

4 Эпюра криволинейного стрелочного перевода типа Р65 марки 1/11 с радиусом бокового пути 225 м и основного пути  $R = 738$  м (проект 1852.03).

5 Волошко Ю. Д., Орловский А. Н. Как работают стрелочные переводы под поездами. – М.: Транспорт, 1987. – 120 с.

Получено 28.10.2002

**A. M. Patlasov.** Laying of switch assemblies on reinforced concrete rails in curved railway tracks.

For the few years the volumes of laying in switch assemblies on reinforced rails have greatly increased, including curved railway tracks. In this article one can find the algorithm of calculation of the rail cuttings and orientation of reinforced concrete rails on the switch assembly. The calculations can be easily done with the help of IBM.

---

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт – 2002 № 2(5)

---

УДК 656.224.027

*А. П. КУТАХ, кандидат технических наук; А. Д. ВОЗНЕНКО, кандидат технических наук; М. И. КАРПОВ, кандидат технических наук; Киевский университет экономики и технологии транспорта, г. Киев;*

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТЕЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Приведен анализ внедрения скоростного движения поездов применительно к железным дорогам Украины, рассмотрены проблемы и причины неполной реализации потенциальных возможностей железных дорог в данном вопросе. Предложены концептуальные подходы и критерии повышения эффективности реализации на железных дорогах скоростного движения поездов.

**Ж**елезнодорожным транспортом Украины выполняется основной объем транспортной работы в государстве. При этом именно железные дороги играют центральную роль в конкуренции между видами транспорта. В связи с внедрением на украинских железных дорогах контррейлерных перевозок и разработкой для этих целей специализированного подвижного состава следует прогнозировать увеличение объемов перевозок железным дорогам для высвобождения других видов транспорта и ограничения загрязнения окружающей среды [3].

Следующим шагом в значительном повышении эффективности работы украинских железных дорог является повышение качества транспортного сервиса и реструктуризация отрасли. В этом направлении среди первоочередных задач стоит задача существенного повышения скоростей движения поездов [4].

Проблема повышения скоростей на железных дорогах Украины и стран СНГ не является новой. Первые исследования по подготовке железных дорог для реализации скоростного движения поездов были проведены в 30–40-е годы. Далее в 1963–64 годах ГипротрансТЭИ совместно с ВНИИЖТом была выполнена работа по технико-экономическому обоснованию повышения скоростей движения пассажирских и грузовых поездов на основных направлениях сети железных дорог Советского Союза в связи с практически закончившейся заменой паровозной тяги электровозной и тепловозной и широким использованием тяжелых типов верхнего

строения пути. В целом анализу был подвергнут полигон в 35 тыс. км. Для железных дорог Украины на 1966–70-е годы было рекомендовано повысить скорости до 140 км/ч на участке Лозовая–Симферополь и до 120 км/ч на участках Фастов–Днепропетровск, Жмеринка–Львов и Харьков–Никитовка.

В период 1985–90-х годов в МПС СССР рассматривались программы «Скорость» и «Прогресс», которые были объединены в единую отраслевую научно-техническую программу повышения скоростей движения поездов «Ускорение». Ни эта, ни предыдущие программы до конца не были доведены. Основной причиной такого положения была попытка привести в соответствие с заданным максимальным уровнем скорости весь комплекс постоянных устройств железной дороги и даже на тех участках трассы, где реализация такой скорости была нереальной по объективным причинам. Не учитывалось также то, что на одних участках железной дороги достижение заданного уровня скорости связано с неоправданными капиталовложениями, а на других участках капиталовложения дают практически минимальный или даже нулевой эффект.

Задача оптимального распределения средств по длине направления железной дороги с целью достижения максимального эффекта впервые была теоретически обоснована в конце 80-х годов [1] в двойственной постановке:

1) достичь в момент времени  $t_1$  такого состояния участка железнодорожной линии  $x(t_1)$ , которое

дает максимальный эффект (наибольшее сокращение времени хода) при заданных капиталовложениях  $K^0$ ;

2) для директивно заданного эффекта  $\Delta T^0$  (необходимое сокращение времени хода) в момент времени  $t_1$  установить такое состояние участка железнодорожной линии  $x(t_1)$ , на реализацию которого необходимы наименьшие капиталовложения.

Обе постановки задачи позволяют определить оптимальное состояние участка железнодорожной линии (построить программную стратегию) в статике без учета ресурсных ограничений. Формализованные выражения относительно цели операции в указанных постановках имеют следующий вид:

1) найти

$$Z = \max \sum \Delta T(K_i, \Delta t_i)$$

при условии

$$\sum K_i \leq K^0, \Delta t_i \geq 0, K_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N;$$

2) найти

$$Z = \min \sum \Delta T(K_i, \Delta t_i)$$

при условии

$$\sum \Delta t_i \geq \Delta T^0, \Delta t_i \geq 0, K_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N.$$

В [2] показано, что задача выбора оптимальной в условиях выделенных ресурсов стратегии реализации мероприятий по повышению скоростей движения поездов на каждый год расчетного периода (постановка задачи в динамике), которая максимизирует получаемое сокращение времени хода, формально сводится к задаче экстремизации функционала

$$Z = \text{extr} \{ \Phi(x[0, T], R[0, T], S[0, T]) \}$$

и относится к классу дискретных динамических задач принятия решений потому, что характеризуется конечностью множества вариантов выбора, каждому варианту может быть сопоставлена количественная характеристика, а также варианты повышения скоростей должны быть распределены в некотором интервале времени.

Наведенная постановка задачи повышения скоростей движения поездов позволяет кроме разработки программной стратегии, необходимой в условиях этапной реализации мероприятий по повышению скоростей движения поездов и ограничений в ресурсах, позволяет обеспечить и минимальные отклонения от таковой.

Такая постановка задачи повышения скоростей движения поездов остается актуальной и для железных дорог Украины, где реализуется «Программа образования и функционирования национальной сети международных транспортных коридоров в Украине», принятая постановлением Кабинета Ми-

нистров Украины за № 346 от 20 марта 1998 года. Цель реализации этой программы – повышение скоростей движения пассажирских и грузовых поездов на основных направлениях железных дорог Украины, при этом уровень реализуемой максимальной скорости пассажирских поездов должен составлять 140–160 км/ч с постепенным переходом до 200 км/ч на существующих магистралях.

В июне 2002 года между городами Киев и Харьков через Полтаву после соответствующей подготовки этого направления было открыто движение дневного скоростного пассажирского поезда «Столичный экспресс», который, отправляясь утром и вечером из Киева и Харькова, обеспечивает доставку пассажиров в конечные пункты за 5,5 часов.

В состав международных транспортных железнодорожных коридоров в Украине отнесено 4,6 тыс. км железных дорог (18,3 % общей их протяженности), и они расположены на основных направлениях перевозок грузов и пассажиров как в пределах Украины, так и в международном сообщении. Это деятельные и грузонапряженные участки, такие, как Львов–Киев, Одесса–Киев, Львов–Днепропетровск, Одесса–Днепропетровск–Донецк, Ковель–Казатин–Днепропетровск, Киев–Чернигов. 86,3 % линий международных транспортных железнодорожных коридоров в Украине – двухпутные, 84,8 % – электрифицированные. Включение наведенных направлений в состав международных транспортных железнодорожных коридоров в Украине предполагает внедрение украинских железных дорог в европейское и международное железнодорожное сообщество, что позволит значительно увеличить объемы транзитных железнодорожных перевозок через территорию Украины.

Кроме повышения скоростей движения поездов на линиях международных транспортных железнодорожных коридоров в Украине, необходимо повысить безопасность и комфортабельность перевозок, в первую очередь пассажирских, уменьшить время нахождения пассажиров и грузов в пути, найти удобное для пассажиров время отправления и прибытия поездов, существенно уменьшить эксплуатационные расходы на направлениях скоростного полигона, увеличить надежность и межремонтные сроки постоянных устройств в условиях повышения интенсивности эксплуатации железнодорожного пути и подвижного состава.

Процесс реализации программы по образованию транспортных железнодорожных коридоров показал, что проблема повышения скоростей движения пассажирских поездов имеет не отраслевое, а общегосударственное значение потому, что результаты ее решения имеют социальные, межотраслевые и даже политические аспекты. В современных условиях на железных дорогах Украины

участковые скорости грузовых поездов составляют 30–40 км/ч, маршрутные скорости пассажирских поездов – 30–60 км/ч, максимальные скорости грузовых поездов не превышают 80 км/ч, а пассажирских – 140 км/ч – реализуются только на отдельных перегонах. На направлениях международных транспортных железнодорожных коридоров действует значительное количество постоянных и временных ограничений скоростей движения поездов. В условиях продолжающейся тенденции уменьшения объемов перевозок на железных дорогах Украины сохранение высокого потенциала украинских железных дорог возможно в основном за счет высоких скоростей прежде всего пассажирских поездов, что, в свою очередь, требует существенных изменений в управлении скоростями грузовых поездов и соответствующих решений по параметрам устройства и технического состояния железнодорожного пути, в том числе и с позиций безопасности движения поездов.

С этой целью программа образования международных транспортных железнодорожных коридоров в Украине дополнена Концепцией развития скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов на украинских железных дорогах, где установлены критерии скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов, состав программы, этапы ее реализации, необходимые мероприятия и результаты, а также нормальные эксплуатационные параметры.

При разработке концепции развития скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах Украины выполнен

анализ последовательного повышения скоростей движения поездов, критериев и мероприятий по их обеспечению, который обобщен и систематизирован по уровню реализуемой максимальной скорости. Систематизация основных тенденций обеспечения высоких скоростей движения поездов приведена на рисунке 1. Как видно, уровень скоростей, через который проходит условная граница разделения основных тенденций обеспечения высоких скоростей движения поездов, составляет примерно 200 км/ч, а при выборе направлений реализации повышенных скоростей определены подходы в виде трех принципиальных решений. Первое из них – строительство новых специализированных высокоскоростных магистралей как изолированных от существующей сети (Япония – классический пример), так и имеющих выход на эксплуатируемые магистрали (Франция). Второе решение – строительство новых линий, которые направлены на существенное повышение эффективности как скоростного пассажирского движения, так и перевозок грузов (Германия, Италия). Третье решение представляет собой использование существующих линий путем их усиления, модернизации и спрямления (Великобритания, Германия, Италия). Для усиления дееспособности транспортной системы поезда, которые обращаются на новых линиях и специализированных высокоскоростных магистралях, могут заходить на реконструированные существующие линии, при этом уровень реализуемых максимальных скоростей здесь, как правило, не превышает 200 км/ч.



Рисунок 1 – Схема основных направлений обеспечения реализации высоких скоростей движения поездов

Рассмотрим критерии скоростного и высокоскоростного движения, которые сформировались на железных дорогах мира. По действующим нормативам к категории скоростных относятся поезда, которые хотя бы на одном перегоне реализуют максимальную скорость в пределах от 161 до 200 км/ч. А поезда, которые реализуют скорость от 201 км/ч и выше, относятся к категории высокоскоростных. Поезда, которые реализуют максимальную скорость от 121 до 160 км/ч, следует относить к категории ускоренных.

В современных условиях конечный результат перевозок определяется не максимальной, а маршрутной скоростью, поэтому приведенные определения критериев не следует считать удовлетворительными.

Как показывают проведенные исследования, на железных дорогах мира существует рациональное соотношение между маршрутной скоростью пассажирских поездов и максимальной. Это соотношение находится в пределах 65–75 % от максимальной и обеспечивает соответствующее использование технического оснащения железных дорог. В таблице 1 приведены значения максимальной  $v_{max}$  и маршрутных скоростей  $v_m$ , которые соответствуют значениям соотношения между маршрутной и максимальной скоростями соответственно 65 % –  $v_m^{65}$  и 75 % –  $v_m^{75}$ .

Как следует из таблицы 1, ускоренные поезда могут реализовывать маршрутные скорости 75–105 км/ч, скоростные – 105–130 км/ч и высокоско-

ростные – более 130 км/час. Таким образом, в качестве основных критериев скоростного и высокоскоростного движения следует принимать такие: скоростными считать поезда, которые реализуют маршрутную скорость от 75 до 130 км/ч, а поезда, которые реализуют маршрутную скорость более 130 км/ч, – высокоскоростными.

Таблица 1 – Значения скоростей, км/ч

$v_{max}$	$v_m^{65}$	$v_m^{75}$
120	78	90
140	91	105
160	104	120
200	130	150
250	162,5	187,5
300	195	225
350	227,5	262,5

Наряду с реализацией высоких скоростей движения основными техническими проблемами повышения скоростей пассажирских поездов являются обеспечение комфортабельности езды, продолжительность поездки и удобное время отправления и прибытия в конечные пункты. Рекомендуемая продолжительность дневной поездки в пределах Украины, согласно рекомендациям МСЖД, не должна превышать 6 часов, ночной – находится в пределах 9–12 часов.

В таблице 2 приведены результаты расчетов скоростей движения во время ночной и дневной поездок для основных направлений железных дорог Украины.

Таблица 2 – Скорости движения пассажирских поездов

Направление	Время поездки, ч	Маршрутная скорость, км/ч	Соотношение $v_m/v_{max}$	Маршрутная скорость, км/ч, при времени поездки, ч		
				12	9	6
Киев–Львов (через Шепетовку)	9,2	61,5	51,3	47,2	62,9	94,3
Киев–Харьков	9,0	52,2	43,5	39,1	52,1	78,3
Киев–Одесса	10,3	63,9	53,2	54,8	73,1	109,7
Киев–Днепропетровск	8,7	60,5	50,4	43,8	58,4	87,7
Киев–Донецк	12,6	64,8	51,5	64,9	86,6	129,8
Киев–Львов (через Тернополь)	11,0	56,9	47,0	52,2	69,6	104,3

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, между Киевом и областными центрами требования по времени ночной поездки находятся в приемлемых пределах, чего нельзя сказать о маршрутной скорости и ее отношении к максимальной и отнести поезда к категории скоростных.

В таблице 3 приведены результаты расчетов маршрутных скоростей движения пассажирских

поездов для основных направлений железных дорог Украины после выполнения мероприятий по модернизации постоянных устройств и реконструкции трассы, которые выполнены в рамках научно-технического обеспечения реализации Программы и Концепции образования в Украине национальной сети транспортных коридоров.

Таблица 3 – Маршрутные скорости движения пассажирских поездов

Направление	Необходимая маршрутная скорость, км/ч, при времени поездки, ч			Существующая маршрутная скорость, км/ч	Возможная маршрутная скорость, км/ч, при модернизации инфраструктуры	Возможная маршрутная скорость, км/ч, при реконструкции трассы
	6	9	12			
Киев – Львов	104,3	69,6	52,2	56,9	70-75	93-108
Киев – Харьков	78,3	52,1	39,1	52,2	58-65	80-95
Киев-Днепропетровск	87,7	58,4	43,8	60,5	65-73	86-104
Киев – Одесса	109,7	73,1	54,8	53,2	68-84	95-118
Киев – Донецк	129,8	86,6	64,9	64,8	66-72	85-102

## Выводы:

1 На основных направлениях железнодорожных линий Украины верхняя граница реализуемой маршрутной скорости составляет 43–53 % от максимальной (за исключением движения дневного поезда по маршруту Киев–Харьков, где маршрутная скорость составляет 81,7 км/ч), что значительно меньше существующего уровня ведущих железных дорог мира. Поэтому на первом этапе увеличения скоростей движения поездов необходимо использовать организационно-технические мероприятия (экстенсивный путь развития), которые позволят поднять соотношение между маршрутной и максимальной скоростями движения поездов (эволюция в процессе перевозок).

2 Время ночной поездки между основными городами Украины в пределах 12 часов может быть обеспечено при наибольшей скорости 120–140 км/ч.

3 Диапазон расстояний ночной поездки при скоростях 120–140 км/ч составляет 750–1200 км, а при скоростях 160–200 км/ч – 1000–1700 км. Таким образом, для междугородного сообщения в пределах Украины при соответствующей органи-

зации перевозок отпадает необходимость в скоростях 160–200 км/ч при ночной поездке.

4 Для направлений Киев – Львов, Киев – Одесса, Киев – Днепропетровск необходимо выполнение работ частичной реконструкции трассы, что позволит обеспечить 6-часовое нахождение пассажиров в пути. На направлении Киев – Донецк при дневной поездке следует поднимать уровень максимальной скорости до 200 км/ч, что автоматически захватит и направление Киев – Днепропетровск, либо отдать предпочтение при дневных поездках авиатранспорту.

## Список литературы

- 1 Гавриленков А. В., Иванов Г. Г., Макушкина Е. А. Оптимальная стратегия повышения скорости движения поездов: Межвуз. сб. науч. тр. /МИИТ. –1986. –Вып. 771. – С. 9–12.
- 2 Бойко В. Д., Карпов М. І., Талавіра Г. М. Формування множини варіантів підвищення швидкостей руху поїздів на основі графів: Зб. наук. пр. /КІЗТ. – 1998. – Вип. 1. – С. 72–76.
- 3 Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення). – К.: Юнікон – Прес, 2001. – 342 с.
- 4 Бойко В. Д., Карпов М. І., Талавіра Г. М., Возненко А. Д. Аналіз тенденцій підвищення швидкостей руху поїздів: Зб. наук. пр. // КІЗТ. – 1998. – Т. 1. – Вип. 2. – С. 86–93.

Получено 15.11.2002

**A. D. Voznenko, M. I. Karpov, A. P. Kutach.** Conceptual approaches to railway modernization and reconstruction as applied to speed increasing and providing trains safety motion.

In this article the attention is paid to the analysis of introducing idea of super speed motion of trains as applied to the Ukraine railways. The problems and reasons of non-complete realization of potential possibilities of railways have been thoroughly examined, conceptual approaches and criteria of optimization of realization of motion are given.

---

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2002. № 2(5)

---

УДК 625.17

*А. А. БОСОВ, доктор технических наук; В. В. РЫБКИН, доктор технических наук; Н. Б. КУРГАН, кандидат технических наук; Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна; В.И. ХАРЛАН, инженер; Приднепровская железная дорога, г. Днепропетровск*

## НАЗНАЧЕНИЕ ЭТАПНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ В ПУТЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Приводятся мероприятия по повышению скоростей движения пассажирских поездов на основных магистральных направлениях на примере Юго-Западной железной дороги.

Планами государственной администрации железнодорожного транспорта Украины предусмотрено повышение скоростей движения пассажирских поездов на основных магистральных направлениях до 140 км/ч. Научно-техническая проработка этого вопроса поручена вузам Украины. Кафедрой «Путь и путевое хозяйство» ДИИТа исследована возможность повышения скоростей движения на основных на-

правлениях Юго-Западной, Приднепровской и Одесской железных дорог.

На первом этапе работы проанализированы план и профиль направлений, схемы станций, состояние верхнего строения пути, земляного полотна, искусственных сооружений, переездов и установлены «барьерные места», которые препятствуют повышению скоростей движения. Установлено, что чаще всего «барьерными местами» являются