

Зубчатая железная дорога как решение транспортной проблемы Сочи-2014

Э. В. ШАБАРОВА, докт. геол. наук, профессор ПГУПС



Целью данной статьи является постановочное (концептуальное) обоснование зубчатых дорог в Красной Поляне как структурно-логистического блока единой рельсовой системы Сочи на базе анализа существующих европейских систем, аналогичных условиям Сочи-2014.

По оценке Международного Олимпийского комитета (МОК), успешность проведения Олимпийских игр на 60% зависит от транспортного обслуживания участников Олимпиады. Между тем, современное состояние транспортно-дорожной инфраструктуры г. Сочи не соответствует требованиям МОК и может быть охарактеризовано одним словом — *недостаточность* (или даже *отсутствие*). Развитие города-курорта Сочи (2014–2030 гг.) также приведет к росту нагрузки на все транспортные объекты (существующие и проектируемые). Для исправления ситуации нужны системные инновационные решения.

Проблема может быть решена при помощи рельсового транспорта — экологически чистого, скоростного, имеющего мощную провозную способность и возможность гибкого изменения составности поезда (в том числе в течение суток), предоставляющего максимальный комфорт во время поездок. Здесь, в Сочи, впервые в России пред-

ставляется уникальная возможность формирования системы интегрированного пассажирского транспорта, способного освободить город от избыточного автотранспорта и пробок на улично-дорожной сети, сохранить природный ландшафт и рельеф, природу и чистый горный воздух.

Предлагаемая инновационная транспортно-логистическая система на базе модификации старых и строительства новых железных дорог включает новые для России и давно известные в Западной Европе виды:

- Городская скоростная железная дорога (ГСЖД) типа S-Bahn (Stadtschnellbahn);
- Легкая железная дорога (ЛЖД) типа Stadtbahn, или Light rail;
- Горная железная дорога (ГЖД) типа Bergbahn, допускающая движение поездов с обычной колесной системой на участках с уклоном до 8‰ (в Дрездене — до 11‰);
- Зубчатая (или зубчато-колесная) железная дорога (ЗЖД) типа Zahnradbahn, выступающая как подвид горной железной дороги и допускающая уклоны до 48‰.

Эффективность использования в Сочи первых двух видов, включая участок на Красную Поляну, уже не вызывает сомнений в России — проекты разработаны, начата поэтапная модернизация железной дороги Туапсе — Adler, производится усиление инфраструктуры линии Центр — Юг для скоростного движения, идут работы по созданию земляного полотна под дорогу в аэропорт, начата туннельная скальная проходка по левому берегу реки Мзымта до Красной Поляны. Существующие проекты далеко не полностью учитывают эксплуатационные возможности этой трассы. Ее привлекательность и рентабельность могут существенно возрасти за



счет инновационной технико-эксплуатационной модернизации в систему скоростного городского транспорта — ГСЖД; жесткий такт, 20-минутный интервал движения, модульные секционные поезда, низкопольный подвижной состав с удобной планировкой, электронное оборудование продажи и контроля проездных документов, гибкая тарифная система.

В Заявочной книге МОК и генплане города автором было сделано обоснование возможных технико-эксплуатационных характеристик самостоятельного рельсового звена, обеспечивающего доставку спортсменов и зрителей в Красную Поляну. Система ГСЖД — Красная Поляна — реальная альтернатива автобусному транспорту и легковым автомобилям, поскольку способна взять на себя более 80% от общего объема перевозок на этом участке.



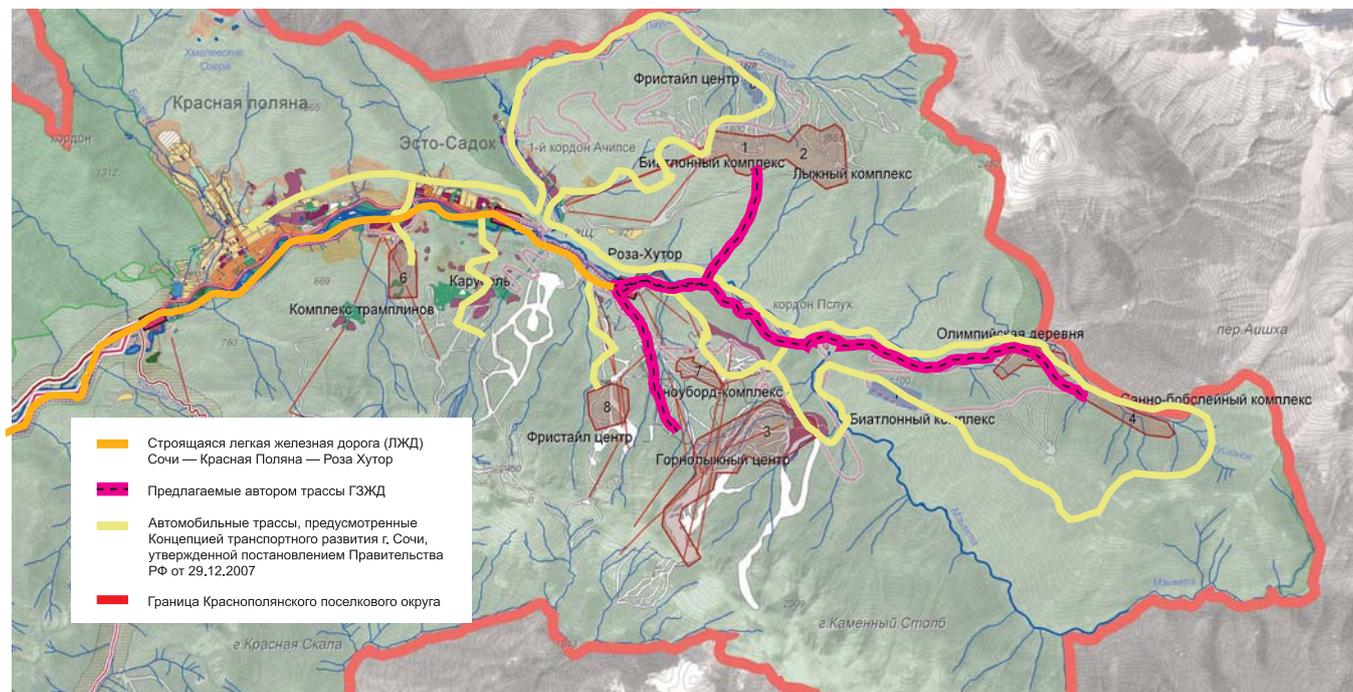


Схема транспортного сообщения между олимпийскими объектами г. Сочи

Доставку пассажиров от Красной Поляны к олимпийским объектам сейчас предлагается осуществлять при помощи автомобильного транспорта. Однако при полной загрузке спортивно-зрелищных объектов или при форс-мажорных обстоятельствах, а также при летнем наплыве отдыхающих возникают большие потоки, которые невозможно освоить автобусами и легковыми автомобилями, поскольку для строительства соответствующих дорог придется снести половину заповедника в горах. Кроме того, это решение способно хоть сколько-то успешно решить проблему доставки людей к олимпийским объектам лишь в случае почти фантастических погодных условий в феврале 2014 г.: если в горах не будет снежных лавин, гололеда, неожиданного камнепада или снегопада с толщиной снежного покрова более 50 см (как в сентябре с. г.). Именно поэтому здесь рационально и эффективно использование зубчатой или колесно-зубчатой железной дороги (см. карту вверху страницы).

Зубчатая железная дорога (ЗЖД) — рельсовый вид транспорта, моторные вагоны которого оснащены одним или несколькими зубчатыми колесами. Они включаются во время движения. Между обычными рельсами устанавливается зубчатый, используемый зубчатым колесом при движении вагона на участках подъема пути.

Система зубчатое колесо / обычные колеса обеспечивает жесткое сцепление с рельсами при подъемах 16% и более при сухих условиях, 14% — при мокрых условиях.

Например, в Швейцарии используемая в горных условиях колесно-зубчатая ж.д. допускает уклоны более 25–28% (хребет Юнгфрау в Швейцарии) и даже 48% (вершина Пилатус около Люцерна). Зубчатая передача используется также при шлюзовании судов в Панамском канале, обеспечивая подъем до 50%. Сегодня различают:

- «чистую» ЗЖД, как правило, малой протяженности (всего несколько километров) с постоянным функционированием зубчатого колеса. Она предназначена для использования на крутых железнодорожных участках, где неприменимы моторные вагоны без зубчатой передачи;
- смешанную ЗЖД, строится на сравнительно длинных участках с сильными уклонами. В таких дорогах моторные вагоны, как правило, частично оборудованы тяговыми двигателями, но при раздельном управлении двумя режимами — с «зубом» и без него. Основное преимущество смешанной эксплуатации — это возможность значительно увеличивать скорость движения на участках, где нет нужды в зубчатой передаче;
- особый случай ЗЖД с Treidel-локомотивами, для подъема судов в шлюзах Панамского канала.

Считается, что электрические ЗЖД — экологически чистый вид транспорта. Тем не менее, все зубчатые колеса, в отличие от обычных колесных пар, требуют более частой и регулярной смазки, остатки которой при движении смываются на землю. Расход смазки зависит

от условий эксплуатации, максимальный расход — более 100 г на 1 вагон и 1 км пути. Для сохранения окружающей среды необходимо использовать специальное машинное масло (минеральный продукт, стоящий дороже обычной смазки, но с меньшим температурным режимом) и осуществлять биологическую (с помощью растений или животных) чистку земли. При соблюдении этих условий вред, наносимый окружающей среде, будет на порядок меньше, чем при использовании автомобильного транспорта.

Всего в мире по состоянию на 2009 г. насчитывается 152 зубчатых железных дороги, в том числе эксплуатируемых постоянно (зимой и летом) — 57 дорог. 51% всех действующих дорог приходится на Швейцарию. Именно в Швейцарии находятся самые крутые дороги (28% и 48% уклона), именно Швейцария имеет самый длительный опыт их эксплуатации и самый современный подвижной состав собственного производства. Швейцарские дороги в большинстве своем прибыльны и рентабельны.

В результате целевых поездок в Германию и Швейцарию, осмотра подвижного состава и путевого хозяйства, депо и мастерских, изучения графика движения и билетной системы, а также профессиональных диалогов с представителями дирекций дорог автором был собран материал более чем о 20 существующих железных дорогах такого типа.

Для обоснования целесообразности подобного решения в Сочи и выбора оптимальных параметров рекоменду-



System Riggerbach-Klose, используется на электрической дороге St. Gallen — Gais — Appenzell и на участке und auf der Strecke Freudenstadt — Baiersbronn der Murgtalbahn verwendet



Система Riggerbach, с ведущим зубчатым колесом



Система Strub, с широким зубчатым рельсом, Evolventenverzahnung



Система Abt, с пластинами, например, Appenzeller Bahnen

мых ЗЖД рассмотрим возможности двух наиболее адекватных условиям Сочи систем зубчатых дорог Европы, имеющих долгий и успешный опыт эксплуатации.

Bayerische Zugspitzbahn в Гармиш-Партенкирхен (ФРГ, Бавария)

Знаменитый Олимпийский центр Европы сегодня обслуживается комплексной системой горного транспорта, состоящей из:

- участка обыкновенной (традиционной) железной дороги от магистральной станции Гармиш-Партенкирхен, протяженностью 7,5 км.
- зубчатой железной дороги (длиной 11,5 км) от ст. Grainau через ст. Eibsee до ст. Zugspitzplatt. Разница высот — 1838 м, максимальный уклон — 25%, длина туннеля к вершине, защищающего дорогу от снежных и каменных лавин, — 4,8 км,
- канатно-гондольной дороги Eibseebahn, длиной 4,45 км,
- канатно-кресельной дороги Gletscherbahn, длиной 1,0 км,
- 9 лыжных лифтов.

Кроме перечисленных видов, с другой стороны вершины Zugspitz регион обслуживается 5 различными горными железными дорогами и 13 лыжными лифтами.

Впервые в Европе в Баварии было организовано беспересадочное сообщение от магистральной ж.-д. ст. Гармиш до площадки Zugspitzplatt и далее по воздушной канатной дороге до всемирно известной вершины на высоте 2950 м.

Таким образом, опыт данного центра может быть полезен как крайне удачный пример комплексного логистического подхода. Тем не менее, учитывая тему статьи, остановимся только на зубчатой железной дороге и ее технико-эксплуатационных параметрах.

Все мотор-вагонные секции эксплуатируются на колее в 1 м, причем в разных условиях: после равнинного участка в колесном режиме следует малый подъем до 15%, преодолеваемый в зубчатом режиме, еще выше в горах имеется подъем 25%, который также преодолевается поездом в зубчатом режиме. В конце маршрута поезд идет по круглому участку в узком туннеле до конечной станции. Туннель расположен в кривой малого радиуса. Высота расположения станций: Garmisch — 705 м, Grainau — 751 м, Eibsee — 1008 м, Riffelriss — 1640 м, Gletscherbahnhof Zugspitzplatt — 2588 м над уровнем моря. От конечной стан-

ции возможен подъем по воздушной канатной дороге до всемирно известной вершины на высоте 2950 м.

Технические параметры моторных вагонов конца 1980-х годов: 4 мотора, каждый 117 kW, при 750 V и напряжении на рельсе 1500V, 4 моторных зубчатых колеса с внутренним диаметром 573 мм. Длина моторного вагона 13,8 м, ширина 2,5 м, вес 23т вместимость 86 чел. С 1987 г. в эксплуатацию введены спаренные моторные вагоны, развивающие скорость:

- на равнине (Garmisch — Grainau) в обычном режиме колесо-рельс — до 70 км/ час.,
- на равнине (Grainau — Eibsee) в обычном режиме колесо-рельс — 20 км/час и в предгорье в зубчатом режиме (уклон 15‰) — 23 км/час,
- на участке Eibsee — Zugspitzplatt, в горной долине, поезд движется в обычном режиме колесо-рельс, развивая

Таблица 1

№№ п/п	Параметры	Ед. измер.	«Красный» маршрут — горная ж. д.	«Зеленый» маршрут — чисто зубчатая ж. д.	«Желто-зеленый» маршрут — смешанная ЗЖД № 3	«Голубой» маршрут — смешанная ЗЖД
1	Ввод последней серии в эксплуатацию и кол-во поездов		1993 г., н/д	2004 г., 4 поезда		2004 г., 5 поездов
2	Ширина колес	мм	1000	800	800	1000
3	Напряжение	V, DC	1125/50Hz	1 500	1 500	1 500
4	Длина поезда/секции	мм	31 350	41 830	22 900	48 914
5	Ширина вагона	мм	2 633	2 300	2 300	2650
6	Ширина входных дверей	мм	1 100	1 600	1 330	1 350
7	Высота вагона	мм	3 100	3 800	3 000	3 768
8	Высота дверей /пола	мм	н/д	950/350	н/д	930/420
9	Диаметр колеса	мм	н/д	723	568	685
10	Диаметр зубчатого колеса	мм	н/д	636,6	477	н/д
11	Масса тары	т	45	47,5		44,1
12	Общий вес	т	60	н/д	52	н/д
13	Количество мест для сидения	мест	104+14 откидных	2 класс — 154, в т. ч. 12 откидных		Всего — 166, в т. ч. 1 класс — 24; 2 класс — 120, откидные — 22
14	Общее количество мест в поезде	мест	200	450		302
15	Количество мест для стояния	мест	82	84		136
16	Максимальная скорость в горах при уклоне 25‰	км/час	27	14		н/д
17	Максимальная скорость в долине при уклоне до 25‰	км/час	14	н/д		н/д
18	Скорость при уклоне до 18‰	км/час	н/д	21,5		н/д

скорость 15 км/час; в зубчатом режиме в предгорье — 30 км/час (уклон 15%) и в горах — 20 км/час (уклон 25%).

Постоянная модернизация подвижного состава позволила увеличить скорость движения при зубчатом режиме в горах до 35 км/час при уклоне 15%.

В конце 2006 г. в эксплуатацию поступили 4 вагоноторные секции новой серии. Эти вагоны оснащены 6 моторами, каждый 300 кВт. Диаметр ведущего зубчатого колеса — 605 мм, внешний диаметр обычного колеса — 875 мм. Длина моторного вагона 30,6 м, ширина 2,5 м, вес пустого вагона 65,4 т. Вместимость вагона — 152 пассажира (мест для сидения — 112, для стояния — 40). Провозная способность поезда — 720 пассажиров в час в одном направлении. Общее время в пути — 58 мин.

Парк подвижного состава по состоянию на 2008 г.: 2 локомотива для движения на равнине, 2 зубчатых локомотива, 2 зубчатых моторных вагона, 6 спаренных моторных вагонов для обычного колесного и зубчатого режима движения, 1 моторный вагон для обычного колесного и зубчатого режима движения, 4 пассажирских и 4 прицепных вагона, 3 грузовых вагона, 2 дрезины, 1 вагон для оборудования, 1 вагон-цистерна, 2 снегоочистителя и 2 вагона-погрузчика.

Jungfraubahn (JB) в Верхних Бернских Альпах (Швейцария)

Дирекция JB обслуживает участки 5 дорог, которые относятся к разным предприятиям железнодорожного транспорта Швейцарии. 4 дороги — BOB (Berne Oberland-Bahnen), WAB (Wengernalp-Bahn), SPB (Schynige-Platte-Bahn) и JB (Jungfraubahn) эксплуатируют чистые и смешанные зубчатые дороги, исключением является BLM (Muerrenbahn).

На дорогах используется несколько типов подвижного состава, причем цвета поездов соответствуют маршрутам их движения.

В табл. 1 приведены основные технические параметры указанных видов подвижного состава.

График движения поездов по главному маршруту на «Вершину Европы» (Jungfraujoeh) от головной станции зубчатых и колесно-зубчатых дорог региона в Гриндельвальде составлен по принципу «жесткий такт» с интервалом в 30 минут.

Для сочинской ситуации 2014 года с необходимостью наладить доставку большого количества пассажиров в горный комплекс Красной Поляны на-



иболее адекватным примером по всем параметрам организации системы, является немецкий (в том числе и по подвижному составу для ГЗЖД).

Горная зубчатая дорога в Красной Поляне (ГЗЖД)

Рассмотренный выше опыт приемлем для олимпийской транспортной инфраструктуры Сочи-2014 в горном кластере и радикально меняет сам концептуальный подход к формированию транспортной системы Сочи-2014 в этом кластере.

А именно, **вместо ошибочной ориентации на автобусный и автомобильный транспорт** для доставки спортсменов и зрителей в горный комплекс Красной Поляны, требующей колоссального строительства многополосных автодорог (в том числе с протяженными туннельными и эстакадными участками) **приходит** высокотехнологичная и инновационная надежная и легко адаптируемая к меняющимся внешним обстоятельствам **система рельсового транспорта** в виде ГСЖД — Красная Поляна и ГЗЖД — Красная Поляна, также требующая больших капитальных вложений, но многократно более дешевая в эксплуатации и оказывающая минимальное отрицательное воздействие на окружающую природную среду.

Рельсовый транспорт надежен даже в условиях зимней эксплуатации, он обладает большой провозной способностью: один поезд способен перевозить более 1100 пассажиров за рейс (в то время как автобус — не более 100), преодолевает уклоны более 25%. Кроме того, он эко-

логически чист и экономичен с точки зрения использования территории (при российской колее 1524 мм необходимая ширина земляного полотна — 7,5 м, в то время как для 10 полос автомобильной дороги требуется как минимум в два раза больше). По планировке, доле мест для сидения, удобству прохода и другим показателям поезд максимально комфортен для пассажира, в том числе для спортсмена с его снаряжением и для лиц с ограниченными возможностями, и при этом сопоставим с автомобильным и автобусным транспортом в большей части трассирования по инвестициям в строительство дорожно-путевых сооружений. Это решение значительно более эффективно по расходным экономическим показателям эксплуатации и доходности (например, при общем количестве пассажиров 1,6 млн чел., перевезенных за год ZahnBahn на вершину Jungfraujoeh — 1,2 млн чел. перевозится летом, 2/3 дохода фирме JungfrauBahnen приносят летние туристы, а не горнолыжные зимние спортсмены).

С учетом всех приведенных факторов использование в горных районах Сочи зубчатой железной дороги, интегрированной в комплексную транспортно-логистическую систему, опирающуюся на различные виды железнодорожного транспорта, видится нам единственным приемлемым решением транспортной проблемы Сочи-2014. Лишь такое решение позволит осуществить доставку пассажиров от двери до двери и точно в срок при максимальном комфорте, надежности и безопасности поездки, минимальной пересадочности и сравнительно малых расходах времени и средств.