

Автор статьи: Самратов Урал Джаркеевич, советник генерального директора НП АГП «Меридиан+», государственный советник Российской Федерации 2 класса, заслуженный работник геодезии и картографии Российской Федерации, лауреат премии имени Ф.Н.Красовского, кандидат технических наук, профессор.

Проблемы создания и ведения цифровой 3D-модели железнодорожного пути

1. Железнодорожный путь и задачи текущего содержания пути

Железнодорожный путь представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, расположенных в полосе отвода железной дороги и предназначенных для осуществления движения поездов /3/.

Железнодорожный путь состоит из верхнего строения (рельсы, стрелочные переводы, подрельсовое основание и балластная призма) и нижнего строения (земляное полотно, водоотводные и искусственные сооружения). Для пропуска через железнодорожные пути автотранспортных средств устраиваются переезды и путепроводы соответственно в одном или разных уровнях, а для прохода пешеходов – пешеходные мосты и дорожки (тротуары), пешеходные тоннели.

Для соблюдения машинистами локомотивов и других подвижных единиц требуемых скоростей движения, в том числе на участках производства путевых работ и в местах возникновения неисправностей, путь оборудуется электрическими рельсовыми цепями, связанными с работой сигнальных устройств, сигнальными и путевыми знаками, устройствами путевого заграждения.

Железнодорожный путь представляет собой сложное инженерное сооружение. По территориальному охвату путь - это трёхмерный пространственный объект, ограниченный в плане границами полосы отвода и отдельных пунктов (станций, разъездов, обгонных пунктов), а в вертикальном отношении - высотой искусственных сооружений, опор контактной сети и глубиной до контакта балластного мешка (гнезда) земляного полотна с глинистым или скальным грунтом.

Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ) /2/, нормативными техническими документами по текущему содержанию пути предусмотрен систематический надзор за комплексом сооружений пути и путевых устройств и содержание их в состоянии, обеспечивающем безопасное и бесперебойное движение поездов с максимально допускаемыми скоростями.

Во многих передовых странах мира в целях мониторинга текущего содержания пути созданы и поддерживаются на уровне современных требований цифровые модели пути (ЦМП), используемые для сбора, хранения и оценки пространственных данных о текущем состоянии пути и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению выявленных неисправностей.

2. Об актуальности создания ЦМП.

Движение поездов с максимально допускаемыми скоростями возможно, если фактические геометрические параметры будут соответствовать проектным (расчётным) параметрам. Наиболее действенным методом контроля и выправки пути Международным союзом железных дорог (МСЖД) признан координатный метод, основанный на CNTD – системе непрерывного координатно-цифрового описания пути с применением общеевропейской системы координат ETRS, стандартов Международной организации по стандартизации ISO и методов спутникового позиционирования.

Использование ЦМП и автоматизированный анализ происходящих изменений уменьшает влияние человеческого фактора, часто приводящего к непредсказуемым негативным процессам, для устранения которых требуются значительные денежные средства.

3. ЦМП как совокупность цифровых моделей пространственных объектов железнодорожного транспорта.

В соответствии с определением железнодорожного пути, данным в п. 1 статьи, под ЦМП будем понимать совокупность цифровых моделей пространственных объектов железнодорожного транспорта в пределах полосы отвода железной дороги, с указанием их идентификаторов, координатно-временных и атрибутивных данных.

В состав ЦМП входят следующие пространственные объекты:

- 3D-модель рельсовой колеи и стрелочных переводов;
- 3D-модель подрельсового основания;
- 3D-модель балластной призмы;
- 3D-модель земляного полотна;
- 3D-модель водоотводных сооружений;
- 3D-модель искусственных сооружений и объектов (ИССО);
- 3D-модель путевых устройств;
- 3D-модель пассажирских и грузовых устройств;
- 3D-модель устройств локомотивного и вагонного хозяйств;
- 3D-модель контактной сети
- 3D- модель объектов водоснабжения;
- 3D-модель устройств сигнализации, централизации, блокировки и связи;
- 3D-модель устройств электроосвещения;
- 3D-модель рельефа (ЦМР) полосы отвода железной дороги;
- 3D-модель административно-территориального деления;
- 3D-модель границ земельных участков (полосы отвода) с ограничениями и обременениями;
- Каталог координат и высот пунктов опорной геодезической сети (ОГС) и специальной реперной системы (СРС) железнодорожного пути.

В приложении 1 приведён примерный перечень пространственных объектов железнодорожного транспорта.

4. Единые требования к созданию и актуализации ЦМП.

Для автоматизированного проведения наблюдений пространственных объектов, сопоставления результатов многократного контроля состояния пути, оперативного выявления отклонений от установленных норм и допусков ЦМП должна быть принята:

1. Единая система координат, представляющая собой блок из 4 взаимосвязанных систем (Рис. 1)

- государственная геоцентрическая система ПЗ-90;
- государственная геодезическая система СК-95;
- местные кадастровые системы;
- линейные железнодорожные системы.

Схема перехода из одной системы координат в другую



Рис. 1.

2. Единая опорная геодезическая сеть, состоящая из пунктов ОГС и СРС, опирающихся на пункты государственной геодезической сети (ГГС) и надёжно закреплённых на местности.

3. Единая система координатно-цифрового описания пространственных объектов пути, согласованная с системой непрерывного цифрового описания пути CNTD (Continuous Numerical Track Description) Международного союза железных дорог.

4. Единая система технических регламентов и стандартов, гармонизированных со стандартами Международной организации по

стандартизации (International Standards Organisation - ISO), Консорциума открытых ГИС (Open Geospatial Consortium, OGS).

5. Единая система управления качеством в области создания и ведения ЦМП.

5. Методы создания и сроки актуализации ЦМП.

В целях текущего содержания пути предусмотрены периодические осмотры и проверки пути, стрелочных переводов, искусственных сооружений, поездов и путевых устройств, которые включают в себя:

- осмотры и проверки пути должностными лицами с выборочным измерением его параметров;
- комиссионные осмотры пути с инструментальной проверкой отдельных его параметров;
- проверки с использованием измерительных средств (путеизмерительных и дефектоскопных вагонов, автомоторис, тележек, ручных шаблонов и др.) /3/.

Виды, порядок и сроки осмотров и проверок пути, стрелочных переводов, сооружений, путевых устройств и рельсовых цепей регламентированы Инструкцией /3/. Результаты осмотров и проверок заносятся в специальные книги, журналы, ведомости и отчёты. В конечном счёте, результаты осмотра и проверки пути должны быть отражены в ЦМП.

Более подробно остановимся на методах инструментального контроля.

Бортовой метод является основным методом инструментального контроля состояния пути и осуществляется с использованием скоростных путеобследовательских станций (ПС) - вагонов типа ЦНИИ-4, ЦНИИ-4МД, КВЛ-П2, КВЛ-П3 (все – Россия), Archimede (Италия), IRISSys (Германия) и т.п. Путеобследовательские станции оснащены уникальной аппаратурой, в состав которой входят спутниково-инерциальные системы для точного определения трёхмерных координат оси пути (2D+1D соответственно плана и продольного профиля пути). Согласно ВСН-208-89 ось рельсовой колеи должна определяться с погрешностью +/- 6 см вдоль пути и +/- 2 см – поперёк пути. На немецких железных дорогах погрешность трассирования пути не должна превышать вдоль пути +/- 3 см и +/- 0,5 см поперёк пути, а для главных пунктов стрелочных переводов +/- 0,5 см как вдоль так и поперёк пути (Richtlinie DB 883.0031).

Для определения геометрических параметров пути ПС оснащаются бесконтактными измерительными системами на базе оптических датчиков, с помощью которых измеряются ширина рельсовой колеи (шаблон), взаимное положение рельсовых нитей по высоте (уровень), стрелы изгиба в плане (рихтовка), просадки рельсовых нитей в вертикальной плоскости и другие параметры пути. Технические условия и нормативы устройства рельсовой колеи регламентируются Инструкцией по текущему содержанию пути /3/.

Кроме того, современные ПС оснащаются лазерными сканирующими устройствами для съёмки объектов путевой инфраструктуры, радиолокаторами - для зондирования земляного полотна и подстилающей

поверхности, специальными измерительными устройствами для определения состояния контактной сети и т.д.

Современные ПС позволяют оперативно определять более 20 координатных и геометрических параметров железнодорожного пути.

Согласно Инструкции по текущему содержанию пути /3/ периодичность проверки главных путей с помощью ПС устанавливается начальником железной дороги, но не менее двух раз в месяц по маршруту следования пассажирских поездов со скоростями более 60 км/час.

Наземный метод обеспечивает наиболее высокую точность и, как правило, используется для выборочного контроля и оценки неисправностей пути, выявленных в процессе неинструментального осмотра пути. .

В отдельных обоснованных случаях могут осуществляться непрерывные инструментальные наблюдения. Непрерывный метод обеспечивает высокую оперативность и используется, в основном, для контроля стабильности особо крупных и ответственных искусственных сооружений (ИССО). Согласно ПТЭ /2/ перечень особо крупных и ответственных ИССО и порядок надзора за деформирующимися или находящимися в сложных инженерно-геологических условиях объектами устанавливается начальником железной дороги. Одним из современных методов непрерывного надзора за особо крупными и ответственными ИССО (мосты, туннели, плотины, высокие здания), а также участков пути с проявлениями опасных геологических событий (карсты, сели, осыпи, болота) является геотехнический мониторинг, для осуществления которого создаётся сеть геотехнических датчиков, устанавливаемых на отдельных особо ответственных элементах (деталях) наблюдаемых пространственных объектов, позволяющих в режиме реального времени регистрировать динамические изменения пространственных объектов. В качестве геотехнических датчиков используются двухосевые наклонометры типа Nivel (точность мм/км), высокоточные электронные тахеометры-автоматы (2 мм/км) и спутниковые геодезические приёмники (см/20-30 км), а в последнее время высокоточные волоконно-оптические датчики.

Аэрокосмический метод является наиболее экономичным методом и используется для создания и актуализации объектов путевой инфраструктуры, для контроля положения которых достаточно точности топографических планов крупного масштаба.

По материалам цифровых космических съёмок высокого разрешения (< 1м) можно создавать и актуализировать пространственные объекты, по точности отвечающие требованиям топографических планов масштабов 1:2 500 со средними ошибками в плановом положении объектов с чёткими очертаниями +/- 1,25 м.

По материалам цифровых аэросъёмок и воздушного лазерного сканирования можно создавать и актуализировать информационные слои, по точности отвечающие требованиям топографических планов масштабов 1:1000 – 1:2000 со средними погрешностями в плановом положении объектов с чёткими очертаниями +/- 0,25-0,50 м.

Аэрокосмические методы по точности обеспечивают создание цифровых моделей местности для контроля габаритов приближений зданий,

сооружений и устройств, разработки технических и рабочих проектов строительства и реконструкций пути.

6. Роль стандартов для создания ЦМП

Для разработки ЦМП важное значение имеют стандарты, которые задают язык и правила координатно-цифрового описания пространственных объектов. Для Российских железных дорог актуальны отечественные стандарты, стандарты Международной организации по стандартизации ISO, Консорциума открытых геоинформационных систем – OGC.

ISO является официальной межправительственной организацией, стандарты которой нацелены на обеспечение международного сотрудничества и сокращение технических барьеров. Членами ISO являются национальные органы стандартизации стран-участниц. Использование стандартов ISO является обязательным для стран-членов Всемирной торговой организации (ВТО).

Все стандарты ISO по ГИС объединены в серию ISO 19100. Согласно обзору /16/ в серии более 40 "номерных" проектов. Стандарты ISO задают требования к созданию ЦМП. Они определяют общие принципы, а не конкретные решения. В разработке стандартов по реализации задач наиболее преуспел OGC, спецификации которого признаны ISO. основополагающими стандартами ISO являются:

- ISO 19101 (Reference model - модель стандартизации),
- ISO 19103 (Conceptual schema language - язык концептуальных схем (UML), используемый в текстах стандартов);
- ISO 19106 (Profiles - правила создания профилей стандартов);
- ISO 19109 (Rules for application schema - правила концептуального моделирования и построения схем приложений ГИС);
- ISO 19107 (Spatial schema - пространственные характеристики объектов);
- ISO 19108 (Temporal schema - временные характеристики объектов);
- ISO 19111 (Spatial referencing by coordinates – пространственная координатная привязка) и т.д.

Консорциум OGC является негосударственной некоммерческой организацией, созданной ведущими компаниями-разработчиками программного обеспечения и аппаратуры в области геоинформатики и дистанционного зондирования. Многие конкурирующие компании (ESRI, Intergraph, MapInfo и др.) объединили свои усилия в нем с целью достижения совместимости своих разработок. Эта совместимость необходима для свободного обмена пространственной информацией и создания стандартной среды взаимодействия ГИС различных разработчиков. Соответственно, основная задача OGC – разработка технических требований (спецификаций) к программным системам, обеспечивающих возможности взаимодействия.

Помимо спецификаций реализации (Implementation Specifications, IS), в OGC создаются документы и других типов: модель стандартизации OGC (Reference Model - ORM), абстрактные спецификации (Abstract Specifications

- AS). Спектр типов документов постоянно расширяется, отражая расширение поля деятельности OGC.

В области разработки отечественных стандартов ситуация складывается не лучшим образом. Отечественные стандарты отстают от общемирового уровня, не в полной мере поддерживают рынок геоинформатики, не учитывают массового присутствия импортных ГИС-продуктов в России, не образуют целостную систему стандартизации в области геоинформатики.

Отечественные стандарты, в основном, направлены на создание цифровых эквивалентов традиционных картографических материалов, но не решают проблемы создания пространственных объектов, не привязанных ни к одному из видов картографической продукции, ни к картографическим проекциям, ни к масштабам картографической продукции, ни к условным знакам. Пространственный объект является универсальной моделью описания реального мира и основным структурным элементом инфраструктуры пространственных данных (ИПД), быстро развивающегося направления в развитии современного информационно-телекоммуникационного пространства.

Новые разработки отечественных стандартов в большей степени гармонизированы с международными стандартами ISO и OGC. Однако уже сегодня понятно, что нет смысла тратить силы и средства на собственные

разработки, поскольку можно использовать знания и опыт, полученные при реализации международных проектов. Национальные органы стандартизации многих стран активно переходят от полностью самостоятельных разработок к участию в разработке международных стандартов и утверждению их на национальном уровне.

7. Система CNTD – цифровая модель пути, разрабатываемая МСЖД

CNTD - модель непрерывного координатно-цифрового описания пути, внедряемая Международным союзом железных дорог (МСЖД) начиная с 80 годов /17, 19/. Система, использующая координатный метод, получила применение в работах, связанных с контролем и выправкой пути. Промышленность, изготавливающая технику для железных дорог, указанный метод использует для управления путевыми машинами (Проект TMG).

CNTD описывает 3D-модель железнодорожного пути с использованием непрерывных (бесшовных) математически точных элементов, позволяющих определить плановые координаты и высоты любой точки пути.

Структурно CNTD представляет собой иерархическую сферическую модель пространственных данных (Рис. 2), состоящей из 4 элементов:

- ядро модели составляют пространственные данные о железнодорожных направлениях и узловых эксплуатационных точках;
 - первый слой содержит пространственные данные о сети рельсовых путей, используемые всеми специализированными службами железной дороги;

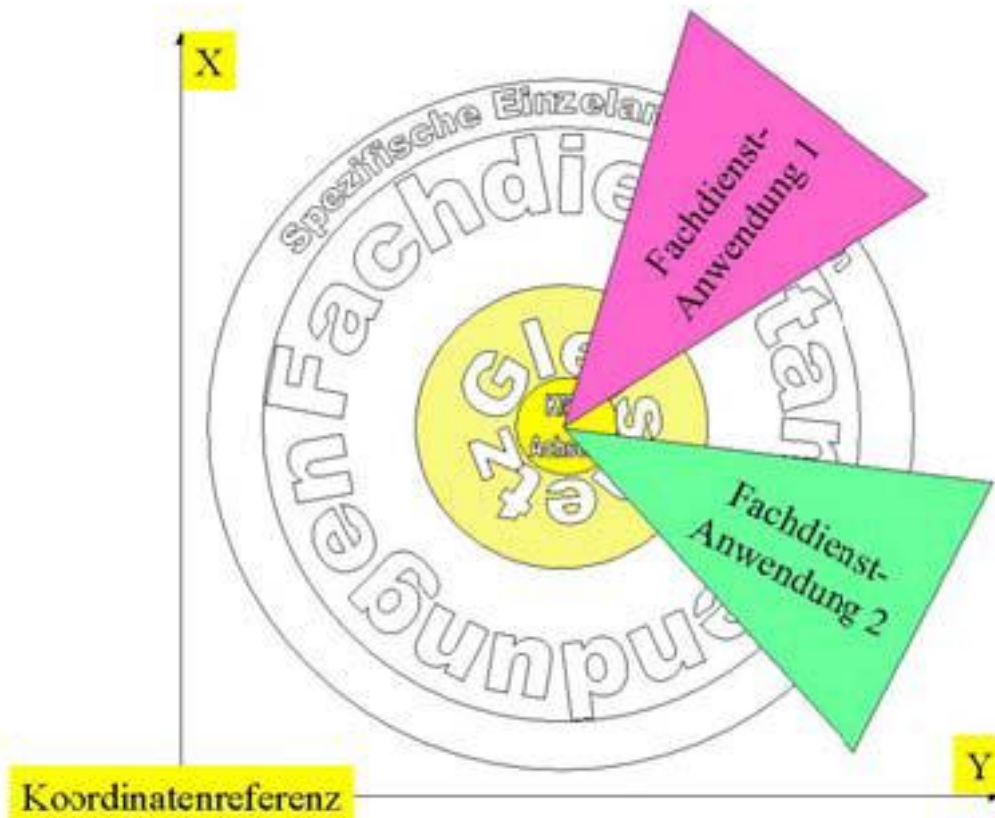


Рис. 2. Иерархическая сферическая модель пространственных данных

- второй слой – пространственные данные, представляющие интерес для других областей применений;
- третий слой – пространственные данные, используемые с ограничениями.

Такой метод структурирования позволяет получить доступ к пространственным данным через один параметр – пикето-километр.

По мнению Т.Engel /19/, внедрение CNTD кладёт конец существовавшим до сих пор методам относительной трассировки рельсового пути, основанным на определении стрелы прогиба отрезка кривой и сравнении её с теоретическим значением.

При использовании CNTD путевые машины для каждой точки пути определяют фактическое положение пути, вычисляют отклонения пути от теоретического значения и приводят его в заданное положение в режиме реального времени.

Координатный метод выправки пути сегодня используется в двух вариантах:

- по реперным точкам, закреплённым на опорах контактной сети;
- по геодезическим точкам, расположенным вдоль пути через каждые 2 км и определённым с помощью GPS.

Преимущества внедрения CNTD:

- повышение качественного состояния рельсовой колеи;
- повышение экономической эффективности содержания пути;
- повышение функциональности пространственных данных;

- в целом, достижение катализирующего и синергетического эффекта, заключающегося в единстве анализа и синтеза данных благодаря их координатной привязке.

8. Основные этапы разработки ЦМП

Основными этапами разработки ЦМП, являющейся автоматизированной информационной системой согласно ГОСТ 34 являются:

1. Изучение опыта разработки CNTD – проекта непрерывного координатно-цифрового описания железнодорожного пути, разработанного МСЖД, а также международных стандартов ISO и OGC в области геоинформатики.

2. Разработка технического задания на ЦМП.

3. Разработка технического проекта ЦМП.

3.1. Разработка структурно-функциональной модели ЦМП, включающая:

- ЦМП дистанции пути;
- ЦМП отделения железной дороги;
- ЦМП железнодорожного направления;
- ЦМП железной дороги – филиала ОАО «РЖД»;
- ЦМП ОАО «РЖД».

В качестве элементарной единицы принимается ЦМП одного до следующего пикета, т.е. 100 м пути, что по аналогии с CNTD позволит быстро локализовать зону поиска необходимых пространственных объектов.

3.2. Разработка каталога и цифровых моделей пространственных объектов железнодорожного транспорта. В основу каталога пространственных объектов кладётся перечень пространственных объектов, приведённый в приложении 1. Модели пространственных объектов разрабатываются с использованием стандартных языков описания данных UML (язык концептуальных схем), InterLIS (язык обмена данными).

3.3. Разработка модели координатной привязки пикето-км к государственной геоцентрической ПЗ-90, государственной геодезической СК-95, местной кадастровой системе координат субъекта Российской Федерации и к линейным железнодорожным координатам.

3.4. Разработка модели актуализации (внесение изменений) и ведения истории развития пространственных объектов.

3.5. Разработка модели систематизации, хранения и формирования базы метаданных пространственных объектов.

3.6. Разработка спецификаций на приобретение необходимых программно-технических средств

4. Разработка рабочей документации на систему и её части.

5. Ввод в действие ЦМП (приобретение программно-технических средств, пуско-наладочные работы, опытная эксплуатация и ввод в действие).

8. Выводы и предложения.

В заключение следует отметить, разработка ЦМП является сложной научно-технической задачей, без решения которой дальнейшее внедрение спутниковых технологий на сети Российских железных дорог становится проблематичным. Пространственные данные об объектах путевой инфраструктуры необходимы для контроля состояния пути, стрелочных переводов, контактной сети и других путевых устройств, организации интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов.

Согласно зарубежным литературным источникам создание и эксплуатация ЦМП позволяет получить следующие выгоды:

- Экономия до 20% инвестиций на строительство новых железнодорожных магистралей за счёт повышения качества текущего содержания пути, позволяющего увеличить скорости и сократить интервал движения грузовых и пассажирских перевозок.
- Переход от плановых сроков выполнения работ по обслуживанию и ремонту пути к профилактике состояния пути на основе данных ЦМП о фактическом техническом состоянии пути. В этом случае работы по ремонту пути выполняются по мере необходимости, что повышает качество и сокращает затраты на содержание пути на 20-25 %.
- Автоматизированная система мониторинга технического состояния пути уменьшает влияние человеческого фактора, часто приводящего к непредсказуемым негативным процессам, для устранения которых требуются значительные денежные средства.

В деле создания ЦМП в нашей стране наблюдается определённое отставание, для преодоления которого необходимы ускоренными темпами реализовать научно-исследовательские и опытно-конструкторские по созданию и внедрению ЦМП.

На наш взгляд, работы по созданию ЦМП следует начать на пилотных участках, выбранных в разных природно-климатических и эксплуатационных условиях функционирования железнодорожного транспорта.

В перспективе необходимо стремиться, что бы ЦМП стала исходной основой для Инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (РИПД).

Правительство Российской Федерации распоряжением от 21 августа 2006 г. № 1157-р одобрило Концепцию создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (Концепция РИПД), в соответствии с которой РИПД определена как территориально распределённая система сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных.

Основной целью создания и развития РИПД является создание условий, обеспечивающих свободный доступ органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и граждан к пространственным данным и их эффективное использование.

Создание и развитие ИПД является быстро прогрессирующим научно-техническим направлением в развитии современного интеллектуального общества.

Исполнительным указом Президента США от 11 апреля 1994 г. № 12906 создана Национальная инфраструктура пространственных данных США NSDI - National Spatial Data Infrastructure, которая оказалась востребованной экономикой США и за прошедшие десятилетие показала высокую эффективность.

Евросоюз в 2007 г. принял Директиву 2007/2/ЕС о создании инфраструктуры пространственной информации в Европе – INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe, установившую основные правила создания и развития инфраструктуры пространственной информации в странах Евросоюза.

Основная цель INSPIRE – сделать доступными базовые пространственные данные для принятия и реализации мер в области экологии и охраны окружающей среды, сельского хозяйства, транспорта и энергетики.

Директивой ЕС установлены основные рамочные правила, являющиеся обязательными для стран-членов Союза.

Национальные ИПД созданы и в ряде других стран.

Список литературных и нормативных источников

1. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010 – 2015 годы)». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2008 г. № 377.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены МПС России 26 мая 2000 г. ЦРБ-756.
3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути. Утверждена МПС России 1 июля 2000 г. ЦП-774.
4. Инструкция по содержанию земляного полотна. Утверждена МПС России 3 марта 1998 г. ЦП-544.
5. Инструкция по содержанию земляного полотна и технике безопасности при производстве работ на скально-обвальных участках железных дорог.
6. Инструкция по содержанию земляного полотна и технике безопасности работ на селеопасных участках.
7. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах.
8. Инструкция по содержанию искусственных сооружений. Утверждена МПС России 28 декабря 1998 г. ЦП-628.
9. Инструкция по применению габаритов приближений строений. ГОСТ 923883. Утверждена МПС СССР 18.11.1986 г. ЦП-4456.
10. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации. Утверждена МПС России 16 октября 2000 г. ЦД-790.
11. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. Утверждена 26 мая 2000 г. ЦРБ-757.
12. Инструкция о порядке составления технического паспорта дистанции пути и отчёта о защитных лесонасаждениях. Утверждена МПС России 26 апреля 1993 г. № ЦП-ЦЧУ-165 (в ред. Указаний МПС России от 28.12.2000 г. № С-3192у и от 14. 05.2002 г. № Р-406у).

13. Правила безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях.
14. Положение о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации.
15. Специальная реперная система контроля состояния железнодорожного пути в профиле и плане. Технические требования. Утверждены МПС России 26 марта 1998 г.
16. Андрианов В. Стандарты в ИПД. ArcReview № 2 (37) 2006.
17. GEORAIL. UIC-Project. Autoren: T.Engel, G.Barbu, H.Gnägi, P.Winter. Navsat, 25 June 2003, Palexpo, Geneva.
18. GALILEO Applications for Rail. UIC-Project № I/01/U/183. Autor: G.Barbu.
19. Datenmigration UIC. Autor: T.Engel.

Приложение.

Примерный перечень пространственных объектов железнодорожного транспорта

(согласно ВСН – 208 – 89)

- 1) Сооружения и устройства путевого хозяйства:
 - пути и парки с нумерацией;
 - стрелочные переводы с нумерацией;
 - путевые устройства: упоры, заградительные брусья, изолированные стыки, ограничивающие полезную длину путей;
 - сбрасывающие стрелки, башмакосбрасыватели;
 - сигнальные и километровые знаки (с привязкой их к пикетажу);
 - водоотводные сооружения: лотки, канавы, кюветы (с указанием отметок дна в местах перелома профиля);
 - скрытые сооружения земляного полотна: дренажи, ливневая канализация и т. д. (с отметками и привязкой к пикетажу);
 - искусственные сооружения: мосты, трубы, путепроводы, пешеходные мосты; тоннельные переходы, подпорные стенки (с привязкой этих сооружений к пикетажу и указанием величины отверстий искусственных сооружений габаритов, отметок головки рельсов);
 - лесопосадки живой защиты, снего- и пескозащитные сооружения;
 - служебно-технические, жилые и прочие здания в пределах полосы отвода, воздухопроводы, пневмопочта;
 - переезды и подходы к ним;
 - сеть постоянно действующих референчных станций;
 - специальная реперная система контроля пути.
- 2) Сооружения и устройства локомотивного и вагонного хозяйства:
 - здания депо;

- устройства для снабжения локомотивов топливом, водой, песком, смазкой, обтирочными материалами;

- устройства для очистки топки и дымовых коробок, для уборки шлака и изгари;

- устройства для обмывки локомотивов, продувки котлов и труб;

- смотровые канавы, поворотные устройства и другие устройства локомотивного хозяйства;

- вагонные колесные мастерские;

- ремонтные пункты на путях сортировочных парков;

- пункты технического осмотра;

- контрольные пункты автотормозов, компрессорные и воздухоразводящие сети с колонками;

- промывочно-пропарочные станции, пункты очистки вагонов и других устройства вагонного хозяйства;

- водоемные здания, подземные резервуары;

- напорная водоразводящая, канализационная и водосточная сети;

- гидроколонки, пожарные и водоразборные краны (с привязкой к пикетажу).

3) Сооружения и устройства станционного хозяйства:

- пассажирские здания и подъезды к ним;

- пассажирские платформы;

- багажные здания, туалеты;

- переходы для пассажиров и другие пассажирские устройства;

- крытые грузовые склады;

- площадки для контейнерных, навалочных, лесных и тяжеловесных грузов;

- погрузочно-выгрузочные платформы и площадки;

- погрузочные эстакады;

- пункты льдохранения;

- вагонные весы, габаритные ворота; грузовые конторы и помещения для грузчиков;

- другие устройства.

4) Сооружения и устройства сигнализации, централизации и блокировки, информатизации и связи:

- посты электрической, механической и ключевой централизации стрелок;

- горки, вагонозамедлители, компрессорные установки;

- светофоры, семафоры, диски (с привязкой к пикетажу);

- подземные, кабельные и проводные линии связи: централизации и блокировки, опоры воздушных линий;

- телефонно-телеграфные станции, радиоузлы и другие устройства СЦБ и связи.

5) Сооружения и устройства энергоснабжения железных дорог:

- тяговые подстанции;
- опоры контактной сети;
- кабели зарядки вагонов;
- электрифицированные пути;
- опоры линий электропередачи;
- трансформаторные киоски;
- осветительные столбы, прожекторные мачты и другие

устройства.

6) Объекты земельно-имущественного комплекса:

- границы земельных участков, сервитутов и других обременений;
- объекты недвижимости.

7) Подвижный состав и специальный подвижный состав.