

**Н. Курган, д. т. н., професор, завідуючий кафедрою «Проектування і будівництво доріг», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна, Е. Возная, ведучий спеціаліст, Департамент капітальних вкладень, Укрзалізниця**

## ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В МЕЖДУНАРОДНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СООБЩЕНИИ АВСТРИЯ – СЛОВАКИЯ – УКРАИНА – РОССИЯ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** железнодорожный транспорт, инвестиционная привлекательность, интероперабельность, интероперабельные перевозки, подвижной состав, путевое хозяйство, техническая совместимость, управление проектами, эксплуатационная деятельность.

УДК 339.9:625.1:656.213.073.23

Н. Курган



Е. Возная



**АННОТАЦИЯ.** Проанализированы технические и экономические аспекты интероперабельности международного железнодорожного направления Австрия – Словакия – Украина – Россия. Рассчитана величина снижения расходов на транспортировку грузов за счет ликвидации перегрузочных операций на пограничных станциях. Разработаны мероприятия по повышению эффективности транспортных связей с Центральной Европой.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ.** С развитием общего европейского рынка транспортных услуг появилась необходимость в стандартизации технических решений. До недавнего времени такая стандартизация была предметом регулирования отдельных государств. Вместе с тем становление международного рынка перевозок с самого начала существования железной дороги требовало унификации основных технических решений. В первую очередь это касалось подвижного состава, а также пути как основного элемента инфраструктуры, которые оказывают определяющее влияние на обеспечение минимальной интероперабельности (эксплуатационной совместимости) железных дорог. Относительно других обустройств, таких как, например, системы электропитания и обеспечения безопасности движения, со временем в отдельных странах Европейского Союза появились значительные расхождения в технических решениях, так что в организации движения тягового подвижного состава в меж-

дународном сообщении появились серьезные препятствия.

Начало процессу унификации технических и эксплуатационных решений в области железнодорожного транспорта положила Директива ЕС 96/48 от 23 июля 1996 года об эксплуатационной совместимости трансъвропейской высокоскоростной системы, дополненная позже Директивой 2001/16 от 19 марта 2001 года, относящейся к интероперабельности сети стандартных железных дорог. Остановка в развитии этого процесса могла бы оказать негативное влияние на развитие железных дорог в Европе.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ.** Проблеме интероперабельности и технического регулирования посвящены многие научные работы и европейские нормативные документы. Так, в монографии Г. Кирпы [1] рассматриваются вопросы интеграции железнодорожного транспорта Украины в европейскую транспортную систему. Значительный интерес по проблеме интеграции, интероперабельнос-

ти и технического регулирования железнодорожных систем колеи 1520 мм и 1435 мм, бесперегрузочных и комбинированных перевозок представляют научные труды Ю. Демина, А. Пшинько [2], О. Ткаченко, Д. Гнатенко, Г. Логвинова [3] и др.

С учетом различных технических требований, существующих сегодня в разных странах мира, к подвижному составу, к путям (разные стандарты ширины пути) при организации бесперегрузочных перевозок необходимо решать ряд технических вопросов: технологию ускоренного перехода вагонов с пути одной ширины на путь другой ширины, проблему сцепок и работу тормозов и т. д. Эти вопросы рассмотрены в монографии Ю. Демина [4].

Решение вопросов, касающихся габаритных расхождений железнодорожного транспорта, не является значительной технической проблемой. Ясно, что вагоны, предназначенные для перевозок по маршрутам международных транспортных коридоров, должны отвечать габаритным ограничениям пути 1435 мм. Другое дело —

гармонизация требований к ходовым частям, сцепным приборам и тормозному оборудованию. Эти задачи нуждаются в рациональных решениях. Отдельные вопросы по подвижному составу изложены в ТСИ «Подвижной состав», вопросы, касающиеся инфраструктуры, логистики, интероперабельности — в памятках УИС и ОСЖД, но многие вопросы ждут своего разрешения. Подтверждением тому может быть нереализованный проект 2001 года об организации перевозок с Дальнего Востока в Чехию с продолжением широкой колеи до ст. Богумин [1].

Автор магистерской работы Е. Возная по заданию кафедры проектирования и строительства дорог ДНУЖТ под руководством проф. Н. Кургана изучала проблему повышения интероперабельности в международном сообщении, различие транспортных систем России, Украины, Словакии, Австрии, что дало возможность сформулировать цели, задачи исследования и наметить пути их решения.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ СТАТЬИ** — рассмотреть и проанализировать технические и экономические аспекты интероперабельности международного железнодорожного направления Австрия – Словакия – Украина – Россия, а также изучить вопрос о целесообразности соединения железнодорожной транспортной системы Центральной Европы с регионами Транссибирской магистрали, привлечения грузопотока на маршрут Азия – Россия – Центральная Европа с целью повышения конкурентоспособности железнодорожных перевозок.

**ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА.** Целью исследования было провести анализ вариантов перехода подвижного состава с колеи 1520 мм на колею 1435 мм, определить снижение расходов на транспортировку грузов за счет ликвидации перегрузочных операций на пограничных станциях, а также разработать мероприятия по повышению эффективности транспортных связей с Центральной Европой.

Работа выполнялась в соответствии с требованиями основных нормативных документов Укрзализныци, таких как: Закон Украины «О железно-

дорожном транспорте», Стратегия развития железнодорожного транспорта на период до 2020 года, Комплексная программа утверждения Украины как транзитного государства, Программа развития национальной сети международных транспортных коридоров в Украине, Концепция Государственной целевой программы внедрения на железных дорогах скоростного движения пассажирских поездов на 2005–2015 гг., Отраслевая программа комплексного развития железнодорожной инфраструктуры портовых перерабатывающих комплексов, припортовых станций и подходов к ним. А также основных нормативных документов, которыми руководствуются европейские железные дороги: ТСИ «Подвижной состав» — грузовые вагоны трансъевропейской обычной железнодорожной системы, которая была создана на основании Директивы 2001/16/ЕС, измененной в соответствии с Директивой 2004/50/ЕС; ТСИ «Локомотивы и пассажирский подвижной состав» — особая подсистема, созданная согласно Директиве 2008/57/ЕС, чтобы удовлетворить существенные требования и гарантировать способность к взаимодействию трансъевропейской обычной железнодорожной системы; ТСИ «Инфраструктура» касается подсистемы инфраструктуры и части подсистемы обслуживания трансъевропейской обычной железнодорож-

ной системы. Они включены в список подсистем в Приложении II (1) к Директиве 2008/57/ЕС. ТСИ «Инфраструктура» также ссылается на европейский стандарт EN 15528:2008.

Для решения поставленных задач была проанализирована железнодорожная инфраструктура Австрии, Словакии, России и Украины, выделены основные различия, к которым можно отнести следующие:

- конструкция и ширина колеи (в Австрии и Словакии ширина колеи 1435 мм, а в Украине и России — 1520 мм);
- напряжение в контактной сети (в Австрии 3 кВ постоянного тока, 15 кВ переменного тока частотой 16,7 Гц, а в Словакии, Украине и России — 3 кВ постоянного тока, 25 кВ переменного тока частотой 50 Гц);
- габарит приближения строений; нагрузка на ось; величина руководящего уклона; максимальное возвышение наружного рельса; длина приемо-отправочных путей.

В настоящее время габариты приближения строений различаются для разных железнодорожных линий стран Евросоюза и устанавливаются в зависимости от категории линии (табл. 1, 2).

На словацких железных дорогах максимальный уклон не должен превышать 17‰. Для Австрии Проект ТСИ «Инфраструктура» предусматривает

Табл. 1. Категории железнодорожных линий (Словакия, Австрия)

Категория линии	Тип движения		
	Пассажирское движение (P)	Грузовое движение (F)	Грузопассажирское движение (M)
Новые главные линии	IV-P	IV-F	IV-M
Модернизированные главные линии	V-P	V-F	V-M
Новые второстепенные линии	VI-P	VI-F	VI-M
Модернизированные второстепенные линии	VII-P	VII-F	VII-M

Табл. 2. Эксплуатационные параметры железнодорожных линий (Словакия, Австрия)

Категория линии	Габарит	Нагрузка на ось, т	Скорость линии, км/ч	Длина поезда, м
IV-P	GC	22,5	200	400
IV-F	GC	25	140	750
IV-M	GC	25	200	750
V-P	GB	22,5	160	300
V-F	GB	22,5	100	600
V-M	GB	22,5	160	600

Табл. 3. Сравнительные показатели железных дорог

	Показатели	Россия	Австрия	Словакия	Украина
1	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	17 075	83,8	49	603,7
2	Население, млн чел.	141,9	7,9	5,4	45,9
3	Эксплуатационная длина, км	85 281	6399	3592	21 679
4	в т. ч. электрифицированные	43 165	3523	1577	9756
5	Перевезено пассажиров, млн пас.	1139,6	187,9	45,1	490
6	Пассажирооборот, млн пасс-км	153 575	7970	2247	48 327
7	Перевезено грузов, млн т	1235	85,4	36,4	391,5
8	Грузооборот, млрд ткм	1675	12,7	6,7	196,2
9	Персонал ж. д., тыс. чел.	767,9	+	32,6	351,3
	Плотность сети (числитель, км / км <sup>2</sup> , знаменатель, км / 1 млн чел.)	$\frac{0,005}{600,99}$	$\frac{0,080}{810,00}$	$\frac{0,070}{665,26}$	$\frac{0,040}{472,30}$
	Процент электрифицированных линий	50,6%	55,0%	43,9%	45,0%
	Грузонапряженность, млн ткм / км	21,4	3,2	2,5	11,3
	Соотношение грузонапряженности, %	55,7	8,3	6,5	29,5

различные значения в зависимости от назначения линии. Для линий категории IV-P и VI-P уклон должен быть не больше 35‰ для главных путей при условии, что среднее значение уклона на участке более 10 км должно быть меньше или равно 25‰; максимальная длина уклона 35‰ не должна превышать 6 км.

Кроме того, имеются различия в устройстве и содержании инфраструктуры и подвижного состава.

В таблице 3 представлены сравнительные показатели железных дорог Австрии, Словакии, России и Украины.

При анализе данных, указанных в таблице, можно сделать вывод о том, что плотность сети железных дорог Австрии и Словакии почти одинакова, Украины в два раза меньше, а плотность железнодорожной сети России очень мала. Процент электрифицированных железнодорожных линий сравниваемых стран почти одинаков.

При сравнении в процентном соотношении грузонапряженности железнодорожной сети Украины, России, Словакии и Австрии (табл. 3) видно, что наибольшая грузонапряженность в России 55,7% и в Украине 29,5%, а в Австрии и Словакии совсем незначительная грузонапряженность, 8,3 и 6,5% соответственно.

Объяснить такую ситуацию можно тем, что железные дороги Австрии и Словакии в основном ориентированы на пассажирские и транзитные перевозки. Потенциал дальнейшего роста перевозок этих стран связан с развитием смешанных сообщений со

странами Восточной Европы. Австрия к тому же обеспечивает один из основных выходов в Восточную Европу.

В железнодорожных перевозках России и Украины в основном доминируют грузовые перевозки, а пассажирские являются дотационными.

Таким образом, железнодорожные транспортные системы стран России, Украины, Словакии и Австрии имеют разное техническое оснащение, отличаются параметрами железнодорожного пути, контактной сети, подвижного состава, интенсивностью перевозок и организацией эксплуатационной работы.

#### ► Традиционный способ пересечения границ

В последние годы наблюдается уменьшение международных пассажирских перевозок по железной дороге. Причинами являются большая продолжительность пребывания пассажирского поезда в обороте (необходимость смены тележек при переходе с одного пути на другой, сниженные скорости движения из-за наличия участков совмещенной колеи и др.). Кроме больших потерь времени на перестановочных пунктах (3–4 ч), имеет место недостаточное количество и протяженность участков обращения вагонов. Из-за различия в конструкции не все вагоны европейских железных дорог могут переставляться на ширококолейный путь стран СНГ.

Длительное время на проезд, время на замену вагонных тележек на

границе, таможенный досмотр и пограничный контроль, проводимые во время стоянки на пограничной станции, ведут к постоянному уменьшению объемов пассажирских перевозок через западную границу Украины.

Для соединения со странами Западной Европы и СНГ, а также Балтии на железной дороге Украины действуют 20 пограничных переходов, в том числе: на границе с Польшей — 7, Словакией — 2, Румынией — 4, Беларусью — 2, Молдовой — 2. А также две железнодорожные двухпутные электрифицированные линии, связывающие г. Львов со странами Европы и странами ЕС. Первая из этих линий длиной 84 км проходит через станцию Мостиска II и является кратчайшим соединением с Польшей, Словакией, Чехией, Германией и другими странами Центральной Европы, а также со скандинавскими странами. Вторая линия протяженностью 266 км проходит через г. Чоп и соединяет Украину со Словакией, Венгрией, Болгарией, Румынией и другими странами Центральной и Южной Европы.

В течение многих лет переход вагонов с колеи шириной 1520 мм на железнодорожную колею с шириной 1435 мм осуществляется традиционным способом — путем смены тележек на пунктах перестановки вагонов (ППВ). При этом как пассажирские, так и грузовые поезда расформировываются, каждый вагон устанавливается на стойку,

где с помощью домкратов поднимается кузов, выкатываются тележки одной ширины и подкатываются тележки другой ширины колеи. Технические операции, связанные с перестановкой вагонов по традиционной технологии смены ходовых частей, трудоемки и требуют значительных затрат времени [4] (рис. 1).

С учетом реальных технических характеристик и габаритных ограничений вагоны колеи 1520 мм на тележках типа модели 18-100 не допускаются к эксплуатации на сети железных дорог стран-участниц УИС. В связи с этим в последнее время разрабатываются проекты выхода западноевропейских грузовых вагонов на железные дороги с шириной колеи 1520 мм, предусматривающие совершенствование технологических операций, связанных, прежде всего, со способами изменения ходовых частей.

По прогнозам специалистов, транзитный грузопоток из стран Юго-Восточной Азии в Европу по железнодорожной магистрали шириной 1520 мм может составить 75–100 тыс. контейнеров ДФЭ (двадцатифутовый эквивалент, в приведении к двадцатифутовым контейнерам). Как предполагается, этот поток переориентируется с основного маршрута в Европу — по морю через Суэцкий канал. Груз, доставляемый в контейнерах, может перегружаться с одного подвижного состава в другой (рис. 2).

Из вышеизложенного следует, что традиционная технология перехода вагонов через стыки железных дорог разного стандарта путем замены тележек (колесных пар), используемая до настоящего времени, не отвечает современным требованиям к международным перевозкам, не способствует привлекательности пассажирских и грузовых перевозок железнодорожным транспортом.

► **Применение тележек с раздвижными колесными парами**

Технология перехода подвижного состава с европейской колеи на широкую колею, принятая на украинских железных дорогах и в странах

Рис. 1. Смена тележек



Рис. 2. Перегрузка контейнеров



СНГ, исследовалась многими специалистами. В европейской железнодорожной практике известно несколько систем автоматизированного перехода вагонов с одной колеи на другую, которые доведены до практического использования: Talgo RD, CAF-BRAVA (Испания), DBAG/Rafil Type V (Германия), система БТ (Болгария), SUW 2000 (Польша).

В Украине Система SUW 2000 использовалась для пассажирского движения с 2003 года на ст. Мостиска II, поезд Киев – Краков. С мая 2009 года организовано движение поездов из г. Кракова в г. Львов, а с августа — по маршруту Львов – Люблин – Варшава. Такую технологию планируется внедрить и на направлении Варшава – Киев (переход Дорохуск – Ягодин).

В последнее время возрастает интерес к внедрению технологии пе-

ревода вагонов с колеи одного стандарта на колею другого стандарта в автоматическом режиме с использованием так называемых раздвижных колесных пар (РКП). Разработки РКП имеют столетнюю историю (первые патенты по данной тематике стали появляться еще с 1896 года). Внедрение их сдерживалось сложностью конструкций и требовало значительных затрат на техническое обслуживание. Практическое применение РКП начато в 1969 году, когда из Барселоны в Женеву прибыл первый поезд системы Talgo RD.

С 1969 года пассажирские поезда Talgo, оборудованные этой системой, введены в постоянную эксплуатацию. Как следует из информации фирмы, в целом выполнено более 1 млн переходов ходовых частей поездов Talgo с одного пути на другой

Рис. 3. Путепереводной механизм



Рис. 4. Тележка с колесными парами системы SUW 2000 для пассажирских вагонов



в условиях коммерческой эксплуатации на европейских линиях. В настоящее время фирмой Talgo предлагается новое техническое решение раздвижки колес применительно к тележкам грузовых вагонов. С этой целью разработана конструкция колесной пары с колесами, которые раздвигаются. Такие колесные пары устанавливаются в тележках типа В21, аналогичных тележкам У25, являющихся стандартными для грузовых вагонов колеи 1435 мм.

Ранее, по предложению инженера Н. Гайдарова, в Болгарии были разработаны раздвижные колесные пары оригинальной конструкции для тележек типа В25.

Помимо рассмотренных конструкций известен ряд других вариантов технических решений раздвижных колесных пар. К ним относятся, например, разработки Уралвагонзавода (Россия), Центрального конструктор-

ского бюро ПКП (Польские государственные железные дороги) и др. Всем указанным разработкам, кроме конструктивной сложности, присущ общий недостаток — несоответствие профилей поверхности катания колес стандартизированным условиям сопряжения с рельсами по форме рабочей поверхности и подуклонки на одном из типов железнодорожного пути — ширины 1520 мм или 1435 мм. В связи с этим для обеспечения совместимости пары «колесо-рельс» в случае практического применения ходовых частей с раздвижными колесными парами необходимы исследования по определению рациональных параметров единого унифицированного профиля поверхности катания колеса.

Применение раздвижных колесных пар изучается в Японии, России и других странах. Сейчас, кроме испанской системы Talgo, для международных

пассажирских сообщений применяются РКП конструкции доктора Р. Сувальского (Польша) — так называемая система SUW 2000, предназначенная как для пассажирских, так и для грузовых вагонов. Вагоны, оборудованные РКП данной системы, переходят с одного пути на другой за считанные секунды проездом через путепереводное устройство длиной 27 м со скоростью движения до 30 км/ч (рис. 3). При этом не нужно разгружать колеса, как этого требует, например, система Talgo. Раздвижная колесная пара системы SUW 2000 показана на рисунке 4.

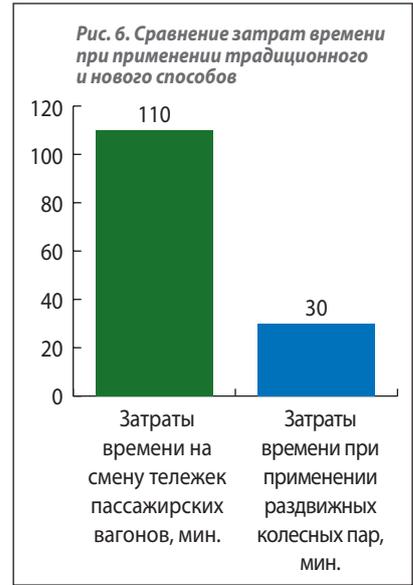
Система SUW 2000 главным образом предусматривает использование дисковых тормозов. Поэтому на средней части колесных пар размещаются тормозные диски. Такое решение тормозной системы значительно упрощает систему перевода вагонов с колеи одного стандарта на колею другого стандарта.

В апреле 2000 года поезд, составленный из трех пассажирских и трех грузовых вагонов типа «Восток – Запад», оборудованных ходовыми частями с РКП системы SUW 2000, совершил презентационный рейс от ст. Замосць (Польша) до ст. Ковель Львовской железной дороги. С декабря 2000 года в эксплуатации находится пассажирский поезд Варшава – Вильнюс (рис. 5).

По результатам статистического анализа контролируемых динамических процессов, зарегистрированных во время движения исследовательского поезда по маршруту Львов – Жмеринка – Киев, установлено, что уровень измеряемых величин, характеризующих динамические свойства вагонов, оборудованных тележками типа 25AN / S с раздвижными колесными парами системы SUW 2000, находился в пределах, допустимых для эксплуатации. В частности, ход исследовательского вагона вертикальными ускорениями кузова оценен как отличный, по горизонтальным ускорениям — между отличным и хорошим [5; 6].

К преимуществам системы раздвижных колесных пар SUW 2000 можно отнести следующее:

— система может применяться как для пассажирских, так и для грузовых вагонов;



- переход вагонов через путепереходное устройство не требует уменьшения осевой нагрузки и значительно сокращает затраты времени (рис. 6);
- высокие динамико-эксплуатационные характеристики ходовых частей.

**Использование широкой колеи для интеграции в Европу**

Рассмотренные в работе варианты продолжения пограничных переходов, смены тележек и колесных пар, а также применение раздвижных колесных пар для осуществления железнодорожных перевозок между Дальним Востоком и Европой могут использоваться на некоторых участках, но проблемы все равно остаются.

В мае 2006 года во время международного форума «Стратегическое партнерство 1520», который состоялся в г. Сочи (Россия), была озвучена идея продолжения широкой колеи в страны Центральной Европы. В 2008 году национальными железнодорожными компаниями Австрии, России, Словакии и Украины был представлен проект «Обоснование инвестиций в строительство железнодорожной линии с шириной колеи 1520 мм Кошице – Братислава – Вена», а 19 мая 2009 года создано совместное логистическо-провайдерское предприятие Breitspur Planungsgesellschaft mbH [7].

Предлагалось три варианта железнодорожного маршрута с широкой колеей 1520 мм из России в г. Вену (Австрия), где планировалось создать логистическо-провайдерский центр, который будет аккумулировать и направлять грузовые потоки. Рассматривались маршруты, близкие между собой по расстоянию, но существенно различающиеся по профилю и объему необходимого строительства (рис. 7).

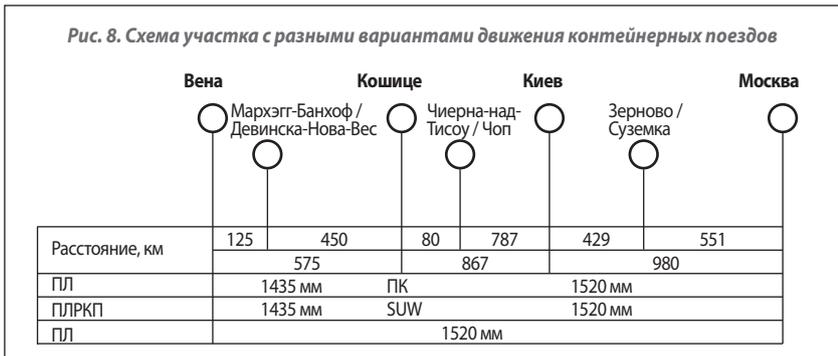
Важной частью выполненных исследований стало изучение потенциальных грузопотоков, которые смогла бы привлечь ширококолейная линия в г. Вену. Был сделан вывод о том, что 70% перевозок грузов сможет выполняться с востока на запад и только 30% — с запада на восток. Предполагается, что большая часть грузов будет перевозиться в контейнерах и основная часть грузов будет перерабатываться под

г. Веной. Благодаря прокладке широкой колеи до г. Вены будет сформирован сухопутный железнодорожный путь, альтернативный морскому маршруту между странами Дальнего Востока и Западной Европы, который проходит через Суэцкий канал. При этом в качестве одного из основных преимуществ нового маршрута можно отметить то, что перевозка контейнеров из порта Восточный в г. Находке в г. Вену будет занимать всего 13–14 сут., в то время как перевозки морским путем — почти 30 сут.

Установлено несколько стратегических пунктов, которые определяют направление линии. Исходным пунктом является г. Кошице. Затем линия будет проходить через г. Братиславу и, наконец, закончится в окрестностях г. Вены, где расположится грузовой терминал Парндорф. Длина магистрали по разным оценкам может составлять от 430 до 575 км.



Рис. 8. Схема участка с разными вариантами движения контейнерных поездов



Участниками проекта принято, что магистраль должна строиться по российским нормам и стандартам. Более того, определены и технические параметры новой линии. Так, в соответствии с прогнозируемыми размерами перевозок (15 млн ТВГ) железная дорога относится ко II категории. Согласно ее назначению и объемам перевозок железная дорога должна быть однопутной и электрифицированной. Для обычных грузовых поездов допустимая скорость 120 км/ч, а для ускоренных контейнерных и рефрижераторных — до 140 км/ч. На большей части линии будет принят руководящий уклон 12‰, хотя в тяжелых условиях допускаются и более крутые уклоны — до 15‰. В плане кривые должны быть радиусом от 1500 до 4000 м, а в особо тяжелых условиях не исключено использование кривых радиусом 800 м.

Несмотря на то, что существующее основное звено линии от г. Ужгорода до г. Кошице электрифицировано на постоянном токе 3 кВ, новая железная дорога может быть электрифицирована на переменном токе 25 кВ 50 Гц. Этот вопрос подлежит дополнительному исследованию.

Предусмотрена укладка бесстыкового пути (рельсы Р65 или UIC60) на железобетонных шпалах, балласт щебеночный толщиной под шпалой 30 см, скрепление — упругое.

В результате выполненных расчетов установлено, что стоимость строительства новой линии может составить около €6,4 млрд без учета расходов на выкуп земель.

В начале 2014 года был определен исполнитель работ по проектированию линии. Этому предшествовала тщательная экспертиза, в которой принимали участие и специалисты ДНУЖТ [8].

**Технико-экономическое сравнение вариантов.** Анализ способов организации транспортирования грузов в сообщении со странами Евросоюза, изложенных выше, показал, что сравнению подлежат три варианта (рис. 8):

1. Перегрузка контейнеров (ПК) с подвижного состава колеи 1520 мм на подвижной состав (платформы) колеи 1435 мм.
2. Применение специального подвижного состава, оборудованного тележками с раздвижными колесными парами (SUW).
3. Продление колеи 1520 мм от ст. Кошице (Словакия) до ст. Вена (Австрия).

Каждый из вариантов для организации регулярных перевозок требует определенных затрат. Следовательно, необходимо определить их экономическую эффективность.

В основу оценок эффективности проекта положены следующие основные принципы: рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла (расчетного периода), принцип положительности и максимума эффекта, учет фактора времени, учет влияния инфляции, неопределенностей, рисков и др. Начало расчетного периода принято с момента выделения средств на проектно-изыскательские работы.

Насколько рациональный вариант инвестирования, будем решать, придерживаясь методики, разработанной Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО). Согласно ей, оценивание может производиться по таким показателям:

- чистый дисконтированный доход (net present value — NPV);
- индекс прибыльности (profitability index — PI);

- внутренняя норма доходности (internal rate of return — IRR);
- срок окупаемости (pay-back period — PBP);
- бухгалтерская норма отдачи (ARR).

Существует большое количество исследований зарубежных авторов, касающихся практических аспектов выбора тех или иных показателей эффективности инвестиционных проектов.

Так, например, в американских компаниях основными показателями эффективности инвестиционных проектов оказались критерий IRR (76%) и метод оценки NPV (75%).

В Великобритании разница в популярности критериев IRR и NPV для оценки инвестиционной привлекательности проекта также составила 1% (81 и 80% соответственно).

В Нидерландах по результатам исследований критерий NPV является самым популярным методом оценки эффективности инвестиционных проектов, критерии IRR и PBP используются нидерландскими компаниями примерно в равной степени (их используют 89 и 84% соответственно).

В Канаде самым популярным критерием, используемым в компаниях, оказался критерий NPV, за ним следуют IRR и PBP.

В Австралии исследование показало, что наиболее популярным критерием определения эффективности проекта является критерий NPV. Широко используется и метод определения периода окупаемости: процент использования NPV составил 94, простого периода окупаемости — 90.

В Китае самыми популярными методами оценки являются критерий IRR и метод определения периода окупаемости проекта. Критерий NPV используют меньше половины китайских компаний.

Данные исследований о предпочтениях зарубежных компаний в выборе тех или иных показателей эффективности инвестиционных проектов сведены в таблице 4 [9].

Многочисленные результаты исследований подтверждают гипотезу, что крупные организации за рубежом предпочитают использовать более передовые и сложные с точки зрения расчета критерии обоснования инвестиций, такие как NPV и IRR.

Табл. 4. Данные о предпочтении показателей эффективности инвестиционных проектов

Показатель	Страна					
	США	Объединенное Королевство	Нидерланды	Канада	Австралия	Китай
NPV	75%	80%	89%	1	94%	49%
IRR	76%	81%	74%	2	81%	89%
PBP	57%	70%	79%	3	90%	84%
ARR	Нет данных	Нет данных	2%	Нет данных	Нет данных	1%

Остановимся на первом критерии, который имеет вид:

$$NPV(t) = \sum_{t=0}^{T_p} (\mathcal{E}_t - K_t) \alpha_t. \quad (1)$$

В более развернутом виде формулу (1) можно представить как

$$NPV(t) = \sum_{t=0}^{T_p} (D_t - \mathcal{Z}_t - K_t^u - K_t^n - K_t^e) \alpha_t. \quad (2)$$

В формулах (1), (2) предусмотрен учет неопределенности и риска при оценке эффективности инвестиционных проектов через модифицированную норму дисконта  $E_M$ , которая входит в расчет коэффициента дисконтирования разновременных затрат

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E_M)^t}.$$

Величины, которые входят в формулы (1), (2), приведены в таблице 5.

Для расчетов по формуле (2) следует принимать во внимание эффект от сокращения оборота локомотивов ( $O_L$ ) и вагонов ( $O_V$ ), который имеет место во втором и третьем вариантах. Оборота локомотива и вагонов определен по формулам, приведенным в работе [1].

Варианты различаются не только инфраструктурой, но и (через нее) способом продвижения грузов от начальной до конечной станции. Самая низкая участковая скорость имеет место в 1-м варианте 30–32 км/ч с учетом времени простоя на ст. Кошице во время перегрузки контейнеров, во 2-м варианте скорость составила 35–37 км/ч с учетом времени на передвижение по путепереводному устройству для раздвижных колесных пар на ст. Кошице, самая высокая — 40–45 км/ч при движении по широкой колее на всем направлении от г. Москвы до г. Вены.

Для определения прогнозируемого показателя  $NPV_t$  последующий

расчет выполнен с использованием формулы (2).

Результаты, полученные по трем сравниваемым вариантам, представлены на рисунках 9–11.

Анализ результатов расчетов показывает, что для принятых объемов перевозок традиционный способ перевозок с перегрузкой контейнеров с подвижного состава колеи 1520 мм на подвижной состав колеи 1435 мм позволяет получить больший совокупный доход (табл. 6).

Недостаточная эффективность 2-го и 3-го вариантов объясняется необходимостью вложения больших инвестиций в подвижной состав (платформы с раздвижными колесными

парами) и инфраструктуру (строительство широкой железнодорожной колеи протяженностью 430–575 км).

#### ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.

Проведенный анализ объемов перевозок, совместимости транспортных систем, системы организации перевозок грузов позволил выявить существующие проблемы и наметить пути решения отдельных задач.

**По результатам обследования установлены основные отличия железнодорожных транспортных систем России, Украины, Словакии и Австрии:**

**1. По параметрам проектирования** категоризация линий в разных государствах различна и в каждом из

Табл. 5. Расшифровка величин

$NPV_t$	Чистый дисконтированный доход (ЧДД)
$D_t$	Прогнозные годовые доходы, которые будут получены железными дорогами Украины, России, Словакии и Австрии от перевозок грузов в контейнерах в $t$ -й год на построенных участках. Величина $D_t$ определяется как доход без налога на добавленную стоимость, который будет получен железными дорогами рассматриваемых государств от платы за перевозку грузов контейнерными поездами
$\mathcal{E}_t$	Экономический эффект $\mathcal{E}_t = D_t - \mathcal{Z}_t$ от эксплуатационной деятельности в $t$ -м году
$\mathcal{Z}_t$	Прогнозные годовые эксплуатационные расходы (без амортизационных отчислений) рассматриваемых государств от перевозок контейнерных поездов в определенный срок на построенных участках. Величина $\mathcal{Z}_t$ определяется как суммарные эксплуатационные расходы (прямые расходы) и пропорциональная доля расходов, связанная с содержанием инфраструктуры железных дорог (косвенные расходы)
$K_t^u$	Прогнозные годовые капиталовложения в инфраструктуру, необходимые для внедрения железнодорожного движения по маршруту Москва – Вена в расчетном году. Величина $K_t^u$ определяется как годовая суммарная стоимость (без НДС) строительства, реконструкции и технического переоснащения инфраструктуры железных дорог
$K_t^n$	Прогнозные годовые вложения для приобретения локомотивов $L_t$ для железнодорожного движения по маршруту Москва – Вена в расчетном году $t$
$K_t^e$	Прогнозные годовые вложения для приобретения вагонов $V_t$ для железнодорожного движения по маршруту Москва – Вена в расчетном году $t$
$\alpha_t$	Коэффициент модифицированной нормы дисконта
$t$	Номер расчетного года: $t = 0, 1, 2, 3, \dots, T$ ( $T$ — расчетный период)



случаев создана с учетом специфических экономических, географических, эксплуатационных характеристик, а также условий развития конкретного государства. При этом в системе колеи 1520 мм разделения между железнодорожными направлениями с пассажирским и грузовым движением пока нет. Таким образом, свести различные категоризации к одной единой системе не представляется возможным.

**2. По габаритам приближения строений.** Для разных железнодорожных линий стран колеи 1520 мм

и 1435 мм в настоящее время требования различаются. Только вагоны нового поколения с габаритом 1-ВМ (О-Т) – 03-ВМ (03-Т) могут следовать как по широкой, так и по стандартной колее.

**3. По специализации направлений для перевозок.** Железные дороги Австрии и Словакии в основном ориентированы на пассажирские и транзитные перевозки. Потенциал дальнейшего роста перевозок этих стран связан с развитием смешанных сообщений со странами Восточной Европы. В железнодорожных перевозках

России и Украины в основном доминируют грузовые перевозки, а пассажирские являются дотационными.

**4. По нормам устройства и содержания железнодорожного пути.**

В Европейских государствах допускаются более крутые уклоны до 35‰, нежели в России и Украине. Что касается минимальных радиусов кривых в плане, проект ТСИ «Инфраструктура» устанавливает минимальное значение до 150 м. В России, Украине, а также Словакии минимальный радиус находится в пределах 300–150 м. Таким образом, установленная величина этого параметра для системы колеи 1520 мм позволяет движение поездов по колее 1435 мм и линиям колеи 1520 мм.

Нормы содержания пути колеи 1520 мм по ширине более жесткие, чем нормы содержания пути 1435 мм, что имеет только положительное влияние на эксплуатацию железных дорог.

Для стран с колеей 1520 мм возвышение наружного рельса на 30 мм меньше, чем для стран колеи 1435 мм. Спецификация этого параметра для системы колеи 1520 мм позволяет движение поездов системы колеи 1435 мм.

Таким образом, величина возвышения наружного рельса и крутизна его отвода на линиях колеи 1520 мм не представляют препятствия для движения поездов системы колеи 1435 мм.

**5. По конструкции железнодорожного пути.** Рельсы европейского стандарта UIC60 с успехом могут применяться и на украинских железных дорогах. Путь укладывается на железобетонных шпалах, балласт щебеночный, скрепление — упругое.

Что касается подуклонки рельсов, то значения (1/20 и 1/40), указанные в проекте ТСИ «Инфраструктура», находятся в пределах, допустимых в системе колеи 1520 мм (от 1/12 до 1/60). Следует отметить, что в случае допусков, указанных для Украины, различие касается лишь формы представления значений допуска, а не собственно значений.

**Принимая во внимание стратегическое значение перевозок грузов в направлении Восток – Запад, проведены исследования по трем принципиальным вариантам:**

Табл. 6. Чистый дисконтный доход по вариантам

Чистый дисконтный доход		
1-й вариант	2-й вариант	3-й вариант*
€15 222	€10 859	€11 375 / 10 261
100%	71,3%	74,7 / 67,4%

\* в числителе при длине трассы 430 км, в знаменателе — при длине 575 км

- перевозки в контейнерном поезде с перегрузкой грузов с подвижного состава широкой колеи в подвижной состав стандартной ширины колеи по ст. Кошице (Словакия);
- применение специализированного подвижного состава с раздвижными колесными парами и укладкой путепереводного устройства на ст. Кошице;
- перевозки в контейнерном поезде на всем направлении Москва – Вена со строительством широкой колеи от ст. Кошице до ст. Вена.

Расчеты по определению чистого дисконтированного дохода (NPV) по трем принципиальным вариантам показали, что при перспективных размерах движения 20–30 млн т/год первый вариант обеспечивает NPV в размере €15,2 млрд, второй вариант — €10,9 млрд, а третий — €11,4 млрд.

Неэффективность 2-го и 3-го вариантов объясняется необходимостью вложения больших инвестиций в подвижной состав (платформы с раздвижными колесными парами) и инфраструктуру (строительство широкой колеи протяженностью до 575 км). Эффективность третьего варианта можно увеличить, если принять оптимистический прогноз по объемам перевозок, учесть экономию от уменьшения затрат на текущее содержание пути в связи с унификацией норм (ширина колеи, подуклонка рельсов, профиль катания колеса и др.), тормозного оборудования и габаритов, а также при

условии оптимальной прокладки трассы в намеченном коридоре от ст. Кошице до ст. Вена.

Результаты исследований были изложены в докладе и получили одобрение на 71-й Международной научно-практической конференции, которая проходила 14–15 апреля 2011 г. в ДНУЖТ, и опубликованы в тезисах [10].

Поступило в редакцию  
01.12.2014 р.

#### Список литературы:

1. Кирпа Г. М. Интеграция железнодорожного транспорта Украины в Европейскую транспортную систему: монография. — 2-е изд. — Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та железн. трансп. им. ак. В. Лазаряна, 2004. — 248 с.
2. Проблемы бесперегрузочных и комбинированных перевозок / Ю. В. Демин, Г. Н. Кирпа, А. Н. Пшинько [и др.] // Железнодорожный транспорт Украины. — 1998. — № (4–5). — С. 37–42.
3. Ткаченко О. П. Железнодорожные системы колеи 1520 мм и 1435 мм. Вопросы интероперабельности и технического регулирования. Задачи контактной группы ОСЖД/ERA / О. П. Ткаченко, Д. В. Гнатенко, Г. В. Логвинов // Железнодорожный транспорт Украины. — 2010. — № 3. — С. 3.
4. Дьомин Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (ван-

тажні перевезення) / Ю. В. Дьомин. — К.: «Юнікон-Пресс», 2001. — 342 с.

5. Піх Б. П. Використання рухомого складу з розсувними колісними парами на напрямку Київ – Львів – Мостиська II / Б. П. Піх, І. П. Корженевич, М. Б. Курган // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. ак. В. Лазаряна. — 2004. — № 3. — С. 82–89.
6. Піх Б. П. Автоматизований перетин кордонів рухомим складом у міжнародному сполученні / Б. П. Піх, І. П. Корженевич, М. Б. Курган // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych: матеріали 15-ої міжнар. конф., м. Жешув, Польща, 29 вересня – 2 жовтня 2004 р. — Жешув, 2004. — С. 267–276.
7. Кононов Ю. Широкая колея от Украины в Австрию сократит время доставки грузов / Ю. Кононов // Українські залізничці. — 2013. — № 5. — С. 34–37.
8. Мямлін С. В. Широка колея від України до Австрії / С. В. Мямлін, М. Б. Курган, Д. В. Гнатенко // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 74-ої Міжнародної науково-практичної конф., м. Дніпропетровськ, 15–16 травня 2014 р. — Дніпропетровськ, 2014. — С. 247–248.
9. Боталова А. С. Практика прийняття інвестиційних рішень в компаніях: зарубіжний досвід / А. С. Боталова, А. М. Емельянов // Корпоративні фінанси. — 2010. — № 2 (14). — С. 76–83.
10. Курган Н. Б. Повышение интероперабельности в международном железнодорожном направлении Вена – Кошице – Киев – Москва / Н. Б. Курган, Е. В. Возная // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 71-ої Міжнародної науково-практичної конф., м. Дніпропетровськ, 14–15 квітня 2011 р. — Дніпропетровськ, 2011. — С. 217–218.

**АНОТАЦІЯ.** Проаналізовано технічні та економічні аспекти інтероперабельності міжнародного залізничного напрямку Австрія – Словаччина – Україна – Росія. Розраховано величину зниження витрат на транспортування вантажів за рахунок ліквідації перевантажувальних операцій на прикордонних станціях. Розроблено заходи щодо підвищення ефективності транспортних зв'язків із Центральною Європою.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** експлуатаційна діяльність, залізничний транспорт, інвестиційна привабливість, інтероперабельність, інтероперабельні перевезення, рухомий склад, колійне господарство, технічна сумісність, управління проектами.

**ANNOTATION.** Analyzed the technical and economic aspects of international interoperability of railway lines Austria – Slovakia – Ukraine – Russia. Calculated the value of reducing the cost of transportation of goods through the elimination of transfer operations at border stations. Measures have been developed to improve the efficiency of transport links with Central Europe.

**KEYWORDS:** interoperability, interoperable transportation, investment attractiveness, operational activities, project management, rail transport, rolling stock, track facilities, technical compatibility.