации общего суточного оборота поездов. Данный способ применим только при условии, что технические параметры существующей инфраструктуры магистрали позволяют достигать необходимый уровень скорости.

2. Реконструкция существующей инфраструктуры. Включает в себя реализацию мероприятий по приведению существующей инфраструктуры к состоянию, позволяющему осуществлять движение высокоскоростных поездов. Данные меры включают усиление нестабильного земляного полотна, модер-

низацию пути, ремонт искусственных сооружений, спрямление линии в плане, устройство эстакад и путепроводов в местах пересечений с автомобильными дорогами.

3. Строительство новой ВСМ. Представляет собой реализацию крупного дорогостоящего проекта по строительству новой высокоскоростной магистрали, на которой обращаются только высокоскоростные поезда (отсутствует смешанное движение).



Рис. 1. Способы реализации высокоскоростного движения

Для разработки программы (проекта) по увеличению скоростей необходимо решить комплексную задачу, которая имеет как технические, так и экономические аспекты. Для успешного осуществления строительства объекта важна разработка организационно-технологических решений и планирование каждого процесса строительства [3]. Для принятия решения необходимо в первую очередь произвести анализ технических параметров существующей магистрали, а затем в совокупности с экономическим обоснованием выбрать один из трех способов реализации высокоскоростного сообщения.

Методика проведения анализа

Методика проведения анализа инфраструктуры приближена к методике многофакторного критериального анализа. Многофакторный критериальный анализ при принятии решений или множественный

критериальный анализ, более известный в научных кругах, представляет собой подход, который предназначен для того, чтобы заставить подумать об альтернативах, непредвиденных обстоятельствах, ограничениях и т. д., тем самым способствуя правильному процессу принятия решений [4]. Процесс анализа можно разделить на четыре этапа (табл. 1): определение объектов анализа, сбор информации, обработка и анализ информации, предоставление результатов по анализу.

Таблица 1. Этапы проведения анализа

Этап	Используемые методы
Определение объектов анализа	Исследование
Сбор информации	Геоинформационные системы
	Сбор статистики у предприятий, обслуживающих инфраструктуру
	Исследование технологического состояния объектов
Обработка информации	Автоматизированные системы
	Экспертный анализ
Результаты анализа	Программа развития
	Разработка мероприятий

Объекты технического анализа

Технический анализ является самым главным шагом при разработке и планировании мероприятий по реализации высокоскоростного движения и требует широкомасштабного исследования объектов анализа. Высокоскоростные железнодорожные магистрали представляют собой сложный технический комплекс, включающий как технические элементы, такие как инфраструктура, подвижной состав и системы управления, так и технологические приемы, в частности организация эксплуатации, обслуживание систем и устройств, а также компоненты, позволяющие решать финансовые, коммерческие, экологические, социальные и управленческие задачи [5]. Технический анализ существующей магистрали представляет собой полный анализ не только текущего состояния инфраструктуры, но и анализ организации перевозочного процесса в целом. В инфраструктуру железнодорожной магистрали входят следующие элементы:

- путевое хозяйство;
- земляное полотно;
- искусственные сооружения;
- контактная сеть электроснабжения.

Для определения объектов анализа выявлены основные факторы, которые влияют на скорость движения поездов (рис. 2).

Для точного определения объектов анализа необходимо обратиться к нормативным документам, а именно к стандарту «Инфраструктура линии для высокоскоростного движения поездов. Общие технические требования». Данный стандарт устанавливает нормы и технические требования ко всем элементам инфраструктуры высокоскоростных магистралей. На основе вышеизложенного перечня факторов, влияющих на скорость движения поездов,

произведена выборка лимитирующих параметров из данного стандарта. В результате выборки получена совокупность технических параметров, к которым предъявляются особые требования: состояние и конфигурация земляного полотна, надежность верхнего строения пути, радиус кривых, ширина междупутья, отсутствие пересечений с автомобильными дорогами в одном уровне. Для анализа организации движения необходимы постоянные технические параметры существующей линии: установленная скорость по участкам, максимальная пропускная способность; а для анализа эксплуатационной работы необходимы значения суточного потока поездов и участковая скорость грузовых и пассажирских поездов. Все перечисленные выше параметры являются объектами технического анализа и приведены в табл. 2.

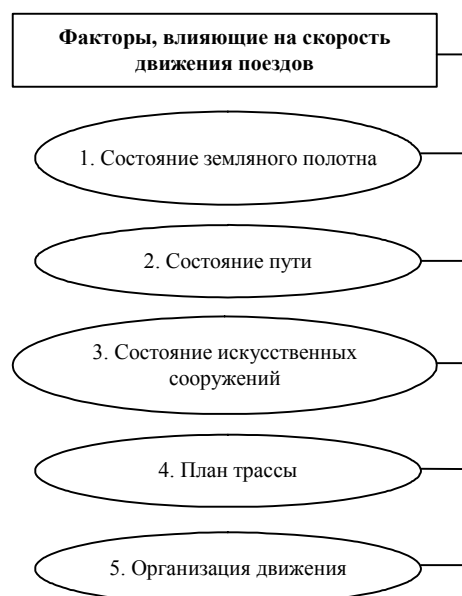


Рис. 2. Основные факторы, влияющие на скорость движения поездов

Таблица 2. Объекты технического анализа

Объекты	Описание
Земляное полотно	Протяженность участков земляного полотна, не соответствующих требованиям
Путевое хозяйство	Протяженность участков пути, не соответствующих требованиям
Искусственные сооружения	Искусственные сооружения, не соответствующие требованиям
План трассы	Количество кривых радиусом, не соответствующим требованиям
Междупутье	Протяженность участков, у которых расстояние между осями путей не соответствует требованиям
Пересечения с автодорогами	Количество пересечений с автодорогами в одном уровне
Технические характеристики	Установленная скорость. Пропускная способность
Эксплуатационные показатели	Среднесуточный поток поездов. Участковая скорость в пассажирском и грузовом движении

Геоинформационные системы

Для проведения анализа необходимо получить полную информацию по каждому объекту анализа. Современные информационные системы организационного управления предназначены оказывать помощь специалистам, руководителям, принимающим решения, в получении ими достоверной, своевременной, в необходимом количестве информации [6]. Для сбора информации возможно применение современных отраслевых геоинформационных систем, а именно программного обеспечения для контроля текущего состояния инфраструктуры и перевозочного процесса. Перечень геоинформационных систем [7] и их назначение приведены в табл. 3.

Таблица 3. Геоинформационные системы

Система	Информация, которую получает система
АСУ П	Состояние пути
АС ЦУСИ	Содержание инфраструктуры
АС ИССО	Искусственные сооружения
АСУ ЗП	Параметры земляного полотна
АС ГИД	График исполненного движения
АС АПУСК	Анализ потерь участковой скорости

Обработка информации

Сбор информации по техническим характеристикам и эксплуатационным показателям производится по отдельным участкам, на которые разделена магистраль по определенным признакам (эксплуатационные участки, перегоны, станции). После сбора всей информации производится обобщение всех данных для последующего анализа. Результаты исследования рекомендуется приводить к табличному виду

(табл. 4). В таблице фиксируются данные по каждому отдельному участку железнодорожной магистрали (от 1-го до i -го участка). В последнем столбце приводятся итоговые данные, необходимые для дальнейшего анализа: общая сумма по всем участкам для каждого технического параметра и средние значения для показателей эксплуатационной работы.

Таблица 4. Итоговая таблица-матрица многокритериального анализа инфраструктуры

Параметры	Участки				
	1	2	3	i	Σ
Протяженность земполотна, не соотв. требованиям, G	G_1	G_2	G_3	G_i	ΣG_i
Протяженность пути, не соотв. требованиям, T	T_1	T_2	T_3	T_i	ΣT_i
Количество мостов, не соотв. требованиям, M	M_1	M_2	M_3	M_i	ΣM_i
Протяженность кривых, не соотв. по радиусу, R	R_1	R_2	R_3	R_i	ΣR_i
Протяженность участков с узким междупутьем, S	L_1	L_2	L_3	L_i	ΣL_i
Количество пересечений с автодорогами, P	P_1	P_2	P_3	P_i	ΣP_i
Участковая скорость, V	V_1	V_2	V_3	V_i	V_{cp}
Пропускная способность, S	S_1	S_2	S_3	S_i	S_{cp}
Суточный поток поездов, N	N_1	N_2	N_3	N_i	N_{cp}

Дальнейший алгоритм анализа обработанной информации по техническим характеристикам инфраструктуры и эксплуатационным показателям вытекает из их взаимосвязи. Упрощенная блок-схема алгоритма многофакторного анализа инфраструктуры железнодорожной линии представлена на рис. 3.

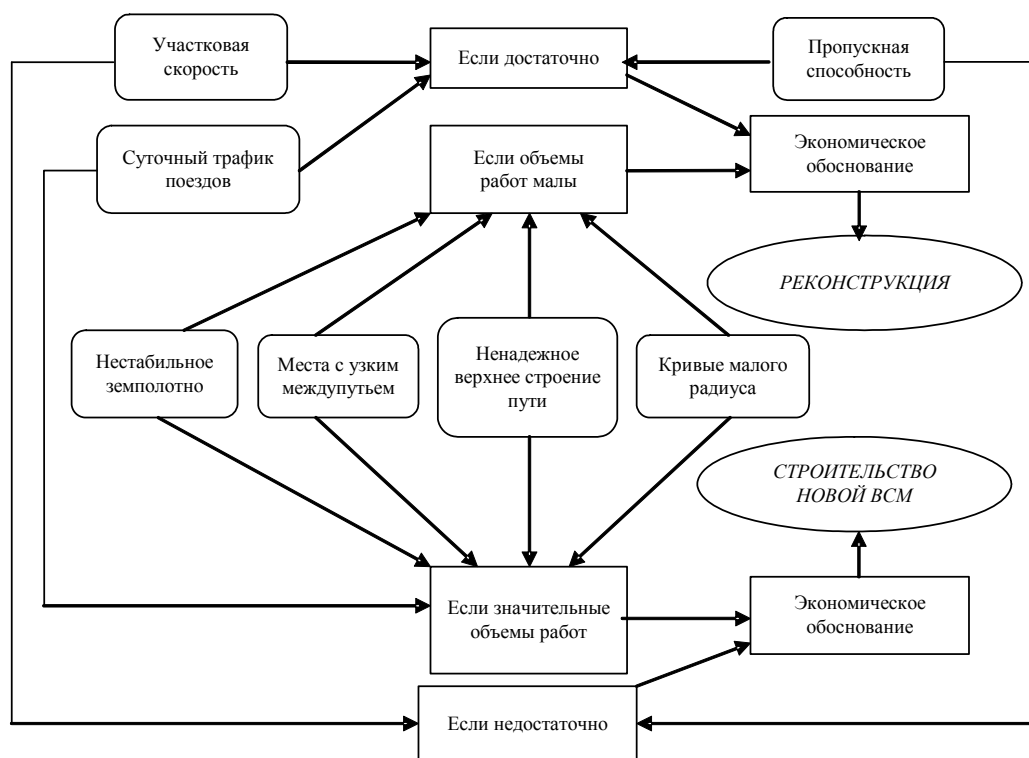


Рис. 3. Алгоритм анализа состояния инфраструктуры железнодорожной линии на этапе инициации проекта высокоскоростной магистрали

Представленный алгоритм предусматривает расчет объемов работ по реконструкции согласно обобщенным данным по техническим параметрам инфраструктуры из табл. 4. Для эксплуатационных характеристик, таких как пропускная способность, участковая скорость, суточный трафик поездов, производится сравнение с нормативными показателями для определения возможностей магистрали в отношении пропуска дополнительного трафика скоростных поездов. Если существующая магистраль имеет достаточный запас потенциала пропускной способности, на основании положительного результата экономического обоснования по общим объемам работ принимается решение о разработке мероприятий по реконструкции объектов инфраструктуры. В том случае если существующая магистраль не имеет достаточного потенциала пропускной способности, не может принять дополнительный трафик скоростных поездов даже в случае повышения скорости движения, принимается решение о строительстве новой высокоскоростной магистрали.

Выводы

Представленная модель позволяет выполнить анализ инфраструктуры линейно протяженного транспортного объекта, подробно описывает последовательность его выполнения и действия на каждом этапе. Представлен полный перечень факторов, влияющих на скорость движения поездов, по которому производится дальнейшая выборка объектов анализа, исходя из местных условий, технической оснащенности и особенностей эксплуатационной работы. Модель разработана по принципу унификации и подходит для анализа инфраструктуры всех

существующих железнодорожных магистралей при необходимости принятия решений о дальнейшем внедрении высокоскоростного движения.

Библиографические ссылки

1. Мохначев С. А., Грахова Е. В., Власов Д. С. Особенности управления предметной областью проекта общенационального значения // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2-2. – С. 411–415 – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39947> (дата обращения: 26.06.2017).
2. Высокоскоростной железнодорожный транспорт Сибири // Молодежный научный форум «Технические и математические науки»: электр. сб. ст. по материалам VI Междунар. студ. заочной науч.-практич. конф. [Электронный ресурс]. – 2013. – № 6(6). – URL: <https://nauchforum.ru/> (дата обращения: 25.06.2017).
3. Управление инвестиционно-строительными проектами: теория и практика применения информационных технологий / В. П. Грахов, П. Е. Манохин, С. А. Мохначев, Л. Н. Галимова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12-10. – С. 2157–2161. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36544> (дата обращения: 26.06.2017).
4. Казаков А. А. Применение метода множественного критериального анализа при принятии решений для венчурного инвестирования // *Новый взгляд. Международный научный вестник*. – 2015. – № 8. – С. 203.
5. Бодров П. А., Вдовина Е. Е., Стогний Е. А. Перспективы развития высокоскоростного движения // *Молодой ученый*. – 2016. – № 18. – С. 60–63.
6. Москвичев О. В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта. – Самара: СамГУПС. – 2015. – С. 18.
7. Там же.