

УДК 621.331.3

О. Н. НАЗАРОВ, Д. Е. КИРЮШИН (ВНИИЖТ)

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, Россия, 129626, г. Москва,
ул. 3-я Мытищинская, д. 10, тел.: +7(495) 687-65-55, эл. почта: press@vniizht.ru

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ

Запуск в эксплуатацию в 1984 году скоростного электропоезда ЭР200 стал первым значимым триумфом наших ученых, инженеров, конструкторов, строителей и эксплуатационников. С этого момента скорость движения 200 км/ч перестала быть мечтой, и появились новые задачи. За 25 лет была проделана огромная работа. С 2009 года на направлении Санкт-Петербург – Москва – Нижний Новгород запущены в ежедневную эксплуатацию высокоскоростные электропоезда серии ЭВС1 и ЭВС2 «Сапсан» с максимальной скоростью движения 250 км/ч, с 2010 г. на линии Санкт-Петербург – Хельсинки электропоезда серии Sm6 «Аллегро» развивают скорость 220 км/ч. Теперь перед нами стоят новые задачи – создать сверхвысокоскоростную транспортную систему со скоростями движения до 400 км/ч.

Решение таких масштабных задач нельзя начинать с нуля, необходимо использовать положительный опыт, имеющийся в нашей стране и за рубежом. Реализованные проекты «Сапсан» и «Аллегро», несомненно, состоялись, результаты нескольких лет эксплуатации свидетельствуют об их успешности и в коммерческом, и в технологическом плане. В рамках этих проектов научными коллективами решались достаточно сложные задачи. К участию в проекте было привлечено множество организаций, в т.ч. зарубежных, поэтому ВНИИЖТ в сотрудничестве с НИИАС, ВНИИЖГ и ВНИКТИ выполнял функции системного интегратора знаний, эксперта по применяемым технологиям и обеспечению их совместимости, головного испытательного центра и разработчика нормативных документов.

С самого начала реализации проектов была выстроена четкая система взаимодействия организаций. Принятие решений по применению технологий базировалось не на рекламных заявлениях компаний-разработчиков, а на тщательном изучении всех аспектов технических систем и их взаимодействия. Уже на первых этапах была проведена огромная исследовательская и испытательная работа, которая по-

могла снять первую волну непонимания между нашими и зарубежными специалистами, т.к. специфика построения европейской системы нормативов очень сильно отличается от российской и по форме, и по подходам, и по техническим параметрам.

В процессе работы было доказано, что предлагавшееся на первом этапе простое копирование европейских нормативов методом обложки невозможно как из соображений технической совместимости зарубежных разработок с нашей железнодорожной системой, так и из существующего законодательного окружения. Для понимания этого потребовалось проведение совместно с зарубежными специалистами десятков уникальных экспериментов. Сравнивались требования к устройствам, методы испытаний, моделировалась работа механизмов и систем в условиях, приближенных к нашим эксплуатационным нагрузкам. В этой работе с нами сотрудничали специалисты различных исследовательских организаций из Германии, Испании, Финляндии, Австрии.

Например, при исследовательских испытаниях по обеспечению токосъема проверялись 9 вариантов контактных подвесок с различными параметрами, и их взаимодействие при скоростях движения до 260 км/ч с 3 типами токоприемников, в т.ч. и тем, который был впоследствии установлен на электропоезде «Сапсан». В результате многоэтапных исследований была выбрана конструкция контактной подвески, в наибольшей мере соответствующая заданным условиям эксплуатации, были даны рекомендации по конструкции токоприемника, особенно по обеспечению его надежности в специфических зимних условиях.

В процессе сложной взаимной работы специалистов разных стран фактически были отработаны новые процессы организации и продвижения на российский рынок комплексных проектов внедрения инновационного подвижного состава. Разработанную "технология" сегодня мы позиционируем как серийный инженеринговый продукт. Практически все успеш-

© Назаров О. Н., Кирюшин Д. Е., 2014

ные международные железнодорожные проекты в области подвижного состава (Тальго, Ласточка и некоторые другие) реализуются по этой схеме. Главное в разработанной технологии – это формирование в рамках каждого проекта системы обратных связей, которая позволяет своевременно корректировать ошибочные или неоптимальные конструктивные решения,

действующие нормативно-технические документы и при необходимости разрабатывать новые. Оперативное внесение изменений в стандарты позволило добиться быстрого синергетического эффекта, т.к. новыми нормами и стандартами сразу же начинают пользоваться и отечественные разработчики подвижного состава (рис. 1).



Рис. 1. Взаимодействие ОАО ВНИИЖТ с разработчиками и изготовителями подвижного состава на этапах жизненного цикла изделия

Железнодорожный транспорт – это система технологий, тесно взаимодействующих друг с другом и функционально взаимодополняющих друг друга. Сложная функциональная система в целом должна сохранять баланс стабильности и обеспечивать безопасность. В мировой практике, прежде всего это европейский опыт, и нашими техническими регламентами принято выделять в системе железных дорог несколько основных технологических подсистем: подвижной состав, путь, электроснабжение, связь, управление движением, техническое обслуживание и ремонт (рис. 2).

Все существующие нормативы верхнего уровня решают задачу поддержания баланса между подсистемами для обеспечения безопасности перевозочного процесса. Следующий нормативный уровень обеспечивает взаимодействие функциональных групп в каждой технологической подсистеме. Учитывая, что железнодорожный транспорт – это постоянно развивающаяся технологическая система, именно

такой нормативный подход является ключевым для сохранения баланса.

При этом надо отметить, что законодательное окружение нормативной деятельности, которое базируется на системе документов и правил, в т.ч. общепромышленных стандартов, жестко регламентирует процедуры проведения работ, поэтому простое копирование зарубежных документов, как правило, приводит к противоречию с действующими смежными стандартами и правилами.

В результате планомерной работы были разработаны базовые стандарты, поддерживающие технические регламенты в области тягового подвижного состава. В ближайшее время ожидается ввод их в действие. Это верхний уровень, описывающий подвижной состав в целом как объект нормирования. В следующем нормативном уровне, включающем требования к комплектующим и методы оценки соответствия, еще есть нерешенные задачи, но работа ведется в соответствии с утвержденными планами.

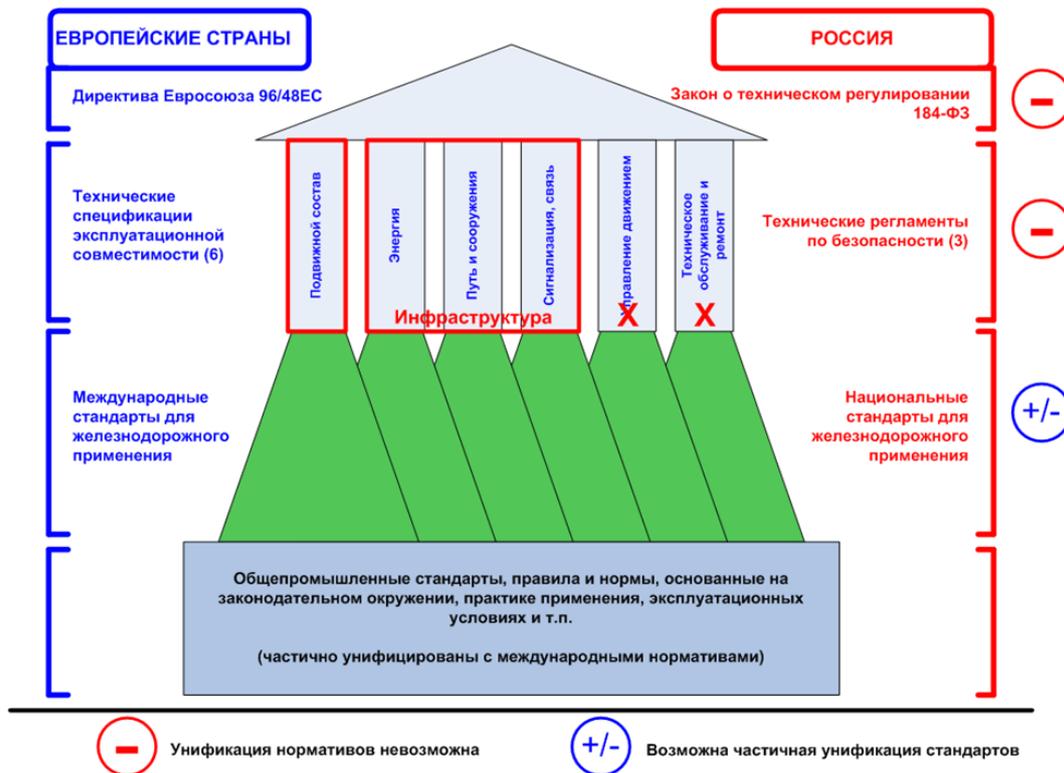


Рис. 2. Унификация российских нормативных документов с документами ЕС

В новом проекте ВСМ-2 Москва – Казань – Екатеринбург предусмотрено совмещение высокоскоростного и скоростного пассажирского движения с перевозками контейнерных грузов. Для того, чтобы при решении новых задач не потерять положительные наработки и по-новому переосмыслить те недочеты, которые неизбежно возникают в столь масштабных проектах, мы предложили проверенную временем технологию достижения успеха, учитывающую все технические и нормативные аспекты (рис. 3).

Первая и главная задача – разработка транспортных и маркетинговых моделей ВСМ и обоснование целевых и перспективных задач, в т.ч. с определением:

- маршрутов следования для поездов ВСМ, скоростных пассажирских и контейнерных, в т.ч. транзитных;
- остановочных пунктов на линии ВСМ;
- времен хода поездов на маршрутах ВСМ;
- интервалов движения;
- среднесуточного пробега высокоскоростных поездов;
- пассажиропотоков;
- ключевых показателей комфорта и перечня предоставляемых услуг (на борту и на станциях) по группам пассажиров;
- общего видения технологии обслуживания и ремонта инфраструктуры;

- схемы размещения терминальных и перегрузочных комплексов для обслуживания контейнерных поездов.

Решение этой задачи формирует базовый объем исходных данных для проработки всех подсистем и подвижного состава в частности.

Из первой вытекают задачи технологические – как обеспечить и как оптимизировать основные параметры магистрали в первую очередь на стыках всех подсистем. Важным является выбор критериев оптимизации, главными из которых, конечно, являются экономические.

Решение технологических задач должно начинаться в первую очередь с определения максимальной скорости движения на линии. От нее зависят все базовые параметры взаимодействия (мощность энергосистем и тягового привода, качество содержания пути и динамика экипажа, расстановка сигналов и тормозные пути, габариты и аэродинамика, конструкция контактной подвески и токосяем, электромагнитные излучения и радиосвязь, уровень внешнего шума).

До сих пор в документах фигурирует нечеткое определение скорости – «до 400 км/ч». Что это значит? 320, 350, 360, 380 км/ч – все попадает в категорию «до 400», но технологически транспортные системы на 320 и на 400 км/ч должны существенно отличаться друг от друга. Только этот параметр тянет за собой шлейф принятия различных базовых технологических решений во всех подсистемах.

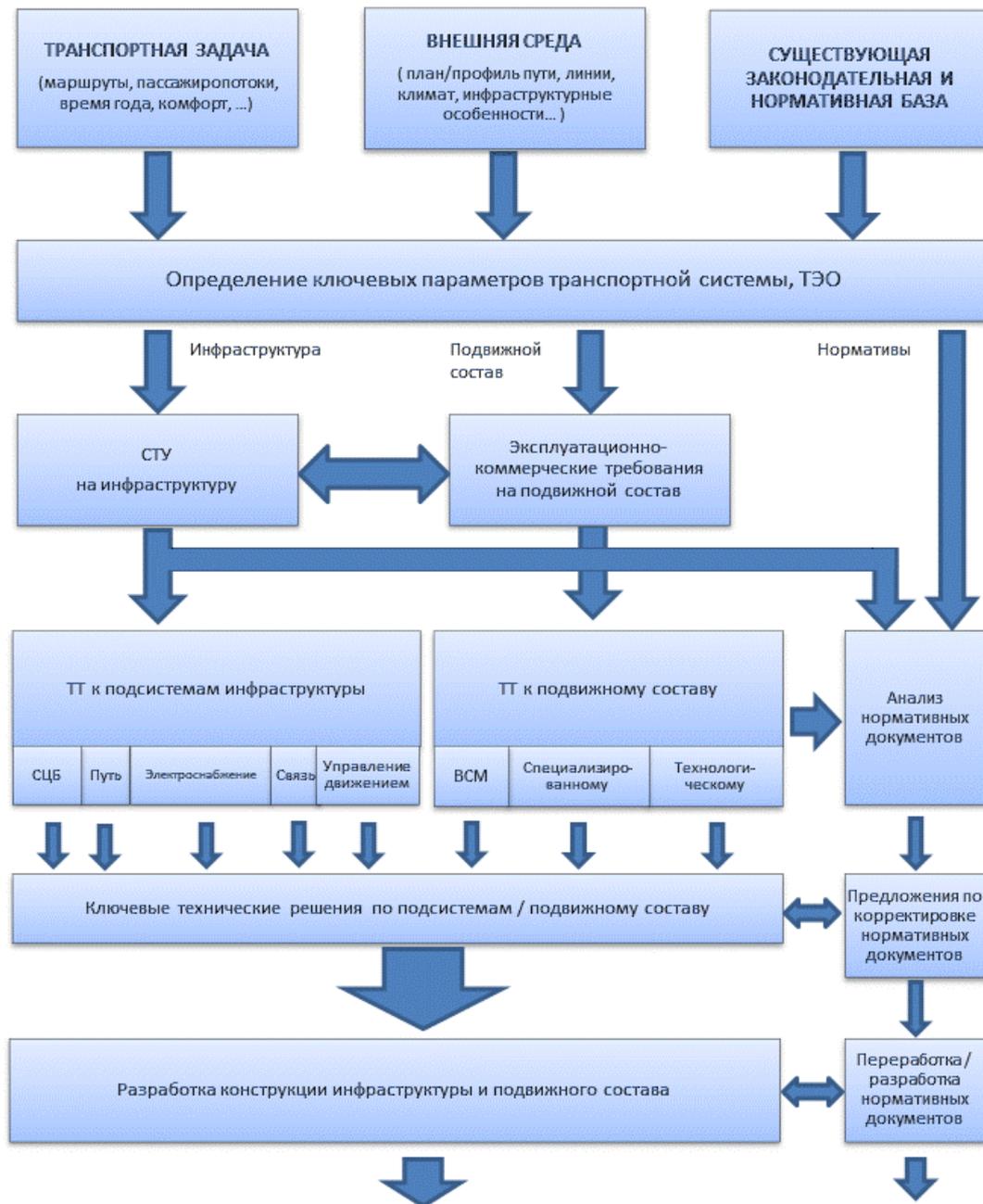


Рис. 3. Задачи научно-технического сопровождения создания ВСМ

Поэтому решение вопроса выбора максимальной скорости нельзя отложить, но и из-за того, что параметр носит ключевой характер, максимальную скорость нельзя просто административно назначить.

Для подвижного состава важнейшими показателями, определяющими конфигурацию поезда, и вытекающие из решения маркетинговых и технологических задач, являются габаритные показатели, масса поезда, длина остановочных платформ, пассажироместимость, ускорение при разгоне и замедление при торможении.

Этап распределения требований между подсистемами позволит сформировать исходные данные для разработки подробных взаимосвязанных тех-

нических требований к высокоскоростному электропоезду и всем инфраструктурным подсистемам.

Учитывая, что все задачи научных исследований должны выполняться в тесной взаимосвязи и в достаточно сжатые сроки, было принято решение объединить их в систему программных мероприятий. В сентябре 2013 года ОАО «ВНИИЖТ» совместно с отраслевыми институтами разработал «Программу научно-технического сопровождения при проектировании и строительстве высокоскоростных железнодорожных магистралей «Москва – Екатеринбург» и «Москва – Ростов-на-Дону – Адлер» с предлагаемыми сроками реализации

2013–2017 г. Основными задачами программы определены:

- обеспечение научно-технической поддержки проектирования и строительства высокоскоростной магистрали путем проведения экспертизы технических решений, определения необходимых технических показателей и характеристик подвижного состава и инфраструктуры, разработки системы приемки, испытаний и допуска элементов высокоскоростной железнодорожной системы;

- создание единой системы нормативно-технических документов, поддерживающей Технический регламент таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», для проектирования, строительства объектов инфраструктуры высокоскоростных железнодорожных линий, разработки и изготовления высокоскоростного подвижного состава, проведения испытаний и эксплуатации.

- экспертиза и оптимизация технических решений при создании технических средств нового поколения на основе современных достижений науки, техники и технологий;

- повышение уровня технической и технологической безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.

Выполнение программы предлагается осуществить посредством реализации взаимосвязанных между собой программных мероприятий:

1. Формирование технических требований к подвижному составу для пассажирских и грузовых перевозок на высокоскоростной железнодорожной магистрали.

2. Формирование технических требований к высокоскоростному испытательному полигону и объектам инфраструктуры высокоскоростной железнодорожной магистрали.

3. Проведение исследований на испытательном полигоне. Выбор и апробация технических решений.

4. Разработка нормативно-технической документации на высокоскоростной подвижной состав и объекты инфраструктуры высокоскоростной железнодорожной магистрали.

5. Экспертиза технических решений на этапах проектирования и строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали и проектирования и изготовления подвижного состава.

Для всех подсистем высокоскоростной магистрали намечено проведение научных исследований, включая математическое моделирование и проведение экспериментальных работ. Так для подсистемы электроснабжения предусмотрено проведение следующих исследований:

- разработка и верификация динамической, аэродинамической и термодинамической моделей системы токосъема с постоянным и переменным током;

- оценка влияния различных конструкций и устройств пути на качество токосъема;

- проведение сравнительных испытаний конструкций сопряжений контактной сети и изолирующих сопряжений, оценка их влияния на качество токосъема;

- проведение испытаний для проверки алгоритма прохода изолирующих сопряжений.

- моделирование для определения зависимостей между параметрами системы электроснабжения и тягово-энергетических свойств высокоскоростного поезда, профиля пути, веса поездов, межпоездных интервалов и схем организации движения с учетом характеристик сопротивления движению.

В области высокоскоростного тягового подвижного состава предусматривается:

- определение возможных конфигураций электропоезда с учетом транспортных моделей ВСМ и базовых характеристик инфраструктуры путем проведения многовариантных тяговых расчетов с учетом оптимизации технико-экономических параметров;

- исследования режимов работы различных систем высокоскоростного электропоезда (тормозных систем, систем управления и обеспечения безопасности движения, и пр.);

- разработка технических требований к отдельным подсистемам высокоскоростного электропоезда с учетом проектируемых систем управления и обеспечения безопасности движения.

Одним из ключевых этапов реализации программы являются экспериментальные исследования на опытном полигоне, результаты которых позволят провести выбор и апробацию необходимых технических решений до ввода основной линии в эксплуатацию, что позволит минимизировать возможные риски в проекте, включая в частности:

- проведение исследований на высокоскоростном подвижном составе и элементах инфраструктуры при скоростях движения на 10% превышающих конструкционную;

- апробация технологий содержания, эксплуатации и обслуживания высокоскоростного подвижного состава и элементов инфраструктуры;

- разработка, обоснование и выбор системы интервального регулирования, отработка диспетчерского и автоматизированного управления движением с учетом оценки рисков;

- организация и тестирование работы центра управления высокоскоростным движением;
- разработка положения о системе ведения хозяйства по объектам инфраструктуры, включая системы диагностики и мониторинга.

Принимая во внимание масштабность проекта строительства ВСМ, его государственную и национальную важность и при этом ограниченный период реализации программа научного сопровождения привязана к этапам строительства и запуска в эксплуатацию пилотного участка Москва – Казань (рис. 4). Завершение разработки технических требований на подвижной состав и высокоскоростной испытательный полигон запланировано на март 2014 года. Параллельно первому этапу, в 2014 году начинается этап проектирования подвижного состава, строительство испытательного полигона, анализ зарубежной и формирование требований к отечественной нормативной базе. В 2015 – 2017 годах предусмотрено проведение ис-

следований и апробация технических решений на испытательном полигоне с формированием детальных требований в нормативно-техническую документацию. Также в этот период будут отрабатываться программы и методики испытаний элементов инфраструктуры и подвижного состава. При проектировании и строительстве подвижного состава, полигона и высокоскоростной линии в 2013 – 2017 годах осуществляется научно-техническая поддержка проекта и экспертиза технических решений.

Если реализация намеченных планов начнется, как предусмотрено программой, в 2013 году, то необходимые для реализации проекта нормативно-технические и эксплуатационные документы могут быть подготовлены и проверены еще до запуска в эксплуатацию первого участка ВСМ-2 в 2018 году. В настоящее время программа установленным порядком направлена на согласование в ОАО «РЖД» и государственные организации.

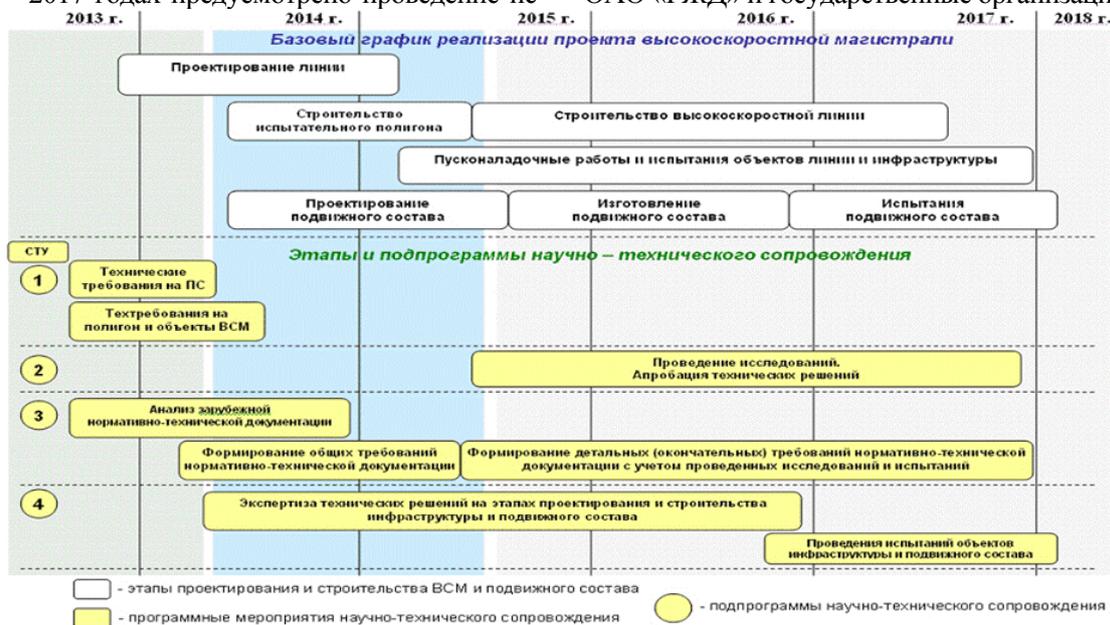


Рис. 4. График реализации программы научного сопровождения создания ВСМ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рерберг И. Ф. История эксплуатации Московско-Нижегородской железной дороги за первые XXV лет, М., 1887.
2. Халин А. А., Московско-Нижегородская железная дорога во второй половине XIX в., ИЗ, 1984, т. 111.
3. История железнодорожного транспорта России. Т. 1: 1836-1917 - СПб, 1994.
4. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия, 1994.

Поступила в печать 02.04.2014.

Внутренний рецензент *Сыченко В. Г.*

REFERENCES

1. Rerberg I. F., Istorija jekspluatacii Moskovsko-Nizhegorodskoj zheleznoj dorogi za pervye XXV let [History of the Moscow-Nizhny Novgorod operation of the railway in the first years XXV], Moscow, 1887.
2. Halin A. A., Moskovsko-Nizhegorodskaja zheleznaja doroga vo vtoroj polovine XIX v. [Moscow-Nizhny Novgorod railroad in the second half of the XIX century], IZ Publ., 1984, Vol. 111.
3. Istorija zheleznodorozhnogo transporta Rossii [History of rail transport in Russia]. T. 1: 1836-1917 - SPb, 1994.
4. Zheleznodorozhnyj transport: Enciklopedija. M.: Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija [Trains encyclopedia, Great Russian Encyclopedia], Moscow, 1994.

Внешний рецензент *Панасенко Н. В.*

© Назаров О. Н., Кирюшин Д. Е., 2014

Правительством перед отраслью поставлена задача создания национальной сети высокоскоростных железнодорожных магистралей. В настоящее время обсуждаются вопросы организации проектирования и строительства пилотного участка ВСМ-2 Москва – Казань. Определение основных взаимосвязанных ключевых параметров транспортной системы, а именно инфраструктуры и подвижного состава является первым и важнейшим шагом для формирования технических требований к подсистемам ВСМ. В докладе рассматриваются новые цели и задачи связанные с разработкой, исследованиями и проектированием инфраструктуры и подвижного состава. Освещены основные вопросы взаимодействия подсистем ВСМ, требующие проведения научных исследований и испытаний. Для подвижного состава важнейшими показателями, определяющими конфигурацию поезда, и вытекающие из решения маркетинговых и технологических задач, являются габаритные показатели, масса поезда, длина остановочных платформ, пассажироместимость, ускорение при разгоне и замедление при торможении. Если реализация намеченных планов начнется, как предусмотрено программой, в 2013 году, то необходимые для реализации проекта нормативно-технические и эксплуатационные документы могут быть подготовлены и проверены еще до запуска в эксплуатацию первого участка ВСМ-2 в 2018 году. В настоящее время программа установленным порядком направлена на согласование в ОАО «РЖД» и государственные организации.

Ключевые слова: высокоскоростное движение, нормативная база, технологические решения.

УДК 621.331.3

О. М. НАЗАРОВ, Д. Є. КІРЮШИН (ВНІІЗТ)

Науково-дослідний інститут залізничного транспорту, Росія, 129626, м. Москва, вул. 3-я Митищинська, буд. 10, тел.: +7(495) 687-65-55, ел. пошта: press@vniizht.ru

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ В РОСІЇ

Урядом перед галуззю поставлено завдання створення національної мережі високошвидкісних залізничних магистралей. В даний час обговорюються питання організації проектування та будівництва пилотного ділянки ВСМ-2 Москва - Казань. Визначення основних взаємопов'язаних ключових параметрів транспортної системи, а саме інфраструктури та рухомого складу є першим і найважливішим кроком для формування технічних вимог до підсистем ВСМ. У доповіді розглядаються нові цілі і завдання пов'язані з розробкою, дослідженнями та проектуванням інфраструктури та рухомого складу. Висвітлено основні питання взаємодії підсистем ВСМ, що вимагають проведення наукових досліджень і випробувань. Для рухомого складу найважливішими показниками, що визначають конфігурацію поїзда, і які з вирішення маркетингових і технологічних задач, є габаритні показники, маса поїзда, довжина зупиночних платформ, пасажиромісткість, прискорення при розгоні і уповільнення при гальмуванні. Якщо реалізація намічених планів розпочнеться, як передбачено програмою, в 2013 році, то необхідні для реалізації проекту нормативно-технічні та експлуатаційні документи можуть бути підготовлені і перевірені ще до запуску в експлуатацію першої ділянки ВСМ-2 в 2018 році. В даний час програма встановленим порядком спрямована на узгодження в ВАТ «РЖД» і державні організації.

Ключові слова: високошвидкісний рух, нормативна база, технологічні рішення.

Внутрішній рецензент *Сиченко В. Г.*

Зовнішній рецензент *Панасенко М. В.*

UDC 621.331.3

O. N. NAZAROV, D. E. KIRYUSHIN (VNIIZHT)

Railway Research Institute, Russia, 129626, Moscow, 3rd Mytischinskaya Street, h. 10, tel.: +7(495) 687-65-55, e-mail: press@vniizht.ru

THE SCIENTIFIC SUPPORT OF THE DEVELOPMENT OF THE REGULATORY FRAMEWORK AND SOLUTIONS FOR THE HIGH-SPEED TRAFFIC IN RUSSIA

Government of the industry set the task of creating a national network of high-speed railways. Currently, the organization discusses the design and construction of the pilot site BCM-2 Moscow - Kazan. Determination of the main interrelated key parameters of the transport system, namely infrastructure and rolling stock is the first and crucial step in establishing the technical requirements for the subsystems SCM. The report looks at new objectives and tasks related to the development, research and design of infrastructure and rolling stock. Highlight key issues of interaction of subsystems SCM requiring research and testing. For rolling important determinant of the configuration of the train, and the resulting solutions marketing and technological challenges are, dimensions, weight train, length stops platforms, passenger capacity, acceleration during acceleration and deceleration under braking. If the implementation of these plans will begin as provided by the program, in 2013, the requirements for project technical standards and operational documents can be prepared and tested prior to commissioning of the first portion of SCM-2 in 2018. The program is currently established procedures aimed at harmonization of JSC "Russian Railways" and government organizations.

Keywords: high speed movement, normative base, technological solutions.

Internal reviewer *Sichenko V. G.*

External reviewer *Panasenko M. V.*

© Назаров О. Н., Кирюшин Д. Е., 2014