

Уральский государственный университет путей сообщения

А. В. Ефимов, В. М. Сай

# Уральский транспортный полигон высокоскоростных испытаний

Выполнено по инициативе  
Уральского государственного  
университета путей сообщения

Екатеринбург  
2009

УДК 625.1:656.2.022.846

С14

С14 Уральский транспортный полигон высокоскоростных испытаний : Препринт УрГУПС / Уральский гос. ун-т путей сообщения; авт. коллектив А. В. Ефимов, В. М. Сай. Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2009. 110 с.

ISBN 978-5-94614-127-7

Препринт посвящен обоснованию сооружения транспортного полигона высокоскоростных испытаний на Среднем Урале. Основное внимание уделено доказательству необходимости высокоскоростного экспериментального кольца для железнодорожного подвижного состава. В первом приближении аргументированы основные элементы плана и профиля, предложены несколько вариантов возможных схем размещения высокоскоростного участка. На основании прогнозного трассирования определены основные объемы работ и стоимость сооружения полигона, предложены укрупненный календарный график работ и календарный план финансирования. Рассмотрены некоторые вопросы частно-государственного партнерства как организационно-экономической формы сотрудничества при сооружении полигона.

Издание предназначено для руководителей Минтранса РФ, субъектов Федерации, предприятий железнодорожного транспорта, проектных институтов, а также научных работников, специализирующихся в области проектирования, организации и управления на железнодорожном транспорте.

*Редакционный совет:*

*С. В. Бушуев*, канд. техн. наук, председатель совета; *И. М. Черепова*, зам. председателя; *Л. С. Барышникова*; *В. В. Бондаренко*, д-р техн. наук; *А. В. Вохмянина*, канд. техн. наук; *А. А. Колтышев*; *О. В. Коркунова*, д-р философ. наук; *В. Ф. Лапшин*, д-р техн. наук; *Д. Г. Неволин*, д-р техн. наук; *Б. П. Пасынков*, канд. техн. наук; *А. Э. Павлюков*, д-р техн. наук; *В. С. Паршина*, канд. экон. наук; *С. А. Плахотич*, канд. техн. наук; *К. А. Паршин*, канд. техн. наук; *В. М. Сай*, д-р техн. наук; *А. П. Сухогузов*, канд. техн. наук; *Б. С. Сергеев*, д-р техн. наук; *Г. А. Тимофеева*, д-р физ.-мат. наук; *Н. И. Шаталова*, д-р социолог. наук; *А. А. Шапран*, канд. техн. наук; *Г. К. Щепотин*, д-р техн. наук

# Вместо введения

## **Из Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года**

«Важнейшей проблемой является техническое и технологическое отставание транспортной системы России по сравнению с развитыми странами».

«В стране отсутствуют высокоскоростные железнодорожные сообщения».

«Развитие скоростных и высокоскоростных железнодорожных перевозок обеспечит улучшение транспортных связей, создаст более привлекательные условия для пассажиров, повысит комфортность и безопасность пассажирских перевозок, сократит время в пути, что позволит привлечь на железнодорожный транспорт дополнительный пассажиропоток с авиационного и автомобильного транспорта, сократить убыточность пассажирских перевозок и негативное воздействие транспорта на экологию».

«Удешевление и ускорение перевозок на магистральных видах транспорта позволит сблизить удаленные друг от друга регионы страны, повысить качество жизни населения и уровень деловой активности, укрепить территориальное единство страны и создать более благоприятные условия для реализации потенциальных экономических и социальных возможностей каждого российского региона».

«Основными направлениями задач развития научного обеспечения на железнодорожном транспорте являются:

...

— организация высокоскоростного движения на выделенных направлениях со скоростями до 300—350 км/ч и освоение отечественного производства основных элементов инфраструктуры и подвижного состава».

«Создание Федерального научно-внедренческого центра комплексных транспортных проблем, а также сети региональных научно-внедренческих центров».



## 1

# Основные характеристики действующих ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПОЛИГОНОВ

## 1.1. Испытательный полигон железнодорожной техники на ст. Щербинка (по материалам ВНИИЖТ)

Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ — испытательный полигон для железнодорожного транспорта — построено в 1932 г. на ст. Щербинка (Московская железная дорога). До 1960 г. оно было единственным в мире.

Это крупнейший испытательный центр страны практически всех технических средств железных дорог и в первую очередь — подвижного состава, устройств тягового электроснабжения, элементов верхнего строения пути.

Полигон имеет три замкнутых кольцевых пути. Протяженность первого (внешнего) пути, построенного в 1932 г., составляет 6 км, радиус — примерно 950 м. Второй и третий пути содержат кривые разных радиусов — 400, 600 м и др., а также прямые вставки.

На первом кольцевом пути испытываются вагоны со скоростью движения до 120 км/ч, на втором и третьем — до 70—80 км/ч.

В 1935 г. Экспериментальное кольцо было электрифицировано.

В настоящее время Экспериментальное кольцо имеет специализированную лабораторную базу с современным стендовым оборудованием, с помощью которого проводятся комплексные натурные испытания отдельных агрегатов и узлов транспортной техники, верхнего строения пути и электроснабжения железных дорог.

Технические возможности Экспериментального кольца позволяют довести суточную грузонапряженность до 1,5—1,8 млн т-км на 1 км пути, обеспечить поездные пробеговые испытания вагонов с осевыми нагрузками 30 т в поездах массой до 15 тыс. т.

На Экспериментальном кольце три источника питания — 3000 и 750 В постоянного тока и 25 кВ переменного тока 50 Гц.

## **1.2. Скоростной испытательный полигон Белореченская — Майкоп**

В 1968 году создан специальный и единственный в стране скоростной испытательный полигон на малодеятельном участке Белореченская — Майкоп (Северо-Кавказская железная дорога), позволяющий проводить исследования со скоростями движения до 250 км/ч и испытывать подвижной состав в прямых участках пути, в кривых радиусами 350, 500, 650, 800, 1000 и 2500 м.

Выбор именно этого участка для создания испытательного полигона обусловлен тем, что:

- Белореченская — это станция стыкования двух систем тягового электроснабжения (то есть на испытательный полигон можно подавать постоянный и переменный ток);

- благоприятные климатические для проведения испытаний в зимний период условия (балластный слой не замерзает);

- малая грузонапряженность участка без ущерба для эксплуатационной работы позволяла предоставлять восьми- и десятичасовые «окна» в графике движения в светлое время суток.

Протяженность участка от Белореченской до Майкопа — 24 км; участок электрифицирован на постоянном и переменном токе, оборудован релейной полуавтоматической блокировкой с установкой предупредительных, входных и выходных светофоров.

На главном пути предусмотрены так называемые мертвые тупики (в исправном состоянии тупики содержит полигон), куда ставятся вагоны-лаборатории (оборудованные точками подключения к линиям электропитания и телефонной связью). На ст. Ханская имеется треугольник, предназначенный для разворота опытных составов, а на ст. Белореченская — пути для отстоя и оборудо-

ванное здание контрольно-технического осмотра подвижного состава (здание КТО), в котором подвижной состав осматривают и готовят к испытаниям.

Характеристики профиля и плана полигона:

от ст. Белореченская в сторону ст. Майкоп — равномерный подъем  $+3,1^{0}_{00}$  на протяжении 10 012 м, а затем —  $+3,7^{0}_{00}$  на протяжении 14 774 м; чередующиеся прямыми и кривыми участками пути с радиусами от 350 м до 2 050 м;

верхнее строение пути: рельсы типа Р65, длиной 25 м, двухголовые накладки с четырьмя отверстиями; рельсы с подкладками прикреплены к каждому концу шпалы пятью костылями; шпалы деревянные обрезные пропитанные; эюра шпал — 1 840 шт. на 1 км пути, а в кривых радиусом 500, 650, 800 и 1 000 м — 2 000 шт.; балласт щебеночный с песчаной подушкой, толщина щебня под шпалой — 25 см, песчано-гравийной подушки — 20 см, откосы полуторные. Размер плеча балластной призмы за концами шпал на прямых участках со скоростями движения опытных составов 120 км/ч и более на всех кривых составляет 25 см, на прямых участках, где скорость движения менее 120 км/ч, — 15 см;

главный путь промежуточной ст. Ханская на время испытаний (опытных поездов) рассматривается как составная часть одного целого перегона от Белореченской до Майкопа;

в пределах главного пути ст. Ханская лежат стрелочные переводы типа Р65 с крестовиной марки 1/11, балласт — щебень. На главном пути полигона Белореченская — Майкоп имеется восемь железобетонных мостов с малыми пролетами (от 2,55 до 9,25 м) с пролетными строениями под нагрузку Н8;

при испытаниях подвижного состава на полигоне Белореченская — Майкоп скорость движения опытного поезда не должна превышать на перегонах в прямых участках пути 250 км/ч и в кривых — 180 км/ч.

План, профиль, устройства электроснабжения, контактная сеть, устройства СЦБ позволяют проводить испытания подвижного состава и верхнего строения пути со скоростью, не превышающей 250 км/ч.

### 1.3. Другие испытательные сооружения в России

На испытательном пути Новочеркасского электровозостроительного завода длина пути составляет 8 км для поездок электровозов в рамках приемочных испытаний.

Опытное кольцо в Людинове располагается на территории тепловозостроительного завода; радиус — около 1 км, общая длина — 6,3 км. Это кольцо предназначено для измерительных поездок тепловозов во время приемочных испытаний.

### 1.4. Зарубежные испытательные полигоны

Германия. В 1906 г. на ст. Ораниенбург построен первый в стране испытательный участок; его форма — замкнутая овальная, длина — 1 757 м, радиус поворотных кривых — 200 м.

В 1989 г. на предприятии Хеннигсдорфе запущен испытательный участок; для этих целей был оборудован путь, расположенный на территории предприятия.

Этот испытательный участок, имеющий длину 4,1 км, проходит параллельно региональной линии DBAG Хеннигсдорф — Фельтен. Его ВСП с бетонными шпалами на щебеночном балласте рассчитано на осевую нагрузку 210 кН и максимальную скорость 140 км/ч. Путь имеет одну кривую радиусом 850 м и уклон 14,1 ‰ на длине 400 м; оборудован двойной воздушной контактной подвеской и боковым контактным рельсом.

Воздушная контактная подвеска имеет повышенную нагрузочную способность (1,2 кА в продолжительном режиме). В нее можно подавать напряжение 15 кВ с частотой 16,7 Гц, 10 и 25 кВ с частотой 50 Гц; напряжение постоянного тока — от 1 до 4,2 кВ.

Напряжение однофазного переменного тока частотой 50 Гц получают от сети общественного пользования через трансформатор со ступенчатым регулированием напряжения. Схема тягового электроснабжения позволяет изменить полярность контактного провода и рельсов.

Испытательный центр компании «Siemens» в Вегберг-Вильденрате (PCW). На площади около 35 га размещены закрытые помещения с общей площадью 15 тыс. м<sup>2</sup> и пути для проведения испытаний.

Общая длина путей — 22 км, из которых 4 км электрифицированы. Зона непосредственного проведения испытаний подразделяется на пять участков:

- испытательное кольцо, оборудованное воздушной контактной подвеской, с движением до 160 км/ч; кривые радиусом 300, 442, 1 200 и переходной S-образной кривой без промежуточного участка для испытаний ПС с наклоняемыми кузовами;

- малое кольцо с допускаемой скоростью 100 км/ч, оборудованное контактной подвеской и контактным рельсом;

- нулевой путь, оборудованный воздушной подвеской и контактным рельсом, с допускаемой скоростью 100 км/ч;

- испытательный участок длиной 553 м, представляющий собой чередование ряда кривых малого радиуса, оборудован воздушной контактной подвеской и служит для специальных испытаний вагонов трамвая.

Участок представляет собой путь с уклонами до 25 % и малыми радиусами; допускаемая скорость — 25 км/ч. Кроме исследования режимов движения на подъемах и спусках, а также трогания на горке, здесь проверяют мощность стояночных тормозов.

Все испытательные участки имеют балластное основание. На большом кольце уложены железобетонные шпалы, рассчитанные на осевую нагрузку до 260 кН. На остальных участках — деревянные шпалы с осевой нагрузкой до 225 кН.

В центре PCW можно испытывать ПС с постоянным током напряжением 600—750 В, 1,5—3 кВ, а также с однофазным переменным током напряжением 15 кВ, частотой 162/3 Гц и 25 кВ 50 Гц.

Технологический центр Берлин — Брандербург (TZB). Испытательный путь общей длиной 33 км имеет участки с кривыми радиусом 850 м и уклоном 1,1 %, допускаемые скорости — 160 км/ч. Прямой участок — 3,2 км, имеется одна S-образная кривая.

На территории TZB оборудован участок для исследования уровней шума, излучаемого ПС и путем. Здесь также проводятся измерения, связанные с определением электромагнитной совместимости ПС с окружающей средой и соседними объектами.

Нагрузка на ось — 250 кН; уложены рельсы МСЖД 60, решетка из железобетонных и деревянных шпал на щебеночном и жестком основании.

Одна из тяговых подстанций обеспечивает питание контактной сети переменного тока 15 кВ, 162/3 Гц и 25 кВ, 50 Гц, а также постоянным током напряжением 0,6—3 кВ. На подстанции установлены два преобразователя мощностью  $2 \times 7,5$  МВ·А, работающие по параллельной схеме и получающие питание от сети с частотой 50 Гц через трансформаторы.

США. В 1971 г. сдан в эксплуатацию центр высокоскоростных испытаний площадью 8 400 га, общей протяженностью путевого развития 77 км. Здесь проводят испытание ПС с опасными грузами и тренировки аварийных и испытательных команд; имеются поворотные петли и треугольники.

Длина кольца — 7,7 км с осевой нагрузкой 330 кН; масса поезда 8 600 т. Кольцо для испытаний путевых конструкций представляет собой неправильный овал длиной 22 км, с допускаемой скоростью 265 км/ч. Кривые — с возвышением 150 мм. Участок электрифицированный. Подвеска контактного провода — регулируемая по высоте. Подается напряжение 12 кВ с частотой 25 Гц или 25 кВ 60 Гц.

Длина кольца для испытания городского рельсового транспорта — 14,6 км, допускаемая скорость — 130 км/ч. Участок электрифицирован с боковым контактным рельсом, напряжение подается до 1 кВ.

Кольцо длиной 45,7 км; предназначено для изучения условий прохождения подвижного состава в кривых особо малого радиуса и связанного с этим излучения шума.

Имеется путь длиной 1 200 м для изучения наездов на жесткие препятствия и подвижного состава на соударение.

Китай запустил испытательное кольцо в 1960 г. для разных типов подвижного состава и верхнего строения пути (возможность перевозки необычных и негабаритных грузов); два кольца с шириной колеи 1 435 мм, электрифицированные по системе 25 кВ, 50 Гц. Наружное кольцо с радиусами 1 600 м и с прямыми участками длиной 10 053 м, максимальная скорость — 160 км/ч.

Внутреннее кольцо овальное, с прямыми участками длиной 1 км и радиусами 350, 600, 800, 1 000 м, общая длина кольца — 6,5 км.

Чехия. Полигон построен в 1963 г. Электрифицированный участок по системе переменного тока 25 кВ, 50 Гц и постоянного тока 3 кВ. Имеются большое и малое кольца. Длина большого — 13 276 м, радиусы — 1 400 м, возвышение — до 150 мм, допускаемая скорость — 200 км/ч, непогашенное ускорение может достигать  $1,2 \text{ м/с}^2$ . На длине 1 230 м большого кольца уклон — 2 ‰, а на участке в 1 748 м — 1,4 ‰. Нулевой путь — 1 983 м.

Длина малого кольца — 3 951 м, радиусы — с 300 м по 800 м, допускаемые скорости — 100 км/ч. На малых радиусах при скорости 75 км/ч возникает непогашенное ускорение  $0,65 \text{ м/с}^2$ . На участке длиной 856 м выдерживается уклон 1,55 ‰, а на 1 000 м — 1,33 ‰. Имеется поворотный треугольник. Осовая нагрузка на полигоне 240 кН.

Польша эксплуатирует испытательное кольцо с 1996 г., исследуя новые типы верхнего строения пути. Для необходимых нагрузок используется поезд массой 5 000 т, из вагонов с осевой нагрузкой 230 кН, при скорости 80—90 км/ч. В центре Жмигруд создан участок для прочностных испытаний подвижного состава на соударение. Его основу составляет кольцо длиной 7 725 м и радиусами 600—900 м с непогашенным ускорением  $0,58 \text{ м/с}^2$ , возвышение в кривой 90—150 мм, уклон — 1—2 ‰; максимальная скорость — 120 км/ч.

На кольце имеется поворотный треугольник с радиусом 150 м, S-образная кривая (длиной 451 м) для испытания грузовых вагонов, а также приборов центральной автосцепки и поглощающих аппаратов. Контактная подвеска — с изоляцией на 25 кВ. На нее может подаваться 3 кВ постоянного тока.

Румыния. Испытательный полигон работает с 1978 г. Большое и малое кольца имеют форму овалов; пути отстоя — 2 км; S-образная кривая; сортировочная горка длиной 300 м; осевая нагрузка — 350 кН. Большое кольцо — 13,7 км с радиусами 1 800 м; автоблокировка, допускаемая скорость — 200 км/ч, прямой участок — 1 300 м. Используются железобетонные шпалы на щебеночном основании.

Малое кольцо (2,2 км) расположено на балласте и деревянных шпалах; радиусы — 180, 250, 400 м, максимальная скорость — 60 км/ч. Тяговое электроснабжение осуществляется от трехфазной сети напряжением 110 кВ и частотой 50 Гц. В контактную сеть подается напряжение однофазного переменного тока 25 кВ 50 Гц.

Площадь цеха подготовки — 600 м<sup>2</sup>; два пути. Цех оборудован рабочими мостиками, подъемными площадками и мостовыми кранами.

Франция. Площадь испытательного полигона (построен в 2000 г.) — 45 га, длина — 7500 м; испытываются вагоны трамвая и метрополитена. Полигон электрифицирован.

Первый участок — U-образный, длина — 2752 м, допускаемая скорость — 100 км/ч. Радиус кривого участка — 325 м, длина 1553 м. Длина участка для акустических испытаний — 200 м, нулевого участка — 1300 м, участка для режимов торможения — 542 м.

Второй участок — кольцо длиной 1830 м с прямым участком 1300 м и радиусами от 190 м до 310 м; допускаемая скорость на данном участке — 70 км/ч. Предназначен для испытания механических и электрических компонентов ПС на эксплуатацию и длительную прочность.

Длина третьего кольца — 1800 м; радиусы 185—305 м, S-образная кривая длиной 1140 м с максимальной скоростью 65 км/ч. Испытывается автоматический режим движения; осевая нагрузка — 225 кН; уклон 4 ‰.

Система электроснабжения мощностью 3×5 мВА. Схема питания переменным током — 25 кВ, 50 Гц, постоянным током — 750 В; 1,5 кВ; 3 кВ.

Площадь цеха подготовки подвижного состава — 1210 м<sup>2</sup>.



# 2

## Современные идеи и представления создания испытательных полигонов

### 2.1. Моделирование или испытательные центры?

Испытательные центры для железнодорожного подвижного состава требуют значительных инвестиций. Например, для создания такого центра в Вегберг-Вильденрате (Германия) затрачено 208 млн марок. Некоторые специалисты сомневаются в целесообразности таких затрат и предлагают рассмотреть в качестве альтернативы математическое моделирование и испытательные стенды. При этом различают: конфигурационное моделирование, с помощью которого определяют конфигурацию системы (так как из-за большого количества параметров трудно обычными методами оценить их влияние на систему в целом); конструкторское моделирование (используется для исследования взаимодействия подсистем и компонентов с помощью систематизированного изменения параметров определенных воздействий на систему. Обычными методами это взаимодействие выявляется лишь в ходе длительных ходовых испытаний).

Математическое моделирование давно успешно применяется при исследовании взаимодействия подвижного состава и пути, токоприемников и контактной подвески, а также при решении проблем аэродинамики и акустики в высокоскоростном движении.

Математическое моделирование нередко дополняют стендовыми испытаниями с физическим моделированием. Недостаток

стендового испытания — статический характер воздействия сил и моментов, а следовательно, и недостаточная достоверность определения реальных нагрузок в нормальной эксплуатации и при столкновениях.

При кажущейся дешевизне этих способов возникает вопрос об экономической целесообразности использования обоих видов моделирования. В отраслях, где продукция выпускается крупными сериями, чаще используют дорогие стенды для физического моделирования, так как здесь высокие затраты компенсируются массовым производством. В производстве железнодорожного подвижного состава высокий стандарт безопасности даже при небольших сериях требует использования моделирования обоих видов. Так, по данным исследовательско-технологического центра DBAG в Мюнхене, несмотря на растущий объем работ по математическому моделированию, 40 % всех измерений и испытаний проводится на реальном подвижном составе.

Испытания подвижного состава подразделяются на пять видов: проектировочные, типовые, в рамках допуска к эксплуатации, серийные и входные. Проектировочные испытания проводятся для разрабатываемых подсистем и компонентов; они служат для установления степени соответствия параметров изготовленного узла проектным. Проектировочные испытания подсистем и компонентов могут проводиться также в том случае, если они смонтированы на подвижном составе.

Типовые испытания — это комплекс проверок и измерений; проводятся на опытном образце и служат для проверки соответствия его параметров расчетным. Такие испытания выполняются сначала на стенде, а затем на испытательном участке. (Как правило, заказчика подвижного состава не устраивает информация, полученная в результате комплексных испытаний на стенде, — его интересует взаимодействие ходовой части с имеющим дефекты и геометрические отклонения реальным путем.)

Типовым испытаниям подвергаются отдельные единицы подвижного состава или первые единицы поставляемой партии.

Испытания в рамках допуска подвижного состава новой серии к эксплуатации — это часть типовых испытаний, относящаяся к обеспечению безопасности движения.

Серийные испытания позволяют определить соответствие каждой отдельной единицы подвижного состава техническим требованиям, разработанным для заказанной серии. Для этого сравнивают параметры каждой изготовленной единицы и уже прошедшего испытания опытного образца. Объем испытаний зависит от вида подвижного состава (локомотив, моторный вагон или мотор-вагонный поезд), уровня смонтированной на нем техники и степени комфорта.

Входной контроль — это комплекс обязательных проверок, предшествующих испытаниям указанных видов. К нему также относится контроль экипировки, наличия инструмента, запасных частей, тормозных башмаков, буксировочной сцепки и пр.

Анализ видов испытаний еще раз доказывает, что математическое и стендовое моделирование необходимо дополнить мероприятиями, которые проводятся только на путях испытательных центров. Инвестиции и эксплуатационные расходы снизятся, если центры создавать ближе к основной производственной базе. В этом случае мощности центров могут быть использованы и для серийных испытаний, что значительно повысит их загрузку; кроме того, время и средства на доставку подвижного состава к месту испытаний значительно снизятся.

## **2.2. Виды испытательных центров и их технические возможности**

Трассы испытательных линий могут иметь как замкнутую, так и разомкнутую формы. Еще в 1901 г. в России под руководством ученого Ю. В. Ломоносова был построен первый кольцевой испытательный участок (для паровозов), полностью расположенный на площадке. Современный отечественный испытательный центр в Щербинке также имеет кольцеобразную трассу. Но такие линии неудобны: при движении поезда постоянно присутствует сопротивление движению со стороны кривой, что не позволяет воспроизвести реальные эксплуатационные условия. Проектирование новых испытательных центров должно предусматривать и так называемый нулевой путь — прямолинейный участок, расположенный на площадке. Он необходим для исследования проблем,

связанных с динамикой движения подвижного состава, на нем изучают режимы разгона и замедления, а также движения с постоянной потребляемой мощностью и на выбеге. Примеры трасс, рекомендуемых для современных испытательных центров, показаны на рис. 2.1.

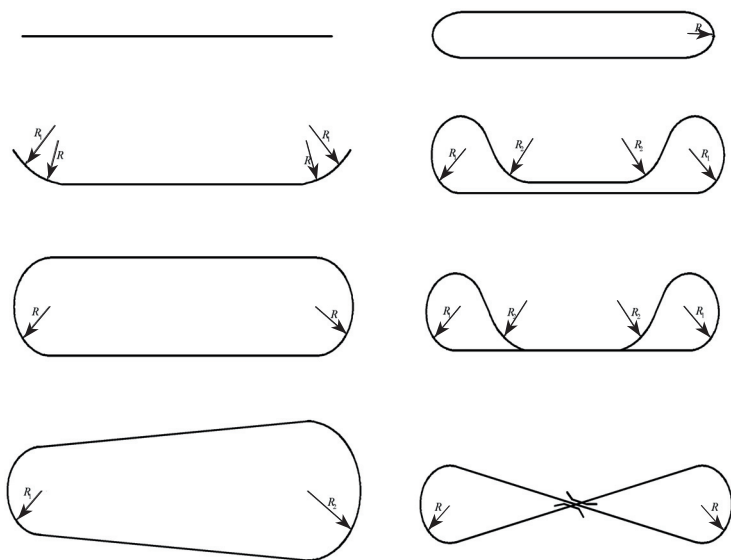


Рис. 2.1. Возможные варианты конфигурации испытательных путей

Конфигурация трассы зависит от топографии, размеров предоставленной территории и направления планируемых исследований.

Со стороны линии учитываются допустимая максимальная скорость движения, величина реализуемых радиусов кривых и обеспечиваемого в них возвышения наружного рельса, максимальные значения бокового ускорения; со стороны подвижного состава — требуемая максимальная скорость движения, разные режимы разгона и замедления.

Испытательные центры дают возможность проводить измерительные поездки в любое время и нужной продолжительности. На замкнутых линиях возможны, кроме того, длительные ходовые

испытания без частых замедлений, разгонов и разворотов. Если конструкция пути позволяет, то можно исследовать движение в кривых с недостатком возвышения наружного рельса, увеличенным (некомпенсированное поперечное ускорение — более  $0,1 \text{ м/с}^2$ ) по сравнению с допускаемым на линиях, находящихся в коммерческой эксплуатации. Однако технические возможности таких центров ограничены:

- максимальная скорость движения зависит от длины пути, его плана и профиля;

- при проведении испытаний в рамках допуска невозможно создать условия, максимально приближенные к эксплуатационным;

- мощность системы тягового электроснабжения, как правило, недостаточна.

Ограничены также возможности проведения длительных испытаний, например, для определения срока службы верхнего строения пути различных типов или исследования интенсивности износа узлов и деталей ходовой части подвижного состава.

Это обусловлено:

- отсутствием частых изменений скорости, а следовательно, и режимов разгона и замедления (которые за более короткое время, чем в режиме постоянной скорости, обеспечивают нужные высокие нагрузки на путь и подвижной состав);

- неизменной, а потому и нехарактерной для реальной эксплуатации составностью испытательных поездов;

- односторонним нагружением кривых и стрелочных переводов, определяемым направлением движения;

- ограниченным числом кривых и малым разнообразием их радиусов.

### **2.3. Рекомендации из опыта эксплуатации экспериментального полигона ВНИИЖТ на ст. Щербинка**

Опыт, накопленный ВНИИЖТ на экспериментальном полигоне на ст. Щербинка, позволил выдвинуть ряд рекомендаций при создании подобных полигонов.

1. Экспериментальный полигон должен быть замкнутым и свободным от эксплуатационной работы, чтобы организовывать испытания объектов в любое время и в нужном объеме без опасения, что испытания нарушат рабочий ритм какой-либо дороги. (Это требование становится особенно важным, когда исследуются вопросы высокоскоростного движения, так как на действующих линиях практически невозможно найти приемлемые для этих целей участки достаточной протяженности.)

На замкнутом самостоятельном полигоне могут проводиться опыты с техникой в таком состоянии и с такими режимами, которые правилами технической эксплуатации на действующих линиях не допускаются.

2. Полигон хотя бы частично должен представлять собой круг равного сопротивления движению, что позволит проводить экспериментальные исследования не только при любых, но и при строго установившихся постоянных режимах работы, которые можно будет поддерживать сколь угодно время. Это качество при сохранении эксплуатационных условий в вопросах, касающихся взаимодействия колес с рельсами и взаимодействия подвижного состава с внешней средой, создает лабораторные условия для испытаний с точки зрения организации эксперимента и его методики, при которых достигается наилучшее решение поставленной задачи.

3. В систему экспериментального полигона должны входить прямые участки пути и кривые участки разных радиусов как правого, так и левого направлений. Наличие таких участков отвечает требованиям реальной эксплуатации при решении вопросов, связанных с оценкой воздействия подвижного состава на путь и их износа.

4. Полигон должен примыкать к специализированным лабораториям либо иметь особый путь, связывающий полигон с ними. Территориальная близость лабораторий способствует тщательной подготовке объектов к испытаниям с использованием наиболее совершенных средств измерений и обработки результатов измерений.

На рис. 2.2 представлен один из возможных вариантов нового экспериментального полигона, предназначенного как для ком-

плексных экспериментальных исследований по проблемам пассажирского сообщения при скоростях движения до 250—300 км/ч, так и для исследований по проблеме грузового движения до скорости, равной 160 км/ч, с подвижным составом, имеющим повышенные осевые нагрузки.

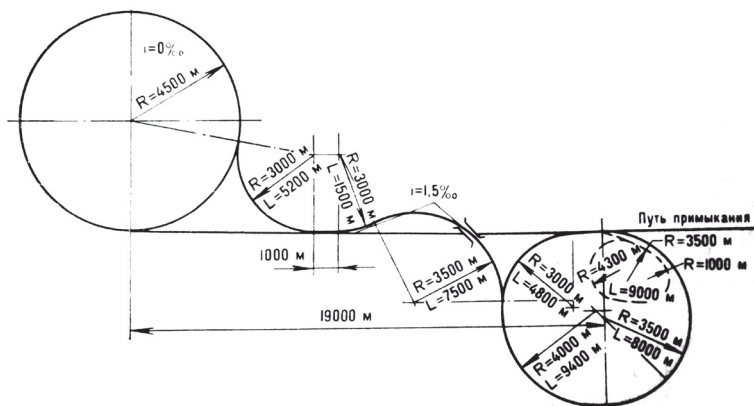


Рис. 2.2. Одна из возможных схем экспериментального полигона (вариант ВНИИЖТ)

## 2.4. Университетский испытательный полигон транспортной техники (Екатеринбург)

В Екатеринбурге разрабатывается проект создания Большого Евразийского университетского комплекса — особой территории образовательного и научно-инновационного развития. Цель — объединение образования, науки и реального производства. Планируется размещение Большого Евразийского университетского комплекса вблизи озера Шарташ, в районе Ново-Свердловской ТЭЦ (рис. 2.3).

В качестве структурных подразделений высших учебных заведений планируется создать научно-образовательные центры (НОЦ), которыми будут управлять головные вузы, занимающие лидирующие позиции в данном научно-образовательном секторе.



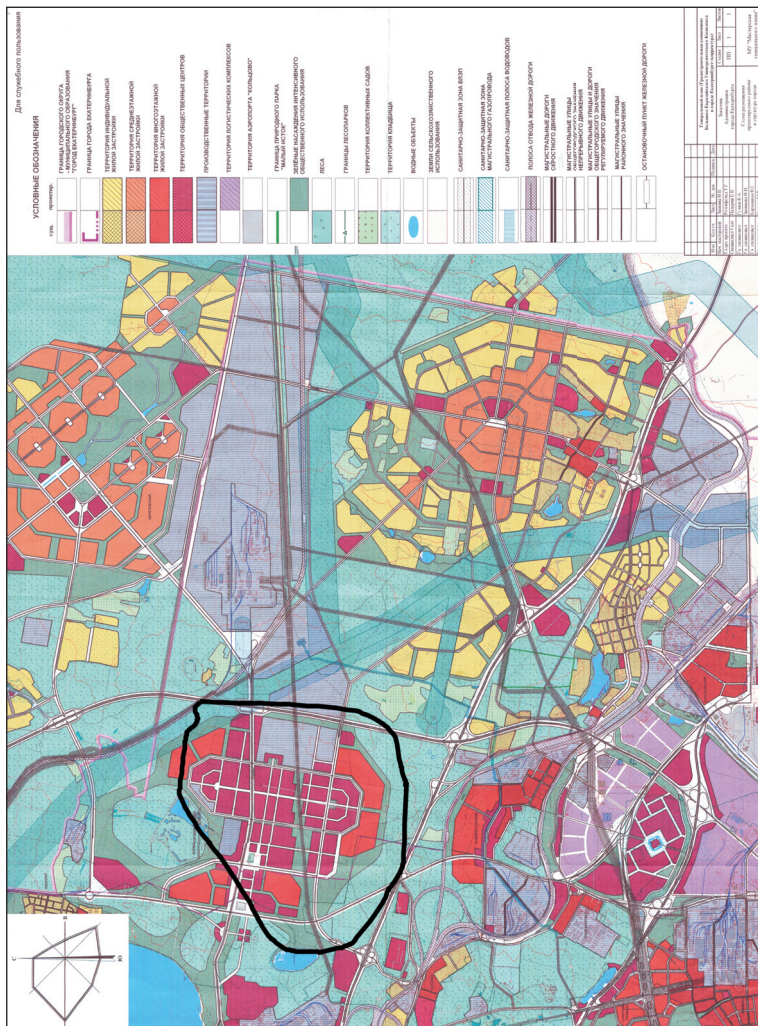


Рис. 2. 3. Схема размещения Большого Евразийского университетского комплекса

В «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» отмечается, что в число приоритетных задач развития научного обеспечения на железнодорожном транспорте входят:



а) организация высокоскоростного движения на выделенных направлениях со скоростями до 300—350 км/ч;

б) освоение отечественного производства основных элементов инфраструктуры и подвижного состава.

В связи с этим в стратегии отмечается, что необходимо создать Федеральный научно-внедренческий центр комплексных транспортных проблем и сеть региональных научно-внедренческих центров.

В соответствии с Транспортной стратегией предполагается создание НОЦ «Транспортные системы» при участии ведущих вузов УрФО, таких как Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Уральский государственный горный университет, Уральский государственный лесотехнический университет, а также холдингов и предприятий уральской промышленности. Цель — проведение научных и научно-технических исследований по актуальным проблемам, связанным с развитием транспортного комплекса страны, подготовка и переподготовка высококвалифицированных кадров по указанным направлениям, интенсивная генерация получения новых знаний.

Усилия НОЦ «Транспортные системы» должны быть сконцентрированы на выработке конкретных мер, направленных на внедрение транспортной системы в структурную часть инновационной экономики. Рекомендации ученых НОЦ позволят решить поставленные перед транспортной системой страны задачи и обеспечить потребности населения и отраслей экономики в качественных транспортных услугах.

Работа НОЦ «Транспортные системы» должна быть организована так, чтобы эффективно сочетать государственную поддержку с возможностями Уральского региона и финансовой поддержкой частных инвесторов.

Главная цель создания НОЦ «Транспортные системы» — повышение сбалансированности, эффективности и безопасности функционирования транспортной системы, обеспечивающей жизненно важные национальные интересы страны.

В частности:

развитие серийного производства наукоемкой продукции, проектирование и продвижение современных технологий мирового уровня на предприятия транспортного комплекса региона

и страны, сопровождение и ускорение процесса технологического перевооружения в экономике России;

внедрение инноваций в образование, социальную сферу, отдельные сегменты транспортной науки и в имеющиеся технологии (в том числе и внедрение нанотехнологий). Кадровое обеспечение инновационного развития транспортного комплекса страны в системе непрерывного многоуровневого профессионального образования;

«инкубирование» научных коллективов и научных школ для оптимизации высокоэффективной работы по реализации транспортной стратегии России;

развитие трансфера современных технологий в сфере транспорта, обеспечивающего мониторинг и продвижение результатов научной деятельности в рамках НОЦ «Транспортные системы»;

обеспечение востребованности транспортной науки производством, налаживание обратной связи с бизнес-сообществом;

создание полного инновационного цикла «фундаментальные и прикладные исследования — производство».

В состав НОЦ «Транспортные системы» войдут взаимоувязанные объекты — испытательные полигоны железнодорожной, автодорожной и авиационной техники.

Общая характеристика испытательного полигона железнодорожной техники:

железнодорожные пути, уложенные «кольцом» на площади около 400 га;

протяженность основного кольца — около 10,5 км;

общее (основное) путевое развитие — 14 км (вспомогательное путевое развитие определяется в процессе проектирования);

кольцо имеет один прямолинейный участок длиной около 2,0 км с ограничивающими кривыми радиусом не менее 800 м;

три технических корпуса, соединенных между собой проходящими внутри железнодорожными путями (первый корпус с установленным вибродиагностическим оборудованием и кран-балкой; второй корпус — с установленным ремонтно-испытательным оборудованием и мостовым краном; третий корпус — с установленной аэродинамической трубой и оборудованием динамического испытания крупногабаритных конструкций);

участки пути, соединяющие кольцо с технологическими корпусами;

испытательное кольцо имеет выход на станцию Аппаратная.

Потребность в финансировании первой очереди проекта НОЦ «Транспортные системы» представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Потребность в финансировании первой очереди проекта  
НОЦ «Транспортные системы»

Объект	Общая площадь, м <sup>3</sup>	Стоимость, млн руб.			
		проектные работы	строительство	оборудование	всего
Лабораторные корпуса НОЦ	330000	410	3960	1980	6350
Испытательный полигон транспортной техники		255	2550	2900	5705
Итого		665	6510	4880	12055

Предполагалось, что испытательный полигон транспортной техники будет размещен рядом с Большим Евразийским университетским комплексом. Основная схема планировавшегося размещения полигона показана на рис. 2.4.

Но из-за стесненности условий, где предполагалось устроить испытательный полигон (Екатеринбург, вблизи оз. Шарташ), невозможна схема длительных испытаний при высокоскоростном движении. Скорость, которую возможно достичь на участке протяженностью 2,0—2,5 км, не превысит 250 км/ч.

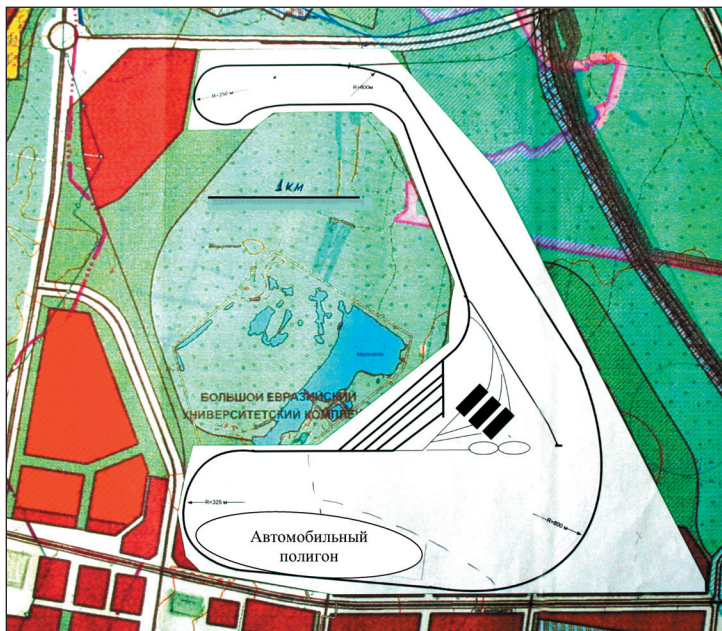


Рис. 2.4. Схема испытательного полигона со скоростным железнодорожным участком

Таким образом, рассматриваемый вариант создания испытательного полигона вблизи озера Шарташ не отвечает изложенным рекомендациям и современным требованиям к испытательным полигонам и, в особенности, к испытаниям подвижного состава при высокоскоростном движении.

# 3

## Обоснование сооружения испытательного полигона транспортной техники

### **3.1. Уральский транспортный испытательный полигон — фактор развития транспорта страны**

В «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» отмечается, что важнейшей проблемой является техническое и технологическое отставание транспортной системы России по сравнению с развитыми странами. Однако страна не готова к повсеместному применению на транспорте современных технологий. Это связано с тем, что значительная часть транспортных средств эксплуатируется за пределами нормативного срока службы, другая — приближается к этому сроку. Как следствие, существенно ухудшаются показатели безопасности и экономической эффективности работы транспорта.

Развитие транспортной инфраструктуры и как ее составной части — инфраструктуры скоростного движения становится приоритетом развития железнодорожного транспорта страны.

Скоростному движению в Транспортной стратегии уделяется особое внимание: «Удешевление и ускорение перевозок на магистральных видах транспорта позволит сблизить удаленные друг от друга регионы страны, повысить качество жизни населения и уровень деловой активности, укрепить территориальное единство страны».

Как механизм становления и развития скоростного движения Транспортная стратегия рассматривает опережающее инновационное развитие научной, технической и технологической базы

транспортного комплекса на основе передовых мировых достижений и прорывных технологий.

В Транспортной стратегии упор делается на то, что развитие и техническое совершенствование федеральной и региональной транспортной инфраструктуры подлежат государственному регулированию, а создание Федерального научно-внедренческого центра комплексных транспортных проблем обеспечит государственный протекционизм научному поиску и внедрению новых научно-технических разработок ученых страны.

Еще один акцент Стратегии — приоритетность развития научного обеспечения, для чего необходимо воссоздать систему научных организаций (или их специализированных подразделений), деятельность которых направлена на перспективное развитие транспортного комплекса страны, сбор, экспертизу, сертификацию и внедрение лучших инновационных решений в области развития транспортной системы.

Для решения поставленных Транспортной стратегией задач остро необходим транспортный испытательный полигон со скоростным испытательным кольцом, на котором можно будет проводить испытания при скоростях до 500 км/ч.

Без такого полигона невозможно создать высокоэффективную безопасную транспортную инфраструктуру и транспортные средства, обеспечивающие конкурентоспособные транспортные услуги в нужном объеме.

Организация скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах России — одна из важнейших задач. Ее решение улучшит транспортное обслуживание населения, увеличит объем и доходность пассажирских перевозок, свяжет отечественные железные дороги с международной сетью скоростных и высокоскоростных магистралей.

Принятая еще в 1988 г. по инициативе МПС СССР, Госкомитета по науке и технике и АН СССР государственная научно-техническая программа «Высокоскоростной экологически чистый транспорт» завершила большой этап научных исследований и инженерно-экономических расчетов по определению перспективных направлений развития транспорта в стране. В перечне мероприятий программы и в приложении к постановлению Совета

Министров СССР было записано: «Создание системы и технических средств наземного рельсового транспорта для пассажирских перевозок со скоростью до 350 км/ч».

Протяженность железных дорог России составляет всего 85,5 тыс. км при ее площади 17 075,5 тыс. км<sup>2</sup>. Поэтому сокращение продолжительности поездок пассажиров и доставки грузов — насущная потребность времени.

Высокоскоростные сообщения сочетают безопасность, скорость и комфорт для пассажиров. Поскольку в XXI веке во всем мире продолжится экспоненциальный рост потребностей в перевозках, разные страны уже сейчас ориентируют научно-технический потенциал на разработку высокоэффективных транспортных систем такого рода.

В России проект скоростного движения в какой-то мере реализован на линии Санкт-Петербург — Москва. Длина этой линии 630 км, а это всего 0,74% от общей сети железных дорог страны. В других странах эти цифры намного больше (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Соотношение высокоскоростных магистралей  
к общей протяженности железных дорог за рубежом

Страна	Общая протяженность железных дорог, тыс. км	Высокоскоростные линии, %
Япония	27	7,4
Германия	42	5,2
Франция	34	4,4
Италия	19	1,2
Испания	14,6	3,2

Как показал опыт других стран, создание высокоскоростных магистралей не только способствует оптимальному решению конкретных транспортных задач в том или ином регионе, повышению комфортности, безопасности и экономичности перевозок, но и служит катализатором внедрения передовых научно-технических достижений и технологий в железнодорожном транспорте в целом.

Развитие высокоскоростного движения в любой стране повышает ее престиж в мировом сообществе, приобщает эту страну к передовым транспортным технологиям, содействует техническому прогрессу всей отрасли.

Однако для организации скоростного движения нужно модернизировать инфраструктуру существующих железнодорожных линий. И расчеты надо вести не на скорости 160—200 км/ч, а на скорости 350—400 км/ч (с перспективой до 500 км/ч).

Для этого необходимо реализовать целый комплекс научно-исследовательских подпрограмм, создать научно-внедренческие центры, построить современную экспериментальную базу, в частности скоростной испытательный полигон. Это обеспечит разработку новых моделей подвижного состава, конструкций транспортной инфраструктуры, подготовку качественно новой организации и технологии вождения поездов и систем обеспечивающих безопасное движение поездов.

Существующие испытательные полигоны — Экспериментальное кольцо на станции Щербинка и испытательный полигон Белореченская — Майкоп уже не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к скоростным испытательным полигонам, в особенности к испытаниям подвижного состава при высокоскоростном движении.

Современный испытательный полигон скоростного движения должен способствовать ускоренному внедрению новой техники и технологии на железных дорогах страны.

Сегодня как никогда актуален вопрос технического перевооружения железных дорог в плане развития скоростного движения на всем «пространстве 1520». Одно из условий достижения этой цели — создание качественно нового испытательного полигона для высокоскоростного движения.

Высокоскоростные железнодорожные сообщения с эксплуатационной скоростью движения поездов до 300 км/ч и более становятся обычным явлением в цивилизованных странах; их популярность увеличивается благодаря высокому уровню безопасности. За более чем сорок лет существования высокоскоростных магистралей по ним перевезено больше 6 млрд пассажиров; за это время не зарегистрировано ни одного смертельного случая.



Анализ опыта других стран показал, что создание высокоскоростного подвижного состава требует интеграции самых передовых технологий и высокой квалификации всех причастных специалистов железных дорог и промышленных компаний, неоднократной проверки технических решений и вариантов. Средний срок создания высокоскоростных поездов (от начала работы над проектом до освоения серийного производства и ввода в коммерческую эксплуатацию) колеблется от 8 до 15 лет. Изготовление и испытание опытных и предсерийных образцов до того момента, пока, наконец, не будут получены соответствующие сертификаты и серийные поезда не будут допущены к перевозке пассажиров, строго обязательны.

Таким образом, остро необходим специализированный полигон, на котором будут производить опытные испытания скоростного и высокоскоростного подвижного состава со скоростями до 500 км/ч.

Самые совершенные испытательные полигоны проектируются для универсального использования, то есть для проведения испытаний двух или даже трех видов транспортных систем. При проектировании экспериментальных установок и участков (полигонов) для испытаний высокоскоростных транспортных средств (со скоростями 300—600 км/ч) прежде всего исходят из тягово-динамических зависимостей и геометрии пути экспериментальной установки или полигона. Для проверки тягово-энергетических показателей испытательные участки должны обеспечивать возможность длительных поездок без остановки.

Уникальность испытательного полигона заключается в том, что он позволяет соединить лабораторную точность с реальными условиями эксплуатации. Значение этого уникального научно-испытательного комплекса во внедрении инноваций на железнодорожном транспорте трудно переоценить. Сегодня в связи с масштабной технической модернизацией российских железных дорог оно еще более возрастает.

### **3.2. Основные характеристики полигона**

Требование, предъявляемое к полигону, — проводить измерительные поездки в любое время и нужной продолжительности.

### Количество участков

В результате анализа эксплуатации отечественных и зарубежных (в которых бурно развивается скоростное движение) дорог можно прийти к выводу, что экспериментальное кольцо должно состоять из двух участков — для средних установившихся в стране скоростей и скоростного движения.

На первом будут организованы испытания грузового подвижного состава, а на втором — пассажирского скоростного, что больше соответствует эксплуатационным характеристикам инфраструктуры для обычного движения и скоростного. В первую очередь, это плановые и высотные характеристики пути, характеристики по ширине колеи, радиусы кривых, длина прямых вставок и др.

### Скоростной режим

«Скорость транспортного сообщения влияет на эффективность экономических связей и подвижность населения. Рост скорости доставки грузов и пассажиров дает ощутимый экономический и социальный эффект» (Транспортная стратегия РФ). Таким образом, одной из задач, поставленных в Транспортной стратегии, является повышение скоростей не только в пассажирском движении, но и грузовом.

Основываясь на том, что в перспективе скорости в грузовом движении составят около 100—120 км/ч, представляется целесообразным построить и содержать инфраструктуру полигона, обеспечивающую скорости на нескоростном участке до 150 км/ч. Проектирование скоростного участка (скоростного кольца) должно предусматривать такие характеристики инфраструктуры, при которых возможно реализовать скорости до 450—500 км/ч и выше\*.

### Элементы плана и профиля

Для скоростного участка очень важен специальный рельсовый путь с радиусами кривых более 6 000 м (без устройства переходных кривых), а для нескоростного участка — более 1 000 м. Радиусы

---

\*В ходе испытаний уже была достигнута скорость 552 км/ч, поэтому следует ожидать, что в регулярной эксплуатации скорость составит около 500 км/ч.

вертикальных кривых для скоростного участка должны составлять не менее 10 000—15 000 м. Расстояние между осями путей на скоростном участке должно быть не менее 4 500 мм.

При проектировании профиля необходимо стремиться размещать участки пути в кривых на площадке с нулевым уклоном. На прямых участках величина продольного уклона не должна превышать 10 ‰.

Пересечения с другими транспортными коммуникациями (железными и автомобильными дорогами, пешеходными переходами и т. п.) необходимо выполнить только в разных уровнях. Пересечение путей на скоростном участке в одном уровне недопустимо.

Скоростной участок должен быть оснащен системой автоблокировки без напольных проходных светофоров и многозначной локомотивной сигнализацией с автостопом и контролем скорости.

Участки оборудуются централизованной автоблокировкой и функциональными устройствами, диагностирующими подвижной состав по ходу поезда.

На скоростном и нескоростном участках бесстыковой путь может быть сооружен на плитном основании или на шпальном со щебеночным балластом. Стрелочные переводы — с крестовинами с подвижным сердечником и непрерывной поверхностью катания.

Из опыта высокоскоростных дорог Европы и Японии следует, что перед началом испытаний (началом скоростного движения поездов) необходимо проводить полную диагностику транспортной инфраструктуры.

Для обеспечения безопасности движения обустройства сплошное ограждение полосы отвода.

#### Геометрическая форма испытательного полигона

Общая протяженность путей скоростного участка — около 60 км, а нескоростного — около 6—8 км.

Трассы испытательных линий могут иметь как замкнутую, так и разомкнутую форму. Кольцеобразные трассы неудобны тем, что при движении поезда постоянно присутствует сопротивление движению со стороны кривой, что не позволяет воспроизводить реальные эксплуатационные условия. При проектировании новых испытательных центров следует предусматривать и так называемый

нулевой путь — прямолинейный участок, расположенный на площадке. На нулевом пути исследуют режимы разгона и замедления, а также движения с постоянной потребляемой мощностью и на выбеге. Конфигурация трассы зависит от топографии и размеров предоставленной территории, а также от направления планируемых исследований. При этом следует учитывать:

со стороны инфраструктуры — допустимую максимальную скорость движения, величину реализуемых радиусов кривых и обеспечиваемого в них возвышения наружного рельса, максимальные значения бокового ускорения;

со стороны подвижного состава — требуемую максимальную скорость движения, возможность реализации разнообразных режимов разгона и замедления.

Замкнутые схемы полигона предпочтительнее, так как возможны длительные ходовые испытания без частых замедлений, разгонов и разворотов. В этом случае, если позволяет конструкция пути, можно проводить исследования движения в кривых с недостатком возвышения наружного рельса и увеличением некомпенсированного поперечного ускорения (более  $0,1 \text{ м/с}^2$ ) по сравнению с допускаемым на линиях, находящихся в коммерческой эксплуатации. Но в кольцеобразных линиях (замкнутые схемы) изнашивается одна рельсовая нить, и нагрузка на ось происходит на одну сторону. При форме полигона «восьмерка» сторонность нагрузок меняется. Для такой схемы полигона необходимо строить развязку в двух уровнях.

Для Уральского транспортного испытательного полигона, на верное, предпочтительнее в целях экономии занимаемой площади, сокращения строительных затрат и упрощения последующей эксплуатации предложить полигон эллиптической формы: два эллипса (скоростной и нескоростной), соединенные одним или двумя съездами.

### Электроснабжение

На испытательном полигоне должна быть двойная система энергоснабжения — постоянного и переменного тока; напряжение однофазного переменного тока частотой 50 Гц. Постоянный ток должен поступать от двух независимых выпрямителей или

машинного преобразователя, подключенных к сети трехфазного тока частотой 50 Гц. Все преобразователи должны быть способны воспринимать рекуперлируемую поездами энергию и возвращать в первичную сеть.

Схема тягового электроснабжения должна позволять изменять полярность контактного провода и рельсов (контактного и ходовых рельсов).

Схема электроснабжения полигона должна позволять испытывать подвижной состав постоянного тока напряжением 600/750 В, 1,5 и 3 кВ, а также однофазного переменного напряжением 25 кВ, 50 Гц.

Недостатки испытательных полигонов  
и рекомендации при их сооружении

Экспериментальные полигоны, несмотря на все их преимущества как научных испытательных центров, имеют определенные технические возможности и пределы:

максимальная скорость движения зависит от длины пути, его плана и профиля, а те, в свою очередь, от климатических и инженерно-геологических особенностей района размещения полигона;

на самом совершенном полигоне при проведении испытаний невозможно реализовать условия, максимально приближенные к эксплуатационным;

ограничены возможности проведения длительных испытаний, например, для определения срока службы верхнего строения пути или исследования интенсивности износа узлов и деталей ходовой части подвижного состава. Это обусловлено отсутствием частых изменений скорости, а следовательно, и режимов разгона и замедления, которые позволили бы за более короткое время, чем в режиме постоянной скорости, обеспечить нужные высокие нагрузки на путь и подвижной состав\*.

---

\*Так, например, на экспериментальном полигоне в Японии нет тоннелей и не организовано движение на двухпутных линиях (при встречных поездах). Поэтому только в процессе эксплуатации выяснилось, что система вентиляции вагонов электропоездов не обладала необходимой герметичностью, и пассажиры испытывали неприятные аэродинамические ощущения при движении с высокой скоростью по тоннелям и на перегонах при встрече двух движущихся в противоположных направлениях поездов с относительной скоростью до 400 км/ч.

В предлагаемом проекте будет иметь место «стефенсоновский» эффект: качественно новая транспортная испытательная система создается из совокупности известных до этого элементов, но каждый из них исполняется на высшем для своего времени техническом и технологическом уровнях.

### **3.3. Географические и экономические предпосылки размещения полигона**

#### **3.3.1. Общая характеристика Свердловской области**

Средний Урал — один из крупнейших высокоурбанизированных регионов Российской Федерации. Лишь менее 13 % населения Свердловской области проживает в сельской местности. Возрастная структура жителей области: 63 % относится к трудоспособному возрасту, 16,6 % — моложе трудоспособного, 20,4 % — старше трудоспособного возраста. Естественный прирост — отрицательный и не компенсируется миграционным притоком.

В регионе хорошо развиты производительные силы, что будет способствовать, с одной стороны, быстрому и качественному сооружению испытательного полигона, а с другой, организации сооружения на условиях государственно-частного партнерства.

Свердловская область — один из самых развитых регионов страны. На Урале развит мощный военно-промышленный комплекс, объединяющий более 50 заводов и научно-исследовательских институтов. Область обладает высоким научно-техническим потенциалом, высококвалифицированным инженерным корпусом и квалифицированными рабочими кадрами.

Разработана «Программа развития и размещения производительных сил до 2015 года», один из пунктов которой гласит, что к 2010 году область должна удвоить объемы промышленного производства.

#### **Железные дороги**

На территории Свердловской области железнодорожные перевозки обеспечивает Свердловская железная дорога, которая среди

дорог России занимает второе место по объему погрузки и грузообороту, третье место — по пассажирообороту. Рынок, обеспечиваемый транспортными услугами Свердловской железной дороги, охватывает 10,5 % территории и 7,4 % населения России.

Эксплуатационная длина железнодорожных путей сообщения общего пользования на территории Свердловской области составляет 3 569,4 км. Через территорию области проходит Транссибирская железнодорожная магистраль.

### Специализация

Область по объему промышленного производства занимает второе место в РФ (после Московской). На ее территории работают более 2500 добывающих и перерабатывающих предприятий.

### Основные направления экономического развития области

1. Динамичное развитие информационно-индустриальных технологий и высокотехнологичных производств, в первую очередь машиностроения и металлообработки (предпосылкой этому является высокая концентрация на территории области академических и отраслевых институтов, вузов, научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций, а также предприятий, использующих высокие технологии и выпускающих высокотехнологичную продукцию).

2. Активизация развития транспортной инфраструктуры в целях максимального использования преимуществ географического положения региона как транзитного узла Российской Федерации, соединяющего север и юг, восток и запад.

3. Повышение надежности и устойчивости функционирования энергосистемы, что необходимо для осуществления крупных инвестиционных проектов — реконструкции и модернизации существующих производств, строительства новых промышленных объектов.

### 3.3.2. Производственная ситуация в регионе размещения полигона

Свердловская область всегда была определяющей в строительстве вагонов, выпуске рельсов, колес и другого оборудования для железных дорог. Сегодня в области начат выпуск новых электровазов.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Уралвагонзавод» (УВЗ) сегодня — это уникальное российское машиностроительное многоотраслевое предприятие, обладающее мощным техническим и интеллектуальным потенциалом. Уралвагонзавод является генеральным поставщиком грузовых вагонов для компании ОАО «РЖД». Производственные мощности УВЗ позволяют выпускать до 20 тыс. полувагонов в год — в этом секторе занимаемая предприятием на рынке доля составляет более 70 %.

При УВЗ функционирует Уральское конструкторское бюро вагоностроения — головное в отрасли. По проектам этого бюро выпускается продукция на многих предприятиях России и ближнего зарубежья. Уралвагонзавод — единственный в России разработчик и изготовитель различных типов четырех-, шести- и восьмиосных полувагонов на подшипниках качения, грузоподъемностью от 63 до 125 тонн.

Следовательно, Уралвагонзавод, как и многие другие производственные предприятия Свердловской области, нуждается в испытании своей продукции. По итогам заседания областного правительства Свердловской области заявлено, что на Среднем Урале начнут производить электровазы нового поколения. «Мы рассчитываем, что родится предприятие, которое будет производить дополнительный объем электровазов, потому что, к сожалению, сегодня в России вообще не производится того количества электровазов, которое нам необходимо; в год ОАО «РЖД» должно закупать около тысячи локомотивов, однако сегодня вся промышленность страны способна производить лишь 700—800 машин», — заявил глава ОАО «РЖД» В. И. Якунин. «Возраст парка грузовых железнодорожных вагонов в стране превышает 20 лет,



не хватает локомотивов, потребности — 30 тыс. вагонов и тысячи электровозов; решается проблема локомотивного парка. У нас есть мощные проектные организации, ремонтный завод электровозов, и родилась идея заняться модернизацией электровозов», — сказал губернатор Свердловской области Э.Э. Россель.

Предприятие по сборке электровозов создано на базе Верхнепышминского завода сварных машиностроительных конструкций (Уральский завод железнодорожного машиностроения, УЗЖМ). Плановая мощность завода — 240 электровозных секций в год. Сегодня 78 % грузоперевозок в России совершается именно при помощи поездов электрической тяги, износ же парка составляет 75 %, а 28 % электровозов (или 2400 единиц техники) уже полностью выработали свой резерв. Уральский завод железнодорожного машиностроения должен будет заполнить существующий вакуум, что, в свою очередь, также потребует больших объемов испытаний.

На уровне глав правительств России и Казахстана решается вопрос о совместном строительстве электровозостроительного завода, то есть опять-таки потребуются многочисленные испытания новых локомотивов.

В настоящее время в Уральском регионе работают два электровозоремонтных завода — Челябинский и Екатеринбургский, осуществляющие средний и капитальный ремонты электровозов постоянного тока для Свердловской, Октябрьской, Московской, Северной, Южно-Уральской, Западно-Сибирской железных дорог.

Екатеринбургский электровозоремонтный завод — единственный в Свердловской области и на Урале, ремонтирующий электровозы серии ВЛ11 и изготавливающий более сотни наименований запасных частей для подвижного состава. Завод вплотную подключился к решению проблем улучшения свойств существующих локомотивов; за последние два года завод совместно с УО ВНИИЖТ модернизировал электровозы ВЛ11, которые успешно прошли испытания в локомотивном депо Свердловск-сортировочный. У предприятия высокий уровень неразрушающего контроля ответственных деталей механической части электровоза, влияющих на безопасность движения, выполняется полный магнитный и ультразвуковой контроль элементов колесных пар и деталей тележки электровоза. Безусловно, без широкомасштабных

экспериментов и испытаний поставленные перед заводом задачи решить не представляется возможным.

Итак, сложившаяся в Уральском регионе производственная ситуация будет способствовать сооружению и эффективной деятельности транспортного испытательного полигона.

### 3.3.3. Научная составляющая региона размещения полигона

Уральский регион является крупным научным центром страны.

Техническое переоснащение промышленности региона, поиск и разработка новых источников сырья, обострение экологической ситуации, значительное отставание социальной инфраструктуры — эти насущные потребности в свое время определили создание Уральского отделения РАН. Уральское отделение Российской академии наук сегодня представляет собой мощный многоотраслевой научно-исследовательский комплекс, направленный на решение задач социально-экономического развития региона.

В 22 научных учреждениях Уральского отделения Российской академии наук, расположенных в Свердловской области, работает 4351 человек; 12 академиков, 29 членов-корреспондентов, 344 доктора наук и 1030 кандидатов наук составляют интеллектуальную элиту региона. Институты, входящие в УрО РАН: Институт математики и механики, Институт физики металлов, Институт электрофизики, Институт теплофизики, Институт машиноведения, Институт промышленной экологии, Институт металлургии, Институт химии твердого тела, Институт высокотемпературной электрохимии, Институт геологии и геохимии, Институт геофизики, Институт экономики. Одной из важнейших задач уральской академической науки сегодня остается влияние на развитие региона, обеспечение научного сопровождения решения задач конверсии и технического перевооружения индустрии, поиск и разработка новых источников сырья, нормализация экологической ситуации. Учреждения Уральского отделения РАН тесно сотрудничают с вузами Свердловской области.

В Екатеринбурге функционирует Уральский государственный университет путей сообщения — высшее учебное заведение, ко-

торое готовит специалистов для железнодорожного и промышленного транспорта Урало-Сибирского региона, для машиностроительной, строительной, электротехнической и многих других промышленных отраслей и экономики России. За годы своего существования вуз выпустил свыше 36 тысяч специалистов. Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), в прошлом Уральский электромеханический институт инженеров железнодорожного транспорта (УЭМИИТ), основанный 23 июня 1956 года в городе Свердловске, — один из крупнейших железнодорожных вузов страны, а также учебно-научно-производственный комплекс, в котором тесно интегрированы фундаментальные и прикладные научные исследования по отраслевым и региональным программам. УрГУПС проводит самый широкий спектр научных исследований в области железнодорожного транспорта.

Активно в настоящее время ведет научно-исследовательскую деятельность ОАО «Уральский завод транспортного машиностроения». На базе этого предприятия создано проектно-конструкторское бюро электровозостроения. Конструкторскую документацию на механическую часть нового грузового электровоза разработал Всероссийский научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава. Электрическую же часть локомотива — конструкторская служба УЗЖМ. Кроме того, на заводе создан технический совет, в который вошли специалисты ОАО «РЖД». Благодаря совместной работе заводчан и железнодорожников создан опытный образец локомотива, в котором учтены технические требования потребителя. На заводе открывается инжиниринговый центр, реконструируются существующие и формируются недостающие основные и вспомогательные мощности. Оснащаются специализированным оборудованием 17 участков по производству компонентов, строятся станции для заводских испытаний серийных машин.

Научными исследованиями в области железнодорожного транспорта занимаются уральские НПО — «Автоматика», «Октябрь» и др. НПО «Автоматика» — это предприятие, с точки зрения интеллектуального потенциала, одно из ведущих предприятий вообще в России. Эксклюзивная разработка НПО «Автоматика» — система управления железнодорожным составом: автомат обеспечивает прибытие поезда на станцию с точностью до двух секунд.

Более того, система может вести состав в режиме автопилота. Эти разработки уже нашли применение.

ОАО «Уральское производственное предприятие «Вектор» проводит исследования в области совершенствования железнодорожного транспорта. В состав «Вектора» входят конструкторские бюро, научно-исследовательский институт, творческие научные группы. В настоящее время ОАО «УПП «Вектор» — современное предприятие, с мощным производственным потенциалом, широким спектром передовых технологий, высоким профессиональным уровнем кадров, отработанной системой контроля качества продукции.

Большое количество заказов для железнодорожного транспорта выполняют предприятия:

ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (НТМК) и филиал НТМК — Нижнесалдинский металлургический завод (производство прокатной продукции из стали — рельсов, колес, бандажей, балок для мостов, швеллеров, а также рельсовых креплений, подкладок и клемм);

Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь» (г. Каменск-Уральский) (дефектоскопы, радиоэлектронные приборы, аппаратура электро- и вибродиагностики, специальные радиостанции связи).

Для качественного испытания всех деталей, узлов, конструкций, выпускаемых для железнодорожного транспорта предприятиями Уральского региона и страны в целом, требуется испытательный полигон, выполняющий огромные объемы испытаний и исследований. Однозначно можно утверждать, что научный потенциал Уральского региона будет активно способствовать созданию полигона и проводить на нем самый широкий спектр научных исследований и экспериментов, так как на данный момент существует огромная потребность в качественных испытаниях и научных исследованиях в области железнодорожного транспорта.

### 3.3.4. Географическое размещение полигона

Одним из возможных и наиболее приемлемым районом размещения скоростного испытательного полигона на Урале является территория между Екатеринбург и Нижним Тагилом. Здесь на

отдельных участках плотность населения незначительна, а значит, не потребуются большие объемы работы по выноске и сносу существующей инфраструктуры.

Сельское хозяйство развито слабо, поэтому имеется большое количество открытых площадей, не занятых лесными массивами и пригодных для строительства. Земельный фонд по сравнению с центральной и европейской частями нашей страны относительно дешев.

Район расположен между крупнейшими промышленными центрами (Екатеринбург, Тюмень, Челябинск, Пермь), в которых сосредоточены и действуют основные транспортно-экономические связи, материальные, трудовые и финансовые ресурсы, административные центры и предприятия.

Вокруг будущего полигона размещены заводы — изготовители подвижного состава (Уралвагонзавод, НТМК, УЗТМ и др.), научные и научно-исследовательские учреждения и комплексы.

Свердловская область расположена в зоне резко континентального климата, что позволяет проводить исследования эксплуатации подвижного состава в условиях как высоких, так и низких температур. Эти и другие преимущества еще раз говорят о том, что скоростной испытательный полигон должен быть расположен именно в Уральском регионе.

Предпосылкой создания полигона является высокая концентрация на территории области академических и отраслевых институтов, вузов, научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций, высококвалифицированных рабочих кадров, а также предприятий, использующих высокие технологии и выпускающих высокотехнологичную продукцию. Выгодное экономико-географическое расположение полигона будет способствовать быстрому и качественному его сооружению и активно влиять на дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры Российской Федерации.

В результате выполненного анализа предлагаются три варианта размещения Уральского транспортного испытательного полигона (рис. 3.1).

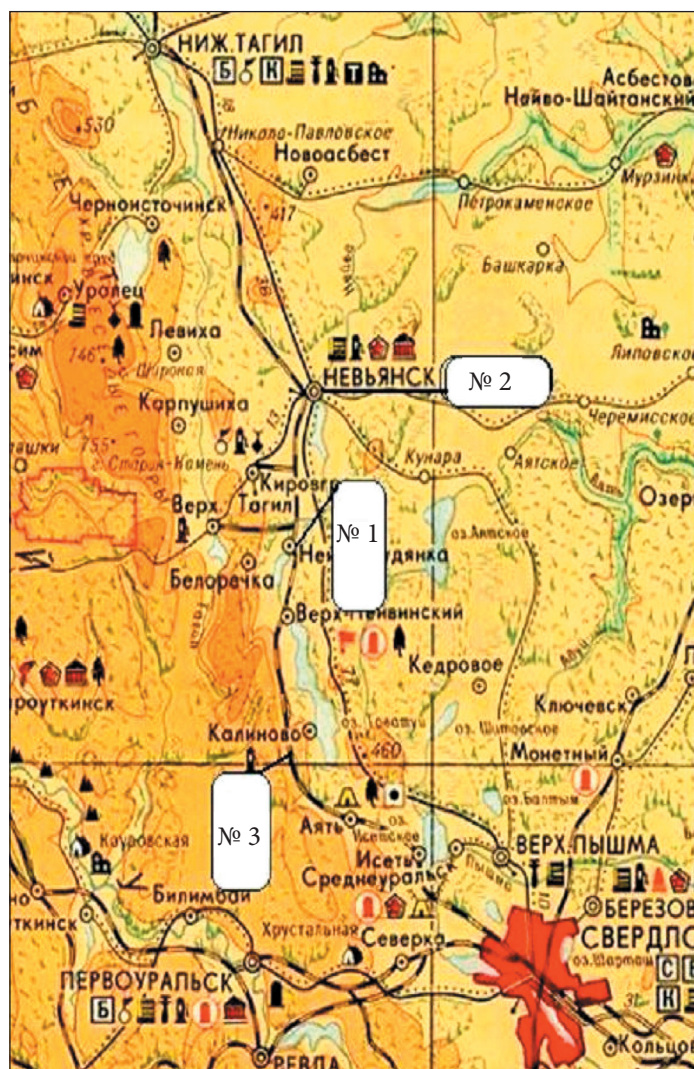


Рис. 3.1. Варианты размещения  
Уральского транспортного испытательного полигона

Некоторые преимущества и недостатки вариантов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

## Преимущества и недостатки вариантов размещения полигона

Вариант	Преимущество	Недостаток
Верх-Нейвинский	Рядом проходит автомобильная дорога Екатеринбург — Нижний Тагил	Большое удаление от Екатеринбурга Холмистая территория с заболоченными участками Пересечение подъездного пути с автодорогой Екатеринбург — Нижний Тагил
Невьянский	Относительно равнинная, незаболоченная территория В перспективе возможно сооружение рокады Невьянск — Реж Возможность использования для нужд полигона социальной и инженерной инфраструктуры	Значительное удаление от Екатеринбурга
Калиновский	Близость от Екатеринбурга	Ярко выраженная холмистая территория с заболоченными участками и торфяными полями

Первый вариант (Верх-Нейвинский): на удалении 1,0—1,5 км вдоль железнодорожной линии Екатеринбург — Нижний Тагил. Станция примыкания — Нейво-Рудянка или Мурзинка.

Второй вариант (Невьянский): восточнее ст. Невьянск, с удалением от города на 0,5—1,0 км.

Третий вариант (Калиновский): вдоль железнодорожной линии, западнее ст. Мурзинка, с длиной подъездного пути 3—5 км.



# 4

## Уральский транспортный испытательный полигон: общее представление

### 4.1. Общие характеристики

#### 4.1.1. Климатические особенности района строительства

Предполагаемый район строительства Уральского транспортного испытательного полигона находится на восточных склонах Уральских гор (Зауралье — окраина Восточно-Сибирской равнины) на территории Свердловской области восточнее ст. Верх-Нейвинск, расположенной на железнодорожном участке от ст. Свердловск до ст. Нижний Тагил (рис. 4.1).

Район строительства находится на границе Европы и Азии, на перекрестке транспортных магистралей, связывающих европейскую и азиатскую части России.

Климат района строительства континентальный, отличается разнообразием. Весна и осень холодные. Продолжительность зимнего периода — 120—140 дней. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября и удерживается 140—160 дней. Продолжительную холодную снежную зиму сменяет теплое непродолжительное лето, на юго-востоке района — жаркое. Средние температуры декабря — минус 22—25 °С, января — минус 15—20 °С, апреля — плюс 1—4 °С, июня — плюс 14—16 °С, июля — плюс 16—19 °С, октября — минус 1 — плюс 3 °С.

Особенности климата связаны с расположением территорий в глубине Евразии, на большом удалении от морей и океанов.



На формирование климата сильно влияют Уральские горы: они преграждают движение воздушных масс с Атлантики.



Рис. 4.1. Варианты предполагаемого района строительства

Количество осадков — около 500 мм в год; глубина снежного покрова в районе строительства достигает 300—400 мм.

Больших снежных метелей не наблюдается. Естественный лес в зоне расположения испытательного полигона служит защитой железнодорожного пути от снежных заносов. Снежных сходов с возвышенностей не бывает, так как склоны покрыты лесом.

Весенний период в районе строительства сопровождается обильным таянием снега и ночными морозами.

Как летом, так и в зимой на работу полигона и, в особенности, бесстыкового пути большое влияние будет оказывать температура воздуха (от минус 35 °С до плюс 35 °С).

#### 4.1.2. Инженерно-геодезические и инженерно-геологические особенности предполагаемого района строительства

##### Почвенно-растительный слой

Почвы: подзолистые, занимают около 40 % площади; торфяно-болотные и заболоченные — около 20 %; дерново-подзолистые — 15 %; серые лесные и дерново-луговые — 15 %. Значительные торфяные залежи с запасами воздушно-сухого торфа.

##### Лесной массив. Сельхозугодия

Преобладает типично таежная фауна. Лесом покрыто около 60 % территории района строительства. Преобладают хвойные, березовые и березово-осиновые леса. По территории района строительства лес распространен неравномерно. На склонах возвышенностей редколесье. Имеются значительные вырубки, поросшие кустарником. В лесах имеются сенокосы и пастбища.

Сельскохозяйственные угодья занимают крайне незначительные площади. Пахотные земли очагового характера расположены на небольших площадях вблизи населенных пунктов.

##### Инженерно-геодезическая характеристика района строительства

Предполагаемый район строительства располагается на юго-восточном склоне Уральских гор. Хребты сильно сглажены, средние высоты не превышают 250 м.

Высочайшая вершина Среднего Урала — гора Осянка (1119 м над уровнем моря). Наиболее значимые вершины — Качканар (878 м), Старик-Камень (755 м), Шунут-Камень (726 м), Белая (712 м) находятся на значительном удалении от района строительства.

В наиболее благоприятном для строительства районе, между городами Невьянск и Реж, местность холмистая, средние отметки 325 м (ближе к Невьянску) и 230 м (ближе к Режу). Холмы и увалы в предполагаемом районе строительства сильно сглажены.

### Геологические и гидрологические особенности района строительства

Средне-Уральская зона сложена, в основном, древними протерозойскими осадочными породами, в которые внедрились небольшие интрузии различного состава. В геологоструктурном отношении рассматриваемая зона представляет собой чередование антиклиналей и синклиналей, разделенных разрывными нарушениями. Магматические породы Средне-Уральской зоны — габбро и перидотиты, а также осадочные породы — известняк, доломит, песчаник. Тагильская зона сложена палеозойскими преимущественно вулканогенными и частично осадочными породами. В недрах этой зоны: габбро, диориты, граниты, сиениты.

Свердловская область богата полезными ископаемыми (железные и медные руды, уголь, асбест, тальк, мрамор, золото, платина, драгоценные и поделочные камни). Сведений о залежах полезных ископаемых в районе предполагаемого строительства не имеется.

В рассматриваемом районе нет крупных полноводных рек и озер. Имеется множество маленьких рек, достаточно густая сеть небольших озер и заболоченных территорий.

Наиболее значимые реки: Нейва (Невья), Реж, Тагил, Пышма, которые находятся вблизи исследуемого района и частично питаются с восточного склона Среднего Урала.

Наиболее значимые озера, расположенные вблизи предполагаемого района строительства: озеро-водохранилище Исетское, площадь водной поверхности — 24,0 км<sup>2</sup>. Отметка уровня воды — 252,2 м. Площадь водосбора — 600,0 км<sup>2</sup> (около 100 км<sup>2</sup> в районе полигона); Таватуй — озеро в Свердловской области (Невьянский район) — находится на восточных склонах Уральских гор, в 10—20 км от предполагаемого района строительства. На берегу озера расположены поселок Калиново и село Таватуй. Площадь водного зеркала — 21,2 км<sup>2</sup>. Озеро вытянуто с севера на юг. Длина — около 10 км, ширина — около 3,5 км.

Озеро Балтым. Площадь водной поверхности — 27,5 км<sup>2</sup>, абсолютная отметка уровня воды — 274,5 м. Площадь водосбора — 27 км<sup>2</sup>.

Длина — 4 км, ширина — 2,6 км, преобладающие глубины — 3—4 м.

В наиболее благоприятном для строительства районе (между городами) Невьянск и Реж протекают реки Реж, Аять, Бобровка, Кунара, Адуй, здесь же расположено озеро Аятское.

Населенные пункты, автомобильные и железные дороги

В предполагаемом районе строительства полигона самыми крупными являются города Екатеринбург и Нижний Тагил. Данные по численности населения приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Численность населения городов,  
крупных поселков и сельских поселений

Населенный пункт	Численность населения, тыс. чел.	Населенный пункт	Численность населения, тыс. чел.
Екатеринбург	1315	Поселок Михайловск	9,8
Нижний Тагил	377,5	Верх-Нейвинск	5,3
Верхняя Пышма	57,9	Поселок Красногвардейский	4,8
Березовский	47,7	Село Николо-Павловское	4,8
Реж	39,1	Поселок Махнево	3,8
Невьянск	25,3	Село Покровское	3,6
Кировград	22,3	Поселок Левиха	3,5
Среднеуральск	19,8	Поселок Уфимский	3,3
Верхний Тагил	12,3	Село Петрокаменское	3,7
Пышма	10,4	Поселок Совхозный	3,6

Развит автомобильный транспорт. Общая протяженность автодорог — около 17 тыс. км. Главные автодороги: Екатеринбург — Пермь, Екатеринбург — Челябинск, Екатеринбург — Нижний

Тагил. Особенно хорошо развиты дороги в центральной (предполагаемый район строительства полигона) и южной частях Свердловской области.

Железная дорога объединяет сеть железных дорог общего пользования по западным и восточным склонам Среднего и частично Северного Урала и прилегающих к ним территорий Предуралья и Зауралья.

Эксплуатационная длина — 7 147 км. Управление дороги находится в Екатеринбурге. Свердловская железная дорога граничит на западе с Горьковской (станции Чепца и Дружинино), на юге — с Южно-Уральской (станции Михайловский Завод, Полевской, Муслумово, Колчедан), на востоке — с Западно-Сибирской (ст. Называевская) магистралями. Транспорт района отличается высокой грузонапряженностью; перевозки массовых грузов — внутри района и транзитные. Основная ветка в предполагаемом районе строительства: Екатеринбург — Нижний Тагил. Кроме того, есть ряд дорог местного значения: Нижний Тагил — Висимо-Уткинск; Нижний Тагил — Кировоград — Левиха; Нижний Тагил — Нейво-Рудянка — Верхний Тагил.

Схема железных дорог и район строительства показаны на рис. 4.2.

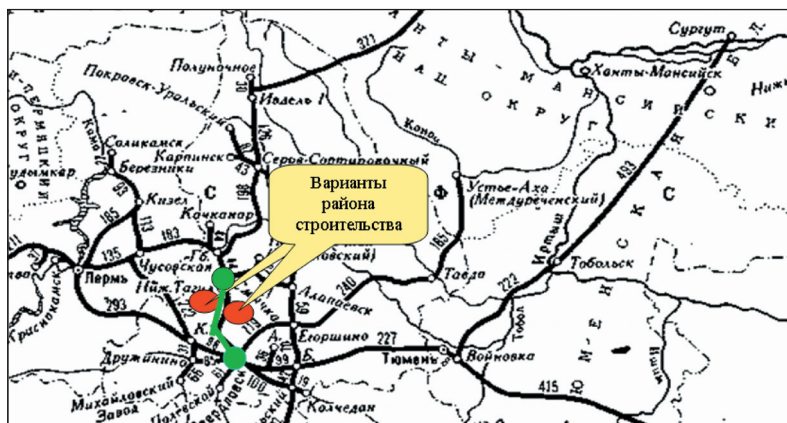


Рис. 4.2. Предполагаемые варианты района строительства испытательного полигона

#### 4.1.3. Влияние климатических и инженерно-геологических особенностей района на строительство и эксплуатацию испытательного полигона

Хотя инженерно-геологические особенности района в целом пригодны для возведения полигона, при проектировании и строительстве возникнут затруднения, связанные с наличием возвышенностей, холмов, болот, озер и множества небольших рек.

Несмотря на то, что в районе строительства восточные склоны Уральских гор сильно сглажены, не просто будет найти место, на котором можно разместить участок протяженностью в несколько километров и расположить его с нулевым уклоном. Проектирование полигона с нулевыми уклонами увеличит объемы земляных работ. Поэтому возникнет необходимость в проектировании протяженных насыпей высотой до 12—18 м и глубоких выемок (до 12—15 м). Кроме того, предстоят значительные объемы земляных работ по выторфовке болот (глубиной 3—5 м). Предстоит построить более 50 малых искусственных сооружений (в основном водопропускных труб).

Прогнозные объемы земляных работ на участке строительства в особенности скоростного кольца в среднем могут составить 150 тыс. м<sup>3</sup>/км и более.

Удаленность предполагаемого места строительства испытательного полигона на 50—60 км от крупных городов и населенных пунктов приведет к необходимости строительства социальной сферы для научных работников и обслуживающего персонала полигона.

При эксплуатации земляного полотна в весенний период из-за сильно пересеченной местности предстоят большие объемы работ уже при первых признаках таяния снега: вскрытие кюветов, лотков, нагорных и водоотводных канав, очистка от снега и льда отверстий малых мостов и труб, их русел на протяжении нескольких десятков метров выше и ниже по руслу.

В глубоких выемках возможны оплывы снега, что потребует удаления его за пределы выемок.

#### 4.1.4. Требования к материалам инфраструктуры скоростного испытательного полигона

Конструкция верхнего строения пути.

Потребность в материалах

Из опыта эксплуатации высокоскоростных магистралей следует, что существуют, по крайней мере, два варианта верхнего строения пути: с рельсошпальным основанием и на плитном основании.

Рассмотрим конструкцию верхнего строения пути на высокоскоростных участках: Париж — Мец (Франция) и Токио — Осака (Япония).

Конструкция верхнего строения пути на линии Париж — Мец: рельсы UIC60 (60 кг на один погонный метр) сварены в плети 800 м;

балластная призма щебеночная, толщина балластного слоя 35 см;

шпальная решетка железобетонная с эпюрой;

скрепление безболтовое анкерного типа, по четыре анкера на шпалу;

резиновые прокладки между рельсами и подкладками.

На линии Токио — Осака:

рельсы сварены в плети длиной 800 м;

балластная призма щебеночная, толщина балластного слоя 35 см;

железобетонные плиты толщиной 20 см;

скрепление безболтовое анкерного типа;

резиновые прокладки между рельсами и подкладками.

При сооружении Уральского транспортного испытательного полигона для скоростного движения целесообразно использовать обе конструкции верхнего строения пути\*.

---

\*Пока неизвестно, как будут вести себя эти два вида верхнего строения пути в климатических инженерно-геологических условиях России со скоростями движения 350—400 км/ч и более.

Конструкция верхнего строения пути с рельсошпальной решеткой при использовании отечественных материалов может выглядеть следующим образом:

рельсы Р65 (65 кг на один пог. м) сварены в плети длиной 800 м;  
балластная призма щебеночная, толщина балластного слоя 35 см, с фракцией щебня 20—50 см;

шпальная решетка железобетонная, с эпюрой 2000 шпал/км;

скрепление безболтовое типа APC (рис. 4.3);

резиновые прокладки между рельсами и подкладками;

разделительный слой из геотекстиля.

При использовании плитного основания:

рельсы Р65 (65 кг на один пог. м) сварены в плети длиной 800 м;

балластная призма щебеночная, толщина балластного слоя 35 см, с фракций щебня 20—50 см;

железобетонные плиты размером  $6,45 \times 2,55 \times 0,2$ ;

скрепление безболтовое анкерного типа;

резиновые прокладки между рельсами и подкладками;

разделительный слой из геотекстиля.

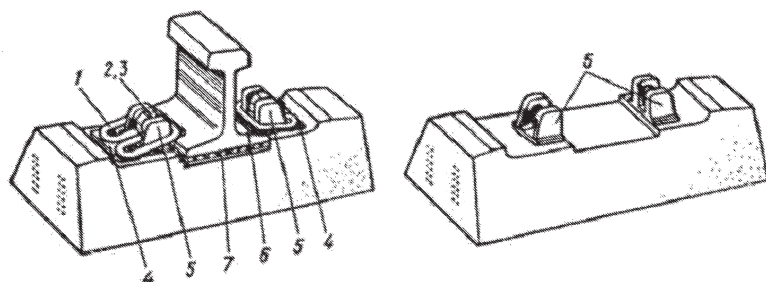


Рис. 4.3. Узел крепления APC-4

1 — клемма; 2, 3 — монорегулятор; 4 — подклеммник; 5 — анкер;

6 — изолирующий уголок; 7 — резиновая прокладка

Для нескоростного участка предполагается использовать верхнее строение пути, эксплуатируемое на сети железных дорог страны.

Потребность в материалах верхнего строения пути на 1 км приведена в таблице 4.2.



Таблица 4.2

Потребность в материалах верхнего строения пути на 1 км

Наименование	Для нескоростного движения	Для скоростного	
		на шпалах	на плитах
Рельсы, т	130	130	130
Подкладки, т	26	26	26
Скрепления, т	9,68	9,68	9,68
Накладки, т	0,71	0,71	0,71
Прокладки, т	0,72	0,72	0,72
Болты, т	0,087	0,087	0,087
Шпалы, шп.	2000	2000	—
Плиты, шп./м <sup>3</sup>	—	—	155/509,9
Балласт, м <sup>3</sup>	1975,2	1975,2	1975,2
Геотекстиль, м <sup>2</sup>	4500	4500	4500

## Требования к подвижному составу

В стране пока нет локомотивов, способных развивать скорость до 300 км/ч и выше. Поэтому на начальной стадии эксплуатации Уральского транспортного испытательного полигона предполагается использовать следующие локомотивы.

Тепловоз ТЭП80 (отечественный). Конструкционная скорость — 160 км/ч. На тепловозе ТЭП80-0002 в 1993 г. во время пробных поездок установлена скорость 271 км/ч. Ориентировочная стоимость — 120 млн руб.

Электровоз ЭП200 (отечественный). Максимальная эксплуатационная скорость — 200 км/ч. Максимальная скорость по экипажной части — 250 км/ч. Ориентировочная стоимость — 100 млн руб.

Электровоз «Eurosprinter» (разработан фирмой «Siemens»). В 2006 г. установил мировой рекорд скорости для электровоза: 357 км/ч. Прогнозная стоимость — 170 млн руб.

Тепловоз P160DE (TRAXX) (разработан фирмой «Bombardier»). Конструкционная скорость — 160 км/ч. Прогнозная стоимость — 200 млн руб.

Тепловоз ТЭМ7 (ТЭМ18ДМ) (отечественный). Ориентировочная стоимость — 120 млн руб.

Потребность в подвижном составе для организации и проведения испытаний приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Потребность в подвижном составе, ед.

Наименование		Для организации испытаний, кол-во		
		нескоростного	скоростного	хозяйственных нужд
ТЭП80, локомотив		1	—	—
ЭП200, локомотив		1	—	—
Р160DE, локомотив		—	1	—
Europrinter, локомотив		—	1	—
ТЭМ7 (ТЭМ18ДМ), локомотив		—	—	2
Дрезины		—	—	5
Вагоны	пассажирские, вагон	4	4	4
	полувагоны и платформы, вагон	70	—	20
	цистерны, цист.	10	—	—
	прочие, вагон	20	—	—

## 4.2. Принципиальные варианты схемы испытательного полигона

### 4.2.1. Обоснование основных элементов плана и профиля

Нормативов, регламентирующих проектирование плана и профиля для высокоскоростного движения поездов до 350—400 км/ч и выше, в России пока нет. Поэтому при назначении элементов плана и профиля высокоскоростного участка полигона использованы следующие подходы.

1. По известным для нескоростного движения значениям элементов плана и профиля, по математическим выражениям для их определения с использованием прогнозной экстраполяции в первом приближении определены значения для скоростей: 350—400 км/ч.

2. Основные элементы приняты по подобию используемых при скоростном движении в Японии и во Франции.

При первом подходе основным исходным материалом явились «Строительно-технические нормы Министерства путей сообщения железнодорожной колеи 1520 мм» (СТНЦ-01—95). Здесь элементы плана и профиля представлены для различных категорий железных дорог. Ранжируя зависимость элементов плана и профиля не по категориям, а по максимальным скоростям для этих категорий, в первом приближении можно определить их значения для скоростей 350—400 км/ч.

Сразу оговоримся, что при таком подходе можно только в первом приближении предполагать о величинах элементов плана и профиля для скоростного движения.

Определим основные элементы плана и профиля пути полигона.

I. Горизонтальный радиус кривой (радиус кривой в плане) для скорости 350 км/ч в первом приближении определен с учетом дисконтирования на основании исходных данных (табл. 4.4). График прогнозного изменения радиуса кривой показан на рис. 4.4.

Таблица 4.4

Исходные данные для прогнозирования радиусов кривых

Скорость движения, км/ч	Рекомендуемые радиусы, м	Дисконтирование
80	2000	1,0
120	4000	1,01
160	4000	1,02
200	4000	1,04

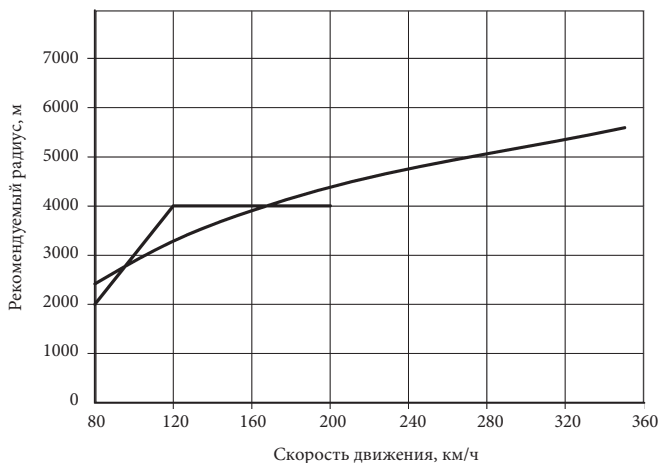


Рис. 4.4. Прогнозный график изменения радиуса кривой

В результате расчетов определено, что горизонтальный радиус для скоростей 350—400 км/ч будет находиться в пределах 5 600—6 200 м.

Предполагаемый радиус минимальной кривой, полученный по формуле невысокоскоростного движения (из условия  $a_{\text{нп}} = 0,7 \text{ м/с}^2$ ,  $h = 150 \text{ мм}$ ):

$$V_{\text{max}} = 4,6\sqrt{R},$$

$$R = \left( \frac{v_{\text{max}}}{4,6} \right)^2 = 5789 \text{ м},$$

где  $a_{\text{нп}}$  — непогашенное ускорение,  $\text{м/с}^2$ ;  $h$  — возвышение наружного рельса, мм;  $R$  — радиус кривой, м;  $v_{\text{max}}$  — максимальная скорость движения, км/ч. При строительстве высокоскоростной линии TGV Est минимальный радиус кривых предусмотрен 6 250 м (в исключительных случаях — 5 556 м).

Так как результаты расчетов и практическое применение радиусов кривых близки по значению, то в первом приближении можно утверждать, что минимальный радиус кривых на испытательном полигоне для скоростного движения может быть 6 000—6 300 м.

II. Длина прямой вставки между кривыми. Исходные данные представлены в табл. 4.5. График прогнозного изменения прямой вставки показан на рис. 4.5.

Таблица 4.5

Исходные данные для прогнозирования прямой вставки

Скорость движения, км/ч	Длина прямой вставки, м	
	сонаправленных	в разные стороны
80	50	50
120	75	100
160	150	150
200	150	150

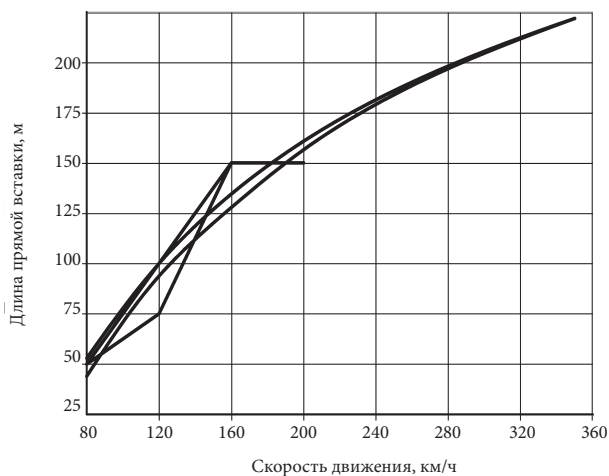


Рис. 4.5. Прогнозный график изменения длины прямой вставки

В первом приближении можно утверждать, что минимальная длина прямой вставки при сонаправленных кривых и в разные стороны составляет около 220 м.

III. Максимальный уклон. Исходные данные представлены в табл. 4.6. График изменения максимального прогнозного уклона показан на рис. 4.6.

Таблица 4.6

Исходные данные  
для определения максимального уклона

Скорость, км/ч	Уклон, ‰
80	30
120	20
160	15
200	12

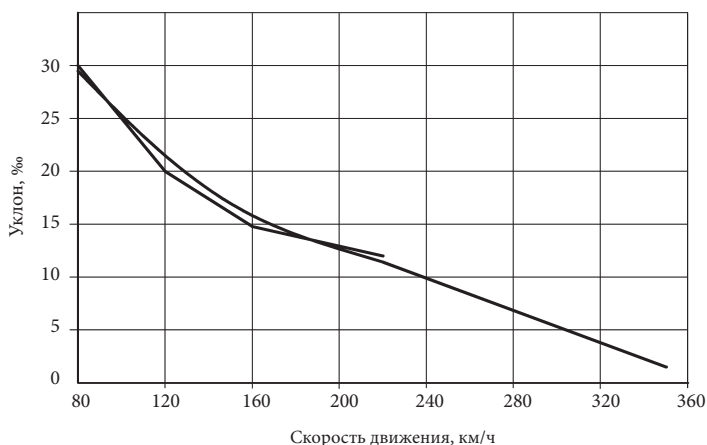


Рис. 4.6. Прогнозный график изменения  
максимального уклон

В первом приближении можно утверждать, что максимальный уклон на скоростных участках полигона не должен превышать 0,5—1,0 ‰.

На высокоскоростной линии TGV Est максимальная крутизна уклонов составила 35 ‰.

Максимальный уклон продольного профиля на высокоскоростной линии к Евротоннелю составил 25 ‰.

Таким образом, нельзя утверждать, что расчеты максимального уклона, выполненные по методике для нескоростного движения,

могут быть применены для проектирования профиля высокоскоростного движения.

IV. Минимальные элементы профиля и рекомендуемые переломы профиля. Исходные данные представлены в табл. 4.7. Графики прогнозного изменения минимальных элементов профиля и рекомендуемые переломы профиля показаны на рис. 4.7. и 4.8.

Таблица 4.7

Исходные данные для определения минимальных элементов  
профиля и рекомендуемых переломов профиля

Скорость, км/ч	Перелом профиля, ‰	Минимальные элементы, м
80	13	200
120	13	200
160	7	200
200	6	250

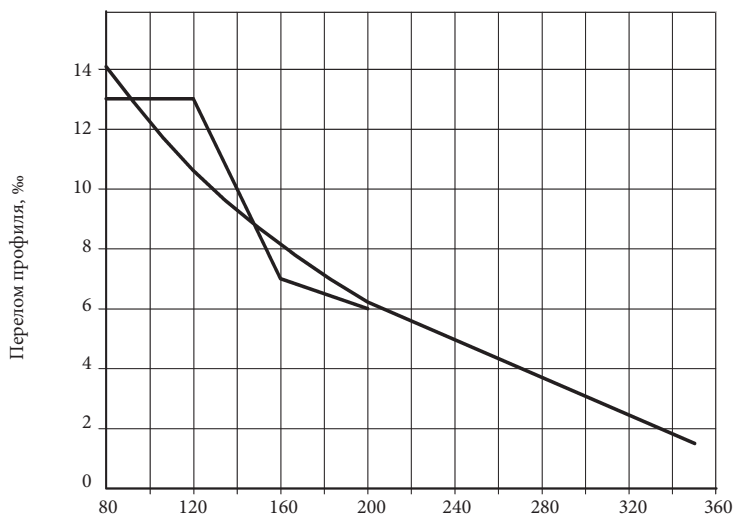


Рис. 4.7. Прогнозный график изменения  
минимальных элементов профиля

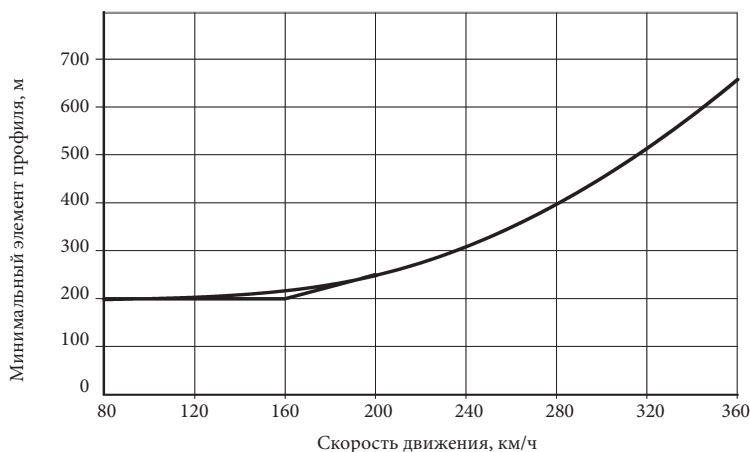


Рис. 4.8. Прогнозный график изменения рекомендуемых переломов профиля

В первом приближении можно утверждать, что минимальные элементы профиля составят 620—650 м, а рекомендуемые переломы профиля — 1,5 ‰.

V. Вертикальные кривые. Радиус вертикальной кривой зависит от перелома профиля: при алгебраической разности уклонов смежных элементов менее 2,0 ‰ принимаем (по нормам СТНЦ-01—95 железнодорожной колеи 1520 мм)  $R_v = 20\,000$  м.

Минимальный радиус вертикальных кривых на высокоскоростной линии TGV Est установлен 14 тыс. м.

VI. Переходные кривые. Длины переходных кривых  $I$  могут быть приняты из условия:  $I \geq \frac{h v_{\max}^3}{100}$ , где  $v_{\max}$  — скорость движения поезда в кривой, км/ч;  $h$  — возвышение наружного рельса, мм. Тогда при  $h = 150$  мм:

$$I \geq \frac{h v_{\max}^3}{100} = 525 \text{ м.}$$

VII. Ширина междупутья. Ширину междупутья можно принять из практики сооружения высокоскоростной линии TGV Méditerranée, где его ширина составила 4,8 м.



Для нескоростного участка испытательного полигона при проектировании плана и профиля воспользуемся СТНЦ-01—95 железнодорожной колеи 1 520 мм.

#### 4.2.2. Принципиальные схемы испытательного полигона

На основании анализа отечественного и зарубежного опыта строительства и эксплуатации испытательных полигонов можно предложить два принципиальных варианта схем полигона.

Первый — «два кольца». При таком варианте участок полигона, предназначенный для испытания нескоростного подвижного состава (со скоростями до 120—150 км/ч), располагается обособлено от высокоскоростного участка (см. рис. 4.7, 4.8). Достоинства размещения — наличие на скоростном участке только одного пошерстного стрелочного перевода. Такая схема безопасней, так как организация движения поездов на одном участке практически не зависит от проводимых испытаний на другом.

Основной недостаток этого варианта заключается в том, что полигон, занимающий десятки километров, еще больше вытягивается, становится менее компактным и, соответственно, занимает большую площадь. Это удорожает сооружение полигона и увеличивает эксплуатационные расходы.

Второй — «кольцо в кольце». Достоинство такой схемы — компактность, так как участок для организации нескоростного движения и вся инфраструктура обслуживания полигона находятся внутри участка высокоскоростного движения.

При такой организации полигона во время высокоскоростных испытаний въезд на территорию полигона железнодорожному подвижному составу и автотранспорту будет ограничен. Безусловно, этот недостаток можно обойти — соорудив развязку в двух уровнях для железнодорожного транспорта и организовав движение автотранспорта под малыми мостами. Однако это удорожает строительство полигона.

Такая схема менее безопасна: с одной стороны, появляется несколько как пошерстных, так и противощерстных стрелочных переводов, лежащих на скоростном участке, а с другой, организация

движения поездов на одном участке повлияет на поездные испытания на другом.

Варианты схем представлены на рис. 4.9—4.13.

На рис. 4.9 представлен вариант схемы размещения скоростного и нескоростного участков по схеме «кольцо в кольце».

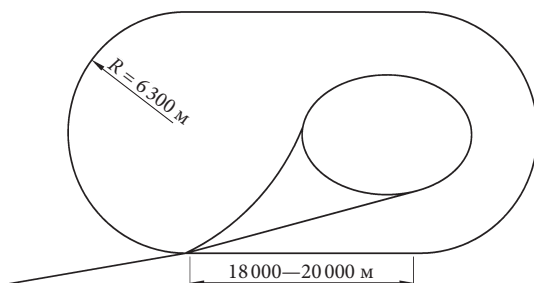


Рис. 4.9. Схема 1 испытательного полигона

Участок для испытаний высокоскоростного подвижного состава — это две прямые протяженностью 18—20 км, сопряженные кривыми участками радиусом около 6000—6300 м, а также участок для испытаний подвижного состава при скоростях 120—150 км/ч. При этом малое кольцо находится внутри большого.

Достоинства схемы 1 испытательного полигона: компактность расположения всей инфраструктуры; на скоростном участке имеются две протяженные прямые; можно сократить протяженность подъездных путей.

Недостатки схемы 1 испытательного полигона: подъездной путь от станции примыкания к испытательному полигону непосредственно примыкает к скоростному участку; расположение малого кольца, а значит, и всей другой инфраструктуры внутри большого создает некомфортные условия работы, связанные с обеспечением безопасности во время проведения испытаний; возникает необходимость устройства переездов.

Схема 2 (тоже размещение малого кольца внутри большого) представлена на рис. 4.10. Участок для испытаний высокоскоростного подвижного состава также представляет собой два прямых участка протяженностью 18—20 км, сопряженных кривыми участ-

ками радиусом около 6000—6300 м. Малое кольцо, аналогично большому, — это два прямых участка, сопряженных кривыми участками радиусом 2500—4000 м. В данной схеме, в отличие от предыдущей, внутри малого кольца есть перемычка в виде двух обратных кривых, сопряженных прямой вставкой.

Недостатки схемы 1 и схемы 2 схожи. Самый большой недостаток схемы 2: подъездной путь от станции примыкания к испытательному полигону непосредственно примыкает к скоростному участку.

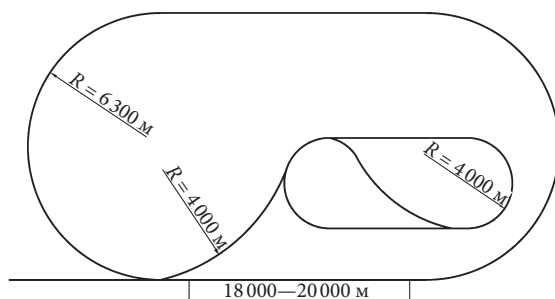


Рис. 4.10. Схема 2 испытательного полигона

Схема 3 (рис. 4.11) — это кольцо для испытаний высокоскоростного подвижного состава, представляющее собой два прямых участка протяженностью 18—20 км, сопряженных кривыми радиусом около 6000—6300 м, а также малое кольцо для испытаний при скоростях до 120 км/ч. Малое кольцо находится вне большого.

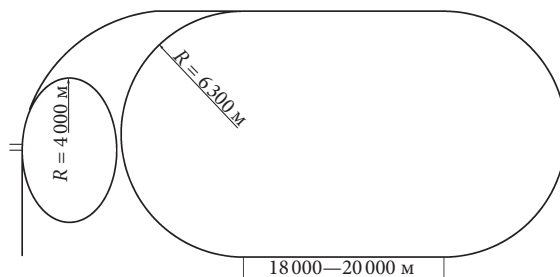


Рис. 4.11. Схема 3 испытательного полигона

Достоинства данной схемы: простота строительства (элементы полигона представляют собой простые геометрические фигуры); наличие только одного пересечения с большим кольцом (пошерстная стрелка находится на прямой); возможность безопасного доступа ко всей инфраструктуре даже во время проведения испытаний высокоскоростного подвижного состава; более высокий уровень общей безопасности проведения испытаний.

Существенным недостатком схемы 3 является большее по сравнению со схемами 1 и 2 путевое развитие малого кольца.

На рис. 4.12 показана схема 4. В ней сочетаются большое кольцо в форме восьмерки (одно пересечение в двух уровнях) и малое кольцо с прямым участком длиной около 150 м и кривой радиусом 4 000 м.

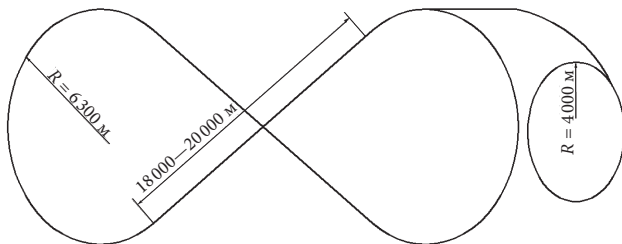


Рис. 4.12. Схема 4 испытательного полигона

Достоинства данной схемы подобны достоинствам схемы 3: только одно пересечение с большим кольцом; возможность безопасного доступа ко всей инфраструктуре даже во время проведения испытаний высокоскоростного подвижного состава.

Помимо этого, путевое развитие размещается на меньшей площади.

Недостатки схемы 4: необходимость устройства пересечения путей большого кольца в двух уровнях; эксплуатация двух кривых с углом поворота около  $270^\circ$ .

На рис. 4.13 изображена схема 5. Это кольцо для испытаний высокоскоростного подвижного состава, представляющее собой два прямых участка протяженностью 18—20 км, сопряженных кривыми участками радиусом около 6 000—6 300 м, а также участок (в виде восьмерки) для испытаний подвижного состава при скоростях 120—150 км/ч. Малое кольцо находится вне большого.

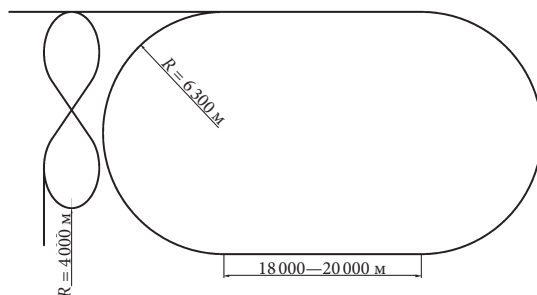


Рис. 4.13. Схема 5 испытательного полигона

Достоинства данной схемы аналогичны достоинствам всех схем с расположением малого кольца вне большого: только одно пересечение с большим кольцом; возможность безопасного доступа ко всей инфраструктуре даже во время проведения испытаний высокоскоростного подвижного состава; более высокий уровень общей безопасности проведения испытаний; возможность уменьшения площади земли, потребной для строительства полигона (за счет сооружения пересечения путей в двух уровнях).

Основные недостатки схемы 5: дополнительное путевое развитие, необходимое для подъезда от малого кольца к большому; необходимость сооружения пересечения путей малого кольца в двух уровнях.

В заключение необходимо отметить, что предложенные схемы путевого развития полигона не могут быть реализованы в том виде, в каком они представлены на рисунках. Окончательная схема может быть определена после выбора на местности расположения полигона, проведения инженерных изысканий, трассирования и проектирования плана и профиля.

#### 4.2.3. Внутрипроизводственное путевое развитие испытательного полигона

Внутри нескоростного участка устраивается промышленная площадка, на которой возводится необходимая инфраструктура (транспортная вспомогательная, административно-хозяйственная и научно-исследовательская).

Подготовка площадки. Предполагается, что промышленная площадка будет сооружена с уклоном  $i = 0—0,5\%$ ; при устройстве площадки планируется соблюдение нулевого баланса земляных масс (рис. 4.14).

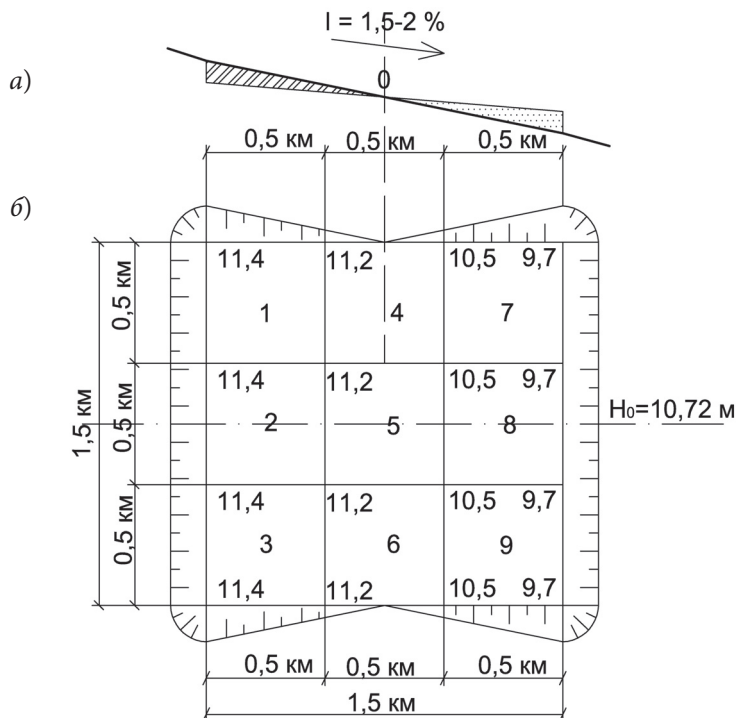


Рис. 4.14. Схема планировки площадки  
а — схема продольного профиля; б — план площадки

Объем разрабатываемого грунта (вырезка) для устройства площадки составит 525 тыс.  $\text{м}^3$ , а отсыпаемого в насыпь под площадку — 506 тыс.  $\text{м}^3$ . Возникшая разница в объемах — 19 тыс.  $\text{м}^3$  — будет направлена для отсыпки насыпей нескоростного участка полигона.

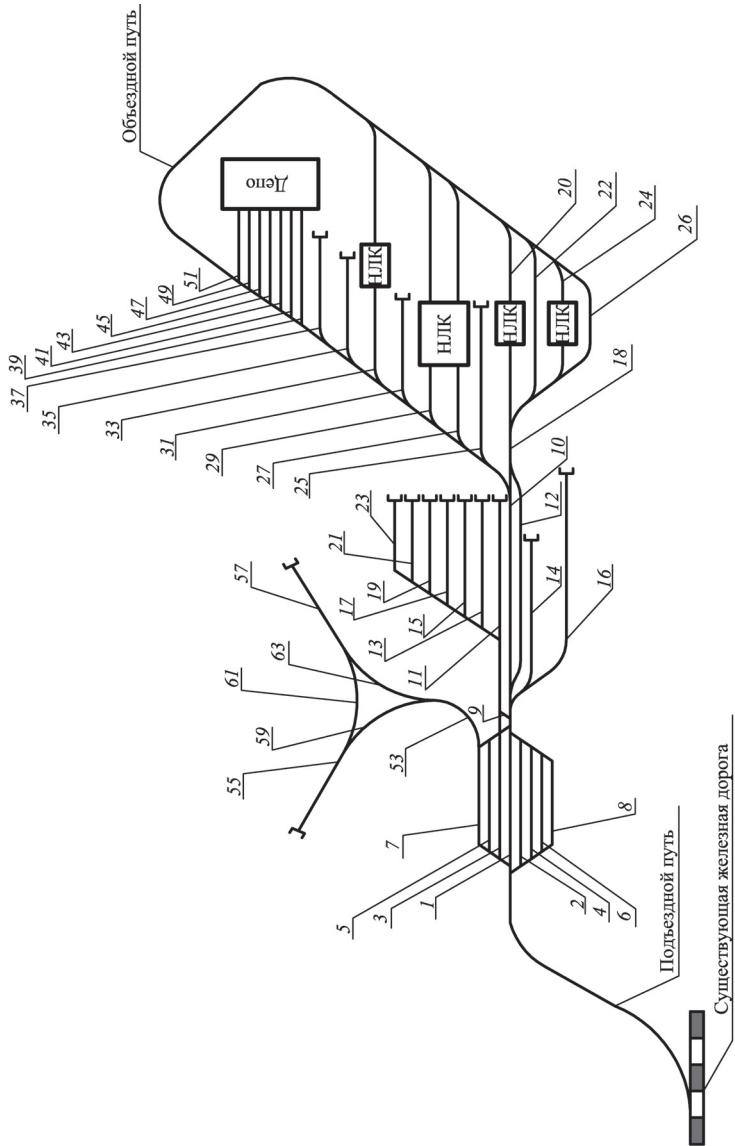


Рис. 4.15. Транспортная вспомогательная инфраструктура полигона

В зависимости от результатов трассирования возможны следующие станции примыкания подъездного пути полигона к путям железнодорожного участка Екатеринбург — Нижний Тагил: при западном варианте — ст. Мурзинка, при восточном — ст. Нейво-Рудянка или ст. Невьянск. Предполагаемая длина подъездного пути при западном варианте — 1—2 км, а при восточном — 2—3 км. При подключении к ст. Невьянск необходимо устраивать железнодорожный переезд.

Предложена продольно-поперечная схема размещения путевого развития транспортной вспомогательной инфраструктуры полигона. Наименование и назначение путей представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Пути транспортной вспомогательной инфраструктуры;  
назначение

Путь	Назначение	Длина, м
Подъездной путь	Соединение полигона со станцией примыкания	1000—3000
Станционные: 1—8	Приемо-отправочные. Путь № 2 длиной 1050 м	7000
Соединительный путь 9	Соединение станции полигона и парка отстоя	50
Соединительный путь 10	Соединение станции с путями НЛК и путями депо	800—1000
Испытательный путь 12	Сортировочная горка для испытания вагонных замедлителей	800—1000
Испытательный путь 14	Путь для определения осевых нагрузок и массы отдельных единиц подвижного состава	До 200
Испытательный путь 16	Тупик для сброса подвижного состава	500—700
Пути стоянки 11; 13; 15; 7; 19; 21; 23	Пути для стоянки пожарных, снегоочистительных, восстановительных поездов	3000
Соединительный путь 18	Путь для соединения сортировочной горки с НЛК	200
Подъездные пути 20; 24	Подъездные пути к НЛК	2300
Маневровые пути 22; 26	Пути для маневров возле НЛК	500



Табл. 4.8 (окончание)

Путь	Назначение	Длина, м
Пути отстоя 25; 29; 33	Пути отстоя подвижного состава прибывшего на испытания	300
Подъездные пути 27; 29; 33	Подъездные пути к НЛК	1000
Путь 37	Автоматическая мойка подвижного состава	50—100
Деповские пути 39; 41; 43; 45; 47; 49; 51	Пути для въезда и выезда из депо	700—1000
Соединительный путь 53	Путь для соединения станции с треугольником	150
Треугольник 59; 61; 63	Для разворота подвижного состава	300
Пути 55; 57	Вспомогательные пути для треугольника	200
Объездной путь	Объезд подвижным составом депо и НЛК; в целях безопасности при чрезвычайных ситуациях на полигоне	2 000—3 000
Общая протяженность всех вспомогательных путей, км		21,0—25,0

Потребность в основных материалах для сооружения верхнего строения станционных и подъездных путей приведена в таблице 4.9.

Таблица 4.9

Потребность в основных материалах для сооружения верхнего строения станционных и подъездных путей полигона

Материалы	Потребность	
	в среднем на 1 км	всего
Рельсы Р 65, т	130	3 250
Рельсы Р 50, т	13	325
Скрепление типа КБ 65, т	0,968	24,2
Скрепление другое, т	0,05	1,25
Накладки, т	3,8	95,12

Табл. 4.9 (окончание)

Материалы	Потребность	
	в среднем на 1 км	всего
Болты, т	0,211	5,28
Шпалы ж.-б. марки III-1—1, шп.	1 440	36 000
	1 600	40 000
	1 840	46 000
	2 000	50 000
Шпалы деревянные, шп.	1 440	1 800
	1 600	2 000
Стрелочные переводы, шт.	Все марки крестовин	58
Балласт щебеночный, м <sup>3</sup>	960	24 000
Песчаная подушка, м <sup>3</sup>	830	20 750
Геотекстиль, м <sup>2</sup>	4 500	112 500

#### 4.2.4. Прогнозное трассирование

Для прогнозирования объемов, стоимости и сроков производства строительно-монтажных работ выполнено пробное трассирование скоростного участка протяженностью 73 км по варианту 3 как самого неблагоприятного по инженерно-геологическим условиям (см. рис. 3.1).

План трассы и продольный профиль показаны на рис. 4.16. и 4.17.



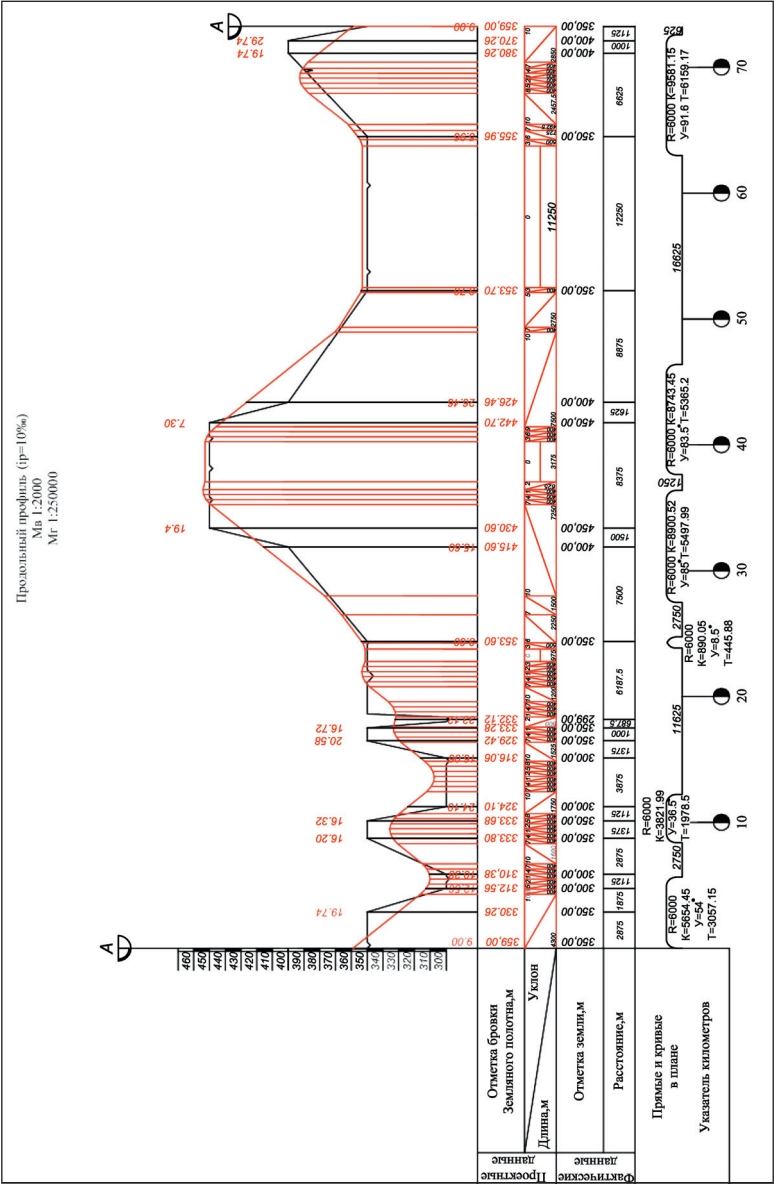


Рис. 4.17. Профиль трасы по варианту 3

Некоторые характеристики плана и профиля по варианту 3 приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10

## Характеристики плана и профиля по варианту 3

Показатель		Значение	Примечание
Протяженность трассы, км		73,2	—
Минимальный радиус кривой, м		6 000	При $i = 10 ‰$
Протяженность прямых, км		47,3	64,6 %
Протяженность кривых, км		25,9	35,4 %
Максимальный уклон, ‰		10,0	—
Длина элемента	минимальная, м	400	—
	максимальная, м	11 250	При $i = 0 ‰$
Глубина выемки	средняя, м	9,2	—
	максимальная, м	29,7	—
Высота насыпи	средняя, м	7,8	—
	максимальная, м	26,4	—
Протяженность	выемок, км	18,4	25,1 %
	насыпей, км	54,8	74,9 %
Объем	выемок, тыс. м <sup>3</sup>	1 656	—
	насыпей, тыс. м <sup>3</sup>	4 055	—

## 5

## Прогнозная стоимость сооружения Уральского испытательного полигона

### 5.1. Основные технические характеристики полигона

В результате выполненного анализа существующих отечественных и зарубежных полигонов, требований к испытательным полигонам для скоростного движения, предполагаемого района строительства, пробного трассирования и перспектив развития скоростного движения на железнодорожном транспорте Российской Федерации предполагаются следующие основные характеристики полигона (таблицы 5.1, 5.2).

Таблица 5.1

Основные технические характеристики  
скоростного участка полигона

Характеристика	Количество
Общая протяженность скоростного участка, км	56
Протяженность прямых участков пути, %	60
Протяженность участков пути в кривых, %	40
Минимальный радиус кривых в плане, м	6 300
Максимальные уклоны, ‰	10
Минимальный радиус вертикальных кривых, м	15 000
Протяженность насыпей, %	75
Протяженность выемок, %	25

Табл. 5.1 (окончание)

Характеристика	Количество
Количество малых мостов, шт.*	12
Количество водопропускных труб, шт.	42
Развязки в двух уровнях, ед.**	2

\* Из них шесть — с организацией проезда.

\*\* Из условий примыкания — одна развязка.

Таблица 5.2

### Основные технические характеристики нескоростного участка полигона

Характеристика	Количество
Общая протяженность нескоростного участка, км	6
Протяженность прямых участков пути, км	2
Протяженность участков пути в кривых, км	4
Минимальный радиус кривых в плане, м	600
Максимальный уклон, ‰	35
Максимальный радиус вертикальных кривых, м	12 000
Протяженность насыпей, км	4
Протяженность выемок, км	2
Количество малых мостов, шт.*	2
Количество водопропускных труб, ед.	6
Развязки в двух уровнях, ед.	—
Переезды, кол-во	2

\* С организацией проезда.

Наименование и назначение путей транспортной вспомогательной инфраструктуры испытательного полигона приведены в таблице 4.5. Общая протяженность всех вспомогательных путей составляет около 25 км.

## 5.2. Объектный график сооружения полигона

На основании выполненной в разд. 1—4 и п. 5.1 работы составлен укрупненный объектный график сооружения Уральского транспортного испытательного полигона (рис. 5.1). Объемы определены как средние в Уральском регионе.







Табл. (окончание)

Этап		Годы и кварталы																			
		1-й				2-й				3-й				4-й				5-й			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Строительство корпусов для НИИЛ электроники, электроприводов и др.	1-й корпус																				
	2-й корпус																				
Строительство объектов социального назначения	1-я очередь																				
	2-я очередь																				
	3-я очередь																				
	4-я очередь																				

Рис. 5.1. Укрупненный объектный график сооружения Уральского транспортного испытательного полигона

### 5.3. Стоимость сооружения полигона

В таблице 5.3 приведен сводный расчет затрат на сооружение Уральского транспортного испытательного полигона, а в таблице 5.4 — объектная смета. Единичные расценки определены как средние в Уральском регионе.

Таблица 5.3

Сводный расчет затрат на сооружение  
Уральского транспортного испытательного полигона

Работы и затраты	Объем, кол-во	Стоимость, тыс. руб.	
		за ед.	всего
Транспортная инфраструктура, км	87	—	4 315 401
Здания и сооружения технического обслуживания полигона. Административно-хозяйственные здания, м <sup>3</sup>	140 000	5,3	740 000
Здания и сооружения для испытаний крупногабаритных конструкций и подвижного состава в целом. Здания НИЛ, м <sup>3</sup>	184 000	8,5	1 568 000
Строительство объектов социальной сферы, м <sup>2</sup>	50 000	50	2 500 000
Проектно-изыскательские работы, %	8	—	728 977
Итого по 1—5			9 852 398
Приобретение лабораторного оборудования, %	60	—	940 800
Приобретение подвижного состава (локомотив; дрезина; вагон)	6		830 000
	5		75 000
	120		2 190 000
Итого по 6—7			4 035 800
Выкуп земельных участков, га	875	500	437 500
Всего по 1—8			14 325 698

Таблица 5.4

Объектная смета на сооружение  
Уральского транспортного испытательного полигона

Этап			Объем		Стоимость, тыс. руб.	
			ед. измер.	кол-во	за ед.	всего
Согласование землеотвода. Выкуп земельных участков			га	875	500	437 500
Технико-экономическое обоснование вариантов			%	0,12		10 935
Проектно-изыскательские работы			%	8		728 997
Строительство автодорог	1-я очередь*		км	7	30 000	210 000
	2-я очередь		км	8	15 000	120 000
	3-я очередь		км	12	9 000	108 000
Освоение территории (устройство просеки, снос зданий и сооружений, др. работы)			га	875	100	87 500
Отсыпка промышленной площадки			тыс. м <sup>3</sup>	525	1,10	577 500
Строительство подъездного пути от станции примыкания до полигона			км	5	15 842	79 210
Строительство временных зданий и сооружений для начальной стадии эксплуатации полигона			м <sup>3</sup>	450	12	5 400
Сооружение электроснабжения полигона	ЛЭП		км	8	1 000	8 000
	подстанция	трансформаторная	трансф.	1	8 500	8 500
		тяговая	км	87	400	34 800
Электрификация (только КС)			км	72	3 100	223 200
Строительство обеспечивающего путевого развития (станционные, подъездные и тракционные пути, тупики и др.)	1-я очередь		км	8	11 555	92 440
	2-я очередь		км	9	15 700	141 300
	3-я очередь		км	8	6 500	52 000
Строительство малого испытательного кольца			км	6	25 748	154 488

Табл. 5.4 (окончание)

Этап		Объем		Стоимость, тыс. руб.	
		ед. измер.	кол-во	за ед.	всего
Строительство скоростного испытательного кольца	1-я очередь	км	28	35 038	981 064
	2-я очередь	км	28	35 038	981 064
Сооружение притрассовой автодороги		км	110	4 000	440 000
Строительство административно-хозяйственных зданий		м <sup>3</sup>	20 000	7	140 000
Строительство зданий и сооружений технического обслуживания полигона	1-я очередь	м <sup>3</sup>	60 000	5	300 000
	2-я очередь	м <sup>3</sup>	60 000	5	300 000
Строительство корпусов для испытаний крупногабаритных конструкций и подвижного состава в целом	1-й корпус	м <sup>3</sup>	30 000	8	240 000
	2-й корпус	м <sup>3</sup>	85 000	8	680 000
	3-й корпус	м <sup>3</sup>	45 000	8	360 000
Строительство корпусов для НИЛ электроники, электроприводов и др.	1-й корпус	м <sup>3</sup>	12 000	12	144 000
	2-й корпус	м <sup>3</sup>	12 000	12	144 000
Строительство объектов социального назначения	1-я очередь	м <sup>2</sup>	5 000	50	250 000
	2-я очередь	м <sup>2</sup>	10 000	50	500 000
	3-я очередь	м <sup>2</sup>	15 000	50	750 000
	4-я очередь	м <sup>2</sup>	20 000	50	1 000 000
Итого (кроме согласования землеотвода)					9 852 398
Всего					10 289 898

\*Выход на автодорогу Екатеринбург — Нижний Тагил (включая стоимость сооружения путепровода).

## 5.4. График финансирования сооружения полигона

На рис. 5.2 показано потребное поквартальное финансирование на сооружение полигона. Суммы приведены без налога на добавленную стоимость.

Линией фиолетового цвета показано финансирование строительства, зеленой — приобретение подвижного состава и научно-исследовательского оборудования.

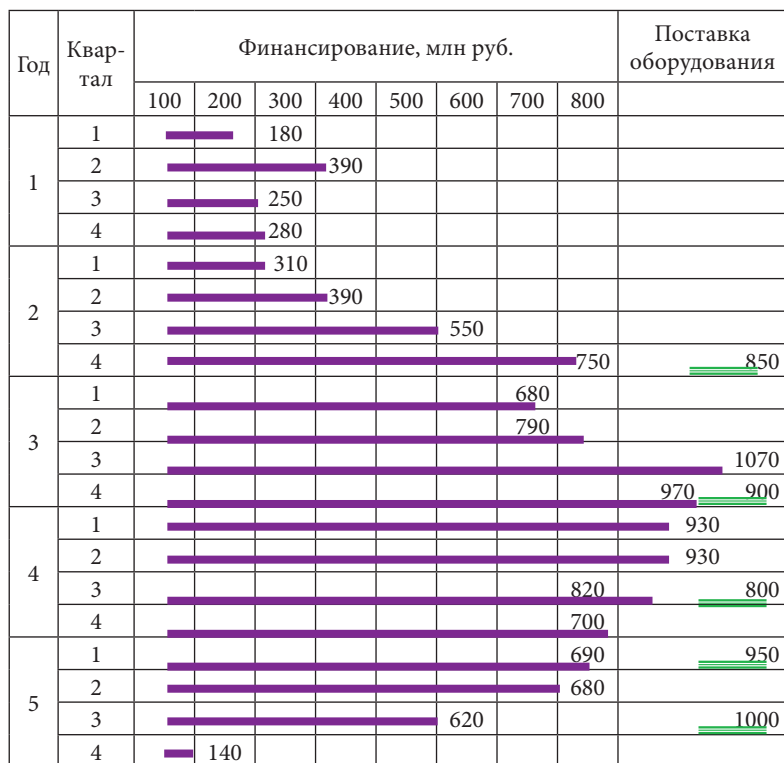


Рис. 5.2. График поквартального финансирования строительства и поставки оборудования

### 5.5. Техничко-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели Уральского транспортного испытательного полигона приведены в таблицах 5.5 и 5.6. При этом не учитывались затраты на выкуп земельных участков, приобретение подвижного состава, оборудования и приборов, необходимых для проведения научно-исследовательских работ и испытаний.

Таблица 5.5

#### Технические показатели

Показатель	Кол-во	Примечание
Занимаемая площадь, га	875	—
Протяженность скоростного участка, км	56	—
Протяженность нескоростного участка, км	6	—
Общая протяженность путевого развития обслуживания, км	25	Включая приемо-отправочные пути станции
Общая протяженность электрифицированных участков, км	72	Включая станции и некоторые подъездные пути
Водопропускные трубы, шт.	54	Включая подъездной путь от станции примыкания
Малые мосты, кол-во	14	Из них восемь — с организацией движения автотранспорта
Развязка в двух уровнях, ед.	2	Одна — из условий примыкания
Максимальный уклон на скоростном участке, ‰	10	—
Максимальные уклоны на нескоростном участке, ‰	35	—
Протяженность автодорог, км	27	Без автодороги вдоль скоростного участка

Табл. 5.5 (окончание)

Показатель	Кол-во	Примечание
Здания и сооружения технического обслуживания полигона, м <sup>3</sup>	140 000	—
Корпуса для испытаний крупногабаритных конструкций и подвижного состава, м <sup>3</sup>	160 000	—
Корпуса для НИЛ электроники, электроприводов и др., м <sup>3</sup>	24 000	—
Объекты социального назначения, м <sup>2</sup>	50 000	—

Таблица 5.6

## Экономические показатели

Показатель	Стоимость, тыс. руб.
Сооружение 1 км скоростного участка (основной участок)	35 038
Сооружение 1 км нескоростного участка	25 470
Сооружение 1 км станционных и других путей	8 500
Стоимость, относящаяся на 1 км скоростного участка без стоимости зданий и сооружений (без учета затрат на выкуп земли)	77 060
Стоимость, относящаяся на 1 км скоростного участка с учетом стоимости зданий и сооружений (без учета затрат на выкуп земли и социальной сферы)	131 293
Стоимость, относящаяся на 1 км скоростного участка без учета затрат на выкуп земли	175 936
Стоимость, относящаяся на 1 км скоростного участка с учетом затрат на выкуп земли	183 748
Полная стоимость сооружения полигона	10 289 898



# 6

## Организационно-правовые аспекты создания Уральского транспортного испытательного полигона

### **6.1. Частно-государственное партнерство как организационно-экономическая форма сотрудничества**

#### **6.1.1. Анализ форм частно-государственного партнерства**

Развитие эффективных институтов взаимодействия государства и бизнеса является одним из важных условий формирования эффективной экономической политики, повышения инновационной активности, развития экономической и социальной инфраструктуры.

Частно-государственное партнерство — это институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом, создаваемый в целях реализации общественно значимых проектов и программ в широком спектре отраслей. Приоритетные направления частно-государственного взаимодействия:

производственная и транспортная инфраструктуры (строительство и эксплуатация дорог, электрических сетей, портов, трубопроводов);

жилищно-коммунальное хозяйство;

финансирование научных исследований, имеющих перспективы коммерциализации, и развитие инновационной инфраструктуры;

профессиональное образование и система переподготовки кадров;

здравоохранение;

социальные услуги.

Экономические признаки частно-государственных партнерств:

взаимодействуют две стороны: государство и частный бизнес;

взаимодействие сторон закрепляется на официальной, юридической основе;

взаимодействие сторон имеет равноправный характер;

частно-государственное партнерство имеет четко выраженную публичную, общественную направленность;

в процессе реализации проектов на основе частно-государственного партнерства консолидируются, объединяются ресурсы и вклады сторон;

финансовые риски и затраты, а также достигнутые результаты распределяются между сторонами в заранее определенных пропорциях.

Частно-государственное партнерство имеет широкий спектр различных форм. Это, в первую очередь, разнообразные контракты, которые государство предоставляет частным компаниям.

Арендные (лизинговые) отношения — еще одна форма частно-государственного партнерства: государство передает частному сектору свою собственность в аренду. В качестве платы за пользование государственным имуществом частные компании вносят в государственный бюджет арендную плату.

Соглашение о разделе продукции — следующая форма частно-государственного партнерства (действует с 1995 года, после принятия федерального Закона «О соглашениях о разделе продукции»).

Самой распространенной в России формой частно-государственного партнерства являются государственно-частные предприятия.

За рубежом наиболее распространенная форма частно-государственного партнерства при осуществлении крупных капиталоемких проектов — это концессия, то есть система отношений между государством (концедентом) и частным юридическим или физическим лицом (концессионером), возникающая в результате предоставления концедентом концессионеру прав пользования го-

сударственной собственностью по договору, за плату и на возвратной основе, а также прав на осуществление видов деятельности, которые составляют исключительную монополию государства.

Концессии — это комплексная форма партнерства, наиболее развитая и перспективная. Концессия как форма партнерства (в отличие от контрактных, арендных и иных отношений) долгосрочна, что позволяет сторонам осуществлять стратегическое планирование своей деятельности. В концессиях (в отличие от совместных предприятий) частный сектор обладает большей свободой в принятии административно-хозяйственных и управленческих решений. При этом у государства в рамках как концессионного договора, так и законодательных норм остается достаточно рычагов воздействия на концессионера в случае нарушения им условий концессии, а также при возникновении необходимости защиты общественных интересов.

#### 6.1.2. Государственные интересы и интересы рыночного инвестора в частно-государственном партнерстве

Для государства механизм частно-государственного партнерства через объединение государственного и частного капитала позволяет обеспечить:

- реализацию государственной политики экономического развития регионов, формирование нового механизма интенсификации такого развития;

- развитие конструктивного взаимодействия бизнеса и государственной власти;

- оптимальное сочетание интересов частных и государственных инвесторов на федеральном и региональном уровнях, а также самих предприятий, нуждающихся в привлечении инвестиций;

- мобилизацию значительных финансовых средств для финансирования региональных инвестиционных проектов в объеме, многократно превышающем вклад единичного инвестора;

- совершенствование механизмов административного воздействия на привлечение и размещение рыночных инвестиций.

достижение гибкости использования средств в течение года (начать реализацию проекта в любой момент, независимо от ограничений, накладываемых бюджетными процессами.)

Заинтересованность частного инвестора обусловлена следующим:

- единство интересов с государственной властью может служить фактором, создающим дополнительные гарантии частных вложений;
- расширение инвестиционных возможностей благодаря эффективности объединения капиталов;

- снижение инвестиционных рисков, в том числе за счет того, что объекты инвестирования отобраны на основании специального анализа (как правило, отбираются предприятия с прозрачной структурой собственности и денежных потоков, профессиональным менеджментом, четкой программой использования инвестиций); в отношении них осуществляется дополнительный контроль уполномоченных государственных органов;

- профессиональное управление такими предприятиями осуществляется специально отобранной по конкурсу управляющей компанией, ее деятельность прозрачна и тоже подконтрольна регулирующим органам, управление построено на оптимальном соотношении высокой доходности и сбалансированного риска;

- возможность оптимизировать налогообложение за счет применения отложенного налогообложения и отсутствия двойного налогообложения по налогам на доходы.

### 6.1.3. Потенциальные участники частно-государственного партнерства сооружения полигона

В результате анализа форм частно-государственного партнерства предлагается для сооружения Уральского транспортного испытательного полигона использовать такую организационно-экономическую форму, как государственно-частное предприятие.

Создание государственно-частного предприятия подразумевает, прежде всего, образование открытого акционерного общества. При такой организационно-правовой форме степень свободы частного сектора в принятии административно-хозяй-

ственных решений определяется его долей в уставном капитале. Это обстоятельство и будет являться стимулом в формировании амбициозного пакета акций.

Для образования частно-государственного партнерства важной задачей является изучение игроков частного сектора, которых можно было бы привлечь к строительству полигона.

В первую очередь нужно рассмотреть машиностроительные предприятия Уральского региона, которые нуждаются в испытаниях производимой продукции:

ОАО «Российские железные дороги» (собственник инфраструктуры и основной потребитель подвижного состава);

ОАО НПК «Уралвагонзавод» (поставщик грузовых вагонов);

Уральский завод железнодорожного машиностроения (предприятие по сборке электровозов);

ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (НТМК) и филиал НТМК — Нижнесалдинский металлургический завод (изготавливающие рельсы, колеса, бандажи, балки для мостов, швеллеров, а также рельсовые скрепления, подкладки и клеммы);

Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь» (г. Каменск-Уральский), выпускающее дефектоскопы, радиоэлектронные приборы, аппаратуру электро- и вибродиагностики, специальные радиостанции связи;

частные структуры, имеющие экономические и политические интересы вложения средств в сооружения полигона.

В полевых испытаниях теоретических разработок остро нуждаются научно-исследовательские институты, бюро, университеты:

Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ);

институты Уральского отделения РАН;

научно-производственные объединения — «Автоматика» и «Октябрь»;

ОАО «Уральское производственное предприятие «Вектор».

Безусловно, приведенный список далеко не полный. Он может быть существенно расширен и дополнен за счет транспортных предприятий страны и в особенности реального бизнеса нетранспортной направленности, пожелавшего заполнить развивающуюся экономическую нишу.

## **6.2. Роль Свердловской области в организации Уральского транспортного испытательного полигона**

Прогрессивные взгляды губернатора Свердловской области Э.Э. Росселя, правительства области на развитие транспортной инфраструктуры Среднего Урала как составной части транспортной инфраструктуры страны дают основания быть уверенными в том, что при сооружении транспортного испытательного полигона на территории Свердловской области будет предоставлен режим наибольшего благоприятствования.

В последние годы ежегодный рост промышленности Свердловской области превышает 10 %. Во многом этому способствует развитие транспортной инфраструктуры.

Свердловская область развивается динамично во многом благодаря мощному металлургическому производству. Работа всего промышленного комплекса региона зависит, в частности, от Свердловской железной дороги. «Когда мне надо оперативно узнать итоги его деятельности за очередной месяц, то опираюсь на цифры по грузоперевозкам. Эти показатели зависят друг от друга напрямую. 52 процента промышленности Свердловской области — металлургия. И на плечи железных дорог ложится 70 процентов всех грузоперевозок. Поэтому железным дорогам мы уделяем самое пристальное внимание. К 2010 году область должна удвоить объемы промышленного производства. Предыдущие пять лет свидетельствуют, что эта задача по силам. И транспортный вопрос в этом деле один из самых главных» — говорит губернатор Свердловской области Э. Россель.

При таком отношении к развитию железнодорожного транспорта можно с уверенностью утверждать, что Свердловская область примет самое активное участие в сооружении транспортного испытательного полигона на ее территории.

Социально-экономические интересы при сооружении и эксплуатации полигона для Свердловской области очевидны. Строительство полигона даст импульс развитию района: возрастут поступления в областной бюджет, будет развиваться автодорож-

ная сеть с твердым покрытием, увеличится строительство жилья, других объектов социального назначения. В районе действия полигона появятся новые рабочие места, более активно станут развиваться предприятия малого и среднего бизнеса.

Можно предположить, что Свердловская область при сооружении полигона примет участие в частно-государственном партнерстве как организационно-экономической форме сотрудничества.

Частные структуры области заинтересованы в создании такого полигона и будут участвовать в частно-государственном партнерстве как инвесторы: большой бизнес — в основное производство, а малый — в социальную и обслуживающую составляющие полигона.

### **6.3. Риски сооружения Уральского транспортного испытательного полигона**

Идея сооружения Уральского транспортного полигона сопряжена с рисками, которые могут препятствовать ее достижению. При обсуждении идеи сооружения полигона, согласовании его местонахождения и основополагающих параметров, а также в начале строительства на достижение результатов могут повлиять макроэкономические, геополитические, организационные, социальные, техногенные и экологические риски.

1. Макроэкономические риски могут возникнуть в связи изменением в стране темпов роста экономики и уровня предпринимательской активности, что приведет, в свою очередь, к замедлению инвестиционной активности вследствие нехватки финансовых средств как со стороны государственного финансирования, так и частного.

Неблагоприятный сценарий развития экономики страны приведет к невозможности сооружения полигона, а в случае начала его строительства — к приостановлению и консервации. В перспективе сооружение такого полигона на Урале будет крайне проблематично.

2. Геополитические риски могут возникнуть в результате политической изоляции страны и изменения стабильности политической ситуации в соседних странах. Как следствие — снижение развития железнодорожного транспорта страны, в частности, снижение востребованности скоростного движения на железнодорожном транспорте.

3. Организационные риски могут возникнуть из-за низких организации процесса управления и кадрового обеспечения, что может скомпрометировать саму идею сооружения полигона. Серьезным риском выступает нехватка нормативно-технического обеспечения строительства скоростного участка полигона. Отсутствие на сегодняшний день согласованного региона и согласованного места размещения полигона является значимым риском при реализации идеи сооружения полигона.

4. Социальные риски могут возникнуть потому, что будущий полигон расположится вдали от мегаполиса, крупных населенных пунктов, от научных (в частности, транспортных) центров. Может возникнуть дефицит высококвалифицированных научных кадров, не желающих жить и работать вдали от городской цивилизации.

Вытекающий из указанного риск — обеспечение будущего полигона квалифицированной рабочей силой (для строительства объектов социальной сферы в районе, не имеющей инженерной инфраструктуры).

5. Природоохранные риски могут возникнуть из-за значительной вырубki леса вблизи мегаполиса (Екатеринбург) и индустриального центра (Нижний Тагил). Выторфовка и засыпка болот могут повлиять на флору района строительства, а шум при испытаниях на скоростном участке в несколько десятков километров — на фауну.

Хотя предполагаемый район строительства и не является заповедником, однако это место наибольшего благоприятствования развития природы региона. Это обстоятельство может сказаться на принятии решения по сооружению полигона.

Явных предпосылок на снижение экологической безопасности района при сооружении полигона нет. Однако данный вид рисков может быть обусловлен высокой степенью влияния человеческого фактора, природными явлениями, а также вандалистскими и террористическими действиями, устранение последствий которых требует серьезных дополнительных капиталовложений.

6. Экономические риски возможны вследствие замедления экономического роста в стране и снижения инвестиционной привлекательности вложений в транспортную отрасль частных инвесторов и кредитных организаций. В этой ситуации будет



крайне затруднительно реализовать частно-государственное партнерство как организационно-экономическую форму сотрудничества сооружения полигона.

При разработке технико-экономического обоснования и проектно-сметной документации сооружения и эксплуатации Уральского транспортного испытательного полигона необходимо свести к минимуму возможные негативные последствия указанных рисков.

## 7

## Испытательный полигон как источник загрязнения окружающей среды

В период строительства и эксплуатации испытательный полигон окажет влияние на окружающую среду.

При земляных работах, обеспечении строительства теплом и электроэнергией, работе автотранспорта железнодорожной техники в атмосферу будут выделяться загрязняющие вещества.

На водный бассейн (малые реки и озера) объекты испытательного полигона окажут опосредованное воздействие. В процессе эксплуатации испытательного полигона будут образовываться отходы производства и жизнедеятельности.

Испытательный полигон будет воздействовать на растительный и животный мир района размещения: удаление на значительных площадях древесно-кустарниковой растительности, нарушение почвенно-растительного покрова, пересечение водотоков, ликвидация родников.

Земли природоохранного значения (заказники, национальные парки), а также рекреационного историко-культурного значения в районе располагаемого строительства отсутствуют. Вблизи предполагаемого места размещения полигона находится заповедник.

В проекте организации строительства объектов испытательного полигона должны быть предусмотрены природоохранные мероприятия, направленные на минимизацию отрицательного воздействия производства работ на окружающую среду.

В период эксплуатации испытательного полигона в нормальном режиме работы прогнозируется, что отрицательного воздействия на почвенно-растительный слой не будет.

Так как в процессе строительства полигона будут нарушены древесно-кустарниковая растительность и почвенно-растительный покров, а в процессе сооружения земляного полотна появятся временные карьеры и отвалы, необходимо провести техническую и лесохозяйственную рекультивацию земель. Работы по рекультивации должны быть выполнены в границах установленного для нужд строительства временного землеотвода.

Предполагаемые объемы работ при рекультивации нарушенных земельных участков представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

## Рекультивационные объемы работ

Вид работы	Объем
Техническая рекультивация временных карьеров, тыс. м <sup>3</sup>	3 323
Техническая рекультивация временных отвалов грунта, тыс. м <sup>3</sup>	3 323
Рекультивация построечных автодорог, тыс. м <sup>3</sup>	12
Восстановление русел рек, родников, тыс. м <sup>3</sup>	75
Уборка строительного и бытового мусора, тыс. м <sup>3</sup>	30
Засыпка рытвин и ям, образовавшихся в результате производства строительных работ, тыс. м <sup>3</sup>	5
Планировка искусственно созданных в процессе строительно-монтажных работ неровностей рельефа (для исключения скопления воды и образования заболоченных участков), тыс. м <sup>2</sup>	7
Посев трав, иных видов растений. Одерновка откосов. Внесение удобрений, тыс. м <sup>2</sup>	100
Посадка деревьев, шт.	1 700

Неорганизованными источниками загрязнения атмосферы во время проведения строительных работ являются выделения, содержащиеся в выхлопных газах работающего автотранспорта, и выброс загрязняющих веществ при погрузке и разгрузке. Чтобы уменьшить такие выбросы, необходимо использовать исправную технику; не разгружать щебень при неблагоприятных метеорологических условиях.

Для снижения вредного влияния загрязняющих веществ на атмосферу предусматриваются технологические мероприятия:

минимально возможный объем земляных и планировочных работ;

применение дизельных установок, соответствующих требованиям природоохранного законодательства стран ЕЭС;

максимальная подготовка узлов оборудования в заводских условиях.

В процессе строительства полигона в атмосферный воздух будут выбрасываться следующие вредные вещества: оксид железа, азота диоксид, азота оксид, сажа, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды (по бензину). При погрузочно-разгрузочных работах со щебнем образуется пыль неорганическая, содержащая ниже 20 % двуокиси кремния (таблица 7.2).

Таблица 7.2

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу  
в процессе строительства полигона

Наименование	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Диоксид азота	0,085	2
Оксид азота	0,400	3
Сажа	0,150	3
Диоксид серы	0,500	3
Оксид углерода	5,000	4
Бензин (нефтяной, малосернистый, в пересчете на углерод)	5,000	4
Пыль неорганическая, ниже 20 % двуокиси кремния	0,500	3

Так, только за час работы одного путеукладочного крана УК-25/9 в атмосферу будет произведен выброс: СО — 3,4 кг, NO — 8,5 кг, сажи — 0,05 кг. За один час работы одной дрезины ДГКУ в атмосферу будет произведен выброс: СО — 4,7 кг, NO — 11,7 кг, сажи — 0,06 кг.

Источником загрязнения атмосферы во время эксплуатации испытательного полигона является пыль, которая образуется в результате перетирания фракций щебня под воздействием вибрации, вызванной проходом подвижного состава на больших скоростях.

Таким образом, особо опасных, нарушающих установленные нормы выбросов в атмосферу во время строительства и эксплуатации полигона быть не должно (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу  
в процессе эксплуатации полигона

Наименование	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Пыль неорганическая, ниже 20 % двуокиси кремния	0,50	3
Оксид углерода	5,00	4

При сооружении полигона необходимо соблюдать водоохранные зоны поверхностных источников (Водный кодекс Российской Федерации).

Хозяйственно-бытовые нужды персонала строительно-монтажных организаций обеспечиваются привозной водой питьевого качества.

Вода на производственные нужды берется из местных источников.

Бытовые сточные воды отводятся в выгребные ямы, сооружаемые на территории временных поселков, потом вывозятся на очистные сооружения.

В целом, строительство и эксплуатация транспортного испытательного полигона окажет незначительное воздействие на состояние подземных и поверхностных вод.

При проведении строительно-монтажных работ отходы образуются, в основном, в результате трудноустраняемых потерь материалов, применяемых в строительстве полигона, использования упаковочных материалов и транспортировочной тары.

Кроме того, на территории строительства полигона образуются отходы древесных порубочных остатков и твердые бытовые отходы от жизнедеятельности человека (их накопление предусматривается в контейнерах, размещаемых на бетонных плитах в зоне временных поселков).

Строительная организация в рабочем порядке утилизирует строительные отходы, вывозит временные сооружения и тару повторного использования, убирает строительный мусор.

Временное складирование строительных отходов допускается только в границах землеотвода.

Отходы лома черных металлов (брак, некондиция) складироваться отдельно (по мере накопления лом передается специализированным предприятиям либо возвращается поставщику).

Порубочные древесные остатки обрабатываются спецпрепаратами (для уничтожения вредителей) и временно размещаются в полосе землеотвода (не ближе 10 м от границы леса, за пределами водоохранных зон водных объектов) или сжигаются во временных отопительных котельных (зимой).

В период эксплуатации железнодорожных путей отходов производства не возникает. Образующиеся от жизнедеятельности человека твердые бытовые отходы вывозятся в контейнерах.

Для проектируемых объектов предусматривается отчуждение территорий под строительство полигона, связанное с нарушением первоначального рельефа местности, изменением характера землепользования, сведением растительности, нарушением почвенно-растительного покрова.

При соблюдении мероприятий по охране почв и подземных вод эксплуатация полигона в нормальном режиме работы не окажет отрицательного воздействия на растительный и животный мир.

Мероприятия, направленные на охрану почв, позволят также предотвратить негативное воздействие проектируемого объекта на растительный мир.

В технологической части проекта предусмотрены мероприятия, направленные на предотвращение гибели объектов животного мира:

- проведение работ в зимний период;

- запрещение эксплуатации строительной и дорожной техники в ночное время (для снижения шумовой нагрузки и предотвращения возможного травматизма животных);

- временное складирование всех возможных отходов и строительных материалов только в специально отведенных для этого местах;

обязательная уборка всех конструкций и строительного мусора после завершения монтажных работ.

Соблюдение перечисленных мероприятий позволит максимально снизить вредное воздействие полигона на животный мир района.

Разработки дополнительных природоохранных мероприятий не требуется.

# 8

## Организационно-экономические аспекты функционирования Уральского транспортного испытательного полигона

### 8.1. Организационно-правовые и организационно-экономические формы

В Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года предусмотрено создание научной базы (инфраструктуры) научного обеспечения транспортного комплекса. То есть необходимы федеральный научно-внедренческий центр комплексных транспортных проблем и сеть региональных научно-внедренческих центров.

В Уральском регионе таким научно-внедренческим центром комплексных транспортных проблем может стать транспортный испытательный полигон.

В Транспортной стратегии предусматривается: сформировать эффективную систему хозяйственного управления объектами и имуществом; организационная модель управления должна включать комплекс административных, а также экономических методов мотивации достижения целей и целевых значений индикаторов стратегии.

Предлагаются следующие организационно-правовые и организационно-экономические формы Уральского транспортного испытательного полигона.



Испытательный полигон как региональный научно-внедренческий центр Министерства транспорта Российской Федерации представляет собой сетевую структуру со стержневой компанией. При этом возможны два организационных сценария: с выделением стержневой обособленной управляющей компании и без выделения, с наделением полномочиями одной из структур сети (основной, объединяющей все переделы) правами управляющей компании.

В обоих случаях организационно-правовой формой управляющей компании должно быть открытое акционерное общество. Что касается контрольного пакета акций или, по крайней мере, блокирующего — он должен принадлежать государству.

При таком подходе к формированию организационной структуры Уральского транспортного испытательного полигона между сегментами сети возникнут договорные или имущественные отношения, что, в свою очередь, будет определять создание интегрированной структуры холдингового типа.

В проекте закона Российской Федерации «О холдингах» (постановление от 27 июня 2001 г. № 1696-III ГД) эта структура определена как совокупность двух или более юридических лиц (участников холдинга), связанных между собой отношениями (холдинговыми отношениями) по управлению одним из участников (головной компанией) деятельностью других участников холдинга на основе права головной компании определять решения, принимаемые другими участниками.

Понимая, что внедрение вузовской науки в научно-внедренческие центры и, в частности, в Уральский транспортный испытательный полигон крайне важно как для вузов, так и для отрасли, предлагаем свое видение такой интеграции.

Безусловно, вузы как бюджетные учреждения не смогут интегрироваться с имущественными холдингами. Однако помимо имущественных холдингов существуют и договорные, а на их основе и симбиоз — имущественно-договорные холдинги.

Суть создания любого холдинга заключается в выработке холдинговых отношений, приемлемых для обеих сторон. Если для имущественного холдинга холдинговые отношения строятся на распределении имущества, то в договорном холдинге — на

делегировании части компетенций снизу вверх и сверху вниз, без передачи имущественных прав.

Основные цели создания договорного холдинга:

консолидация деятельности научно-производственного комплекса региона;

обеспечение вузам доступа к производственной и экспериментальной базе Уральского транспортного испытательного полигона;

использование вузами франчайзинговых отношений с федеральным научно-внедренческим центром комплексных транспортных проблем;

общая техническая, экономическая, кадровая политика и единый контроль за соблюдением общих интересов отрасли и вузов; ускорение диверсификации научных исследований.

Организационная структура при таком подходе не имеет иерархии: это объединение равноправных партнеров.

В таблице 8.1 приведены некоторые характеристики такой структуры.

Таблица 8.1

Некоторые характеристики организационной структуры  
ОАО «Уральский транспортный испытательный полигон»

Элемент организационной структуры	Обоснование приоритета	Тип холдинговых отношений	Формирование холдинговых отношений
Интегратор сети (ядро)	Планирование. Организация. Контроль. Анализ	—	—
Сегменты первого типа	Отраслевые научно-производственные организации	Имущественные. Передача материальных активов в виде акций или долей	Директивно
Сегменты второго типа	Производственные организации с самыми высокими приоритетами (основное производство)	Имущественные. Передача материальных активов в виде акций или долей	На взаимовыгодных условиях
	Создаваемые производственные организации	Вещные	Директивно

Табл. 8.1 (окончание)

Сегменты третьего типа	Отраслевые вузы, другие научные орга- низации, зарекомен- довавшие себя как надежные партнеры	Договорные. Передача компе- тенций	На взаимовыгодных условиях
	При условии, что вуз — автономное учреждение	Вещные	На взаимовыгодных условиях
Сегменты четвертого типа	Научные и произ- водственные органи- зации, которые могут быть привлечены к сотрудничеству	Договорные. Передача компе- тенций	На взаимовыгодных условиях

## 8.2. Прогнозные показатели хозяйственной деятельности

Безусловно, создание Уральского транспортного испытательно-го полигона направлено, в первую очередь, на развитие научного обеспечения на железнодорожном транспорте высокоскоростного движения со скоростями до 300—350 км/ч и освоение отечественного производства основных элементов инфраструктуры и подвижного состава (Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года).

Все сегменты организационной сети будут иметь организационно-правовую форму общества или товарищества (в исключительных случаях — унитарного предприятия). Таким образом, будет иметь место предпринимательская направленность в основном и вспомогательном производствах. В этом случае представляется возможным воспользоваться при прогнозировании результатов хозяйственной деятельности структур полигона общепринятыми экономическими показателями.

В таблице 8.2 приведены прогнозные расчеты хозяйственной деятельности структуры основного производства до 2015 года.

Таблица 8.2

Прогнозные показатели хозяйственной деятельности основного производства до 2015 года

Показатель	Год					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	10-й 15-й
Стоимость производственных фондов, млн руб.	12 700	12 700	12 700	12 700	12 700	18 000 24 000
Стоимость активной части производственных фондов, млн руб.	5 080	5 080	5 080	5 080	5 080	7 200 9 600
Прогнозируемая фондоотдача, руб./руб.	1	2	2,5	3	3,5	5 6
Прогнозируемый уровень рентабельности, %	3	4	5	6	7	10 15
Предполагаемый объем заказов, млн руб.	5 080	10 160	12 700	15 240	17 780	36 000 57 600
Прогнозная прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, млн руб.	131,1	350	546	786	1 070	3 096 7 430
Распределение прибыли, млн руб.	26	70	109	157	214	619 1 486
	105	105	164	236	321	929 2 229
	—	175	273	393	535	1 548 3 715

Далее под основным производством полигона будем понимать научно-исследовательские, опытно-конструкторские и испытательные работы. Организатором таких работ и в большинстве случаев их исполнителем будет являться стержневая компания — интегратор сети.

Содержание железнодорожной и автодорожной инфраструктуры может быть реализовано специализированным предприятием — сегментом организационной сети.

Содержание промышленных и гражданских зданий, а также зданий жилого фонда должно выполняться специализированным предприятием, также являющимся элементом организационной сети.

Для организации пассажирских перевозок к населенным пунктам, находящимся вблизи путевого развития полигона, может быть создана перевозочная компания, которая будет являться сегментом организационной сети.

Объекты социального назначения (магазины, парикмахерская, кафе и др.) могут не являться сегментами сети и создаются на конкурентной основе.

## Вместо заключения

В результате всестороннего рассмотрения размещения на Среднем Урале транспортного полигона высокоскоростных испытаний можно констатировать следующее.

Регион обладает мощной производственной базой, что положительно скажется на сроках сооружения, качестве работ и его стоимости.

В регионе эффективно функционирует военно-промышленный комплекс, привлечение которого к сооружению, а затем и к эксплуатации полигона будет способствовать эффективной его работе.

Уральские заводы транспортного машиностроения имеют прямой интерес в функционировании такого полигона.

Научный потенциал — институты Уральского отделения Академии наук и Уральский государственный университет путей сообщения будут способствовать формированию на полигоне научно-исследовательских лабораторий и научных кадров, что позволит создать отраслевой научно-исследовательский центр.

Резко континентальный климат позволит проводить испытания с имитацией эксплуатации подвижного состава в различных районах страны.

Относительно недорогая земля будет способствовать сокращению затрат на сооружение полигона, а в период его эксплуатации — уменьшению эксплуатационных расходов.

Положительные в регионе социально-психологические аспекты, заинтересованность субъекта Федерации в сооружении полигона будут способствовать созданию вокруг сооружения полигона благоприятного инвестиционного климата.

# Содержание

Вместо введения .....	3
<b>1. Основные характеристики действующих испытательных полигонов .....</b>	<b>5</b>
1.1. Испытательный полигон железнодорожной техники на ст. Щербинка (по материалам ВНИИЖТ) .....	5
1.2. Скоростной испытательный полигон Белореченская — Майкоп .....	6
1.3. Другие испытательные сооружения России .....	8
1.4. Зарубежные испытательные полигоны .....	8
<b>2. Современные идеи и представления создания испытательных полигонов .....</b>	<b>13</b>
2.1. Моделирование или испытательные центры? .....	13
2.2. Виды испытательных центров и их технические возможности .....	15
2.3. Рекомендации из опыта эксплуатации экспериментального полигона ВНИИЖТ на ст. Щербинка .....	17
2.4. Университетский испытательный полигон транспортной техники (Екатеринбург) .....	19
<b>3. Обоснование сооружения испытательного полигона транспортной техники .....</b>	<b>25</b>
3.1. Уральский транспортный испытательный полигон — фактор развития транспорта страны .....	25
3.2. Основные характеристики полигона .....	29

3.3. Географические и экономические предпосылки размещения полигона .....	34
3.3.1. Общая характеристика Свердловской области....	34
3.3.2. Производственная ситуация в регионе размещения полигона .....	36
3.3.3. Научная составляющая региона размещения полигона.....	38
3.3.4. Географическое размещение полигона.....	40

4. Уральский транспортный испытательный полигон: общее представление.....	44
4.1. Общие характеристики .....	44
4.1.1. Климатические особенности района строительства.....	44
4.1.2. Инженерно-геодезические и инженерно-геологические особенности предполагаемого района строительства.....	46
4.1.3. Влияние климатических и инженерно-геологических особенностей района на строительство и эксплуатацию испытательного полигона .....	50
4.1.4. Требования к материалам инфраструктуры скоростного испытательного полигона.....	51
4.2. Принципиальные варианты схемы испытательного полигона .....	54
4.2.1. Обоснование основных элементов плана и профиля .....	54
4.2.2. Принципиальные схемы испытательного полигона.....	61
4.2.3. Внутрипроизводственное путевое развитие испытательного полигона .....	65
4.2.4. Прогнозное трассирование.....	70

5. Прогнозная стоимость сооружения испытательного полигона .....	74
5.1. Основные технические характеристики полигона.....	74
5.2. Объектный график сооружения полигона.....	75
5.3. Стоимость сооружения полигона.....	79



5.4. График финансирования сооружения полигона.....	82
5.5. Техничко-экономические показатели .....	83

## 6. Организационно-правовые аспекты создания Уральского транспортного испытательного полигона..... 85

6.1. Частно-государственное партнерство как организационно-экономическая форма сотрудничества.....	85
6.1.1. Анализ форм частно-государственного партнерства.....	85
6.1.2. Государственные интересы и интересы рыночного инвестора в частно-государственном партнерстве .....	87
6.1.3. Потенциальные участники частно-государственного партнерства сооружения полигона .....	88
6.2. Роль Свердловской области в организации Уральского транспортного испытательного полигона .....	90
6.3. Риски сооружения Уральского транспортного испытательного полигона .....	91

## 7. Испытательный полигон как источник загрязнения окружающей среды..... 94

## 8. Организационно-экономические аспекты функционирования Уральского транспортного испытательного полигона..... 100

8.1. Организационно-правовые и организационно-экономические формы .....	100
8.2. Прогнозные показатели хозяйственной деятельности.....	103

## Вместо заключения..... 106

Александр Васильевич Ефимов,  
Василий Михайлович Сай

# Уральский транспортный полигон высокоскоростных испытаний

Научное издание

Редактор Л. С. Барышникова  
Компьютерная верстка А. В. Трубин

Подписано в печать 26.05.2009. Формат 60×90/16.  
Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 6,9.  
Тираж 100 экз. Заказ № 15 Н.

Издательство УрГУПС;  
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66.  
Тел.: 245-43-90. E-mail: Akoltyshev@rio.usurt.ru.