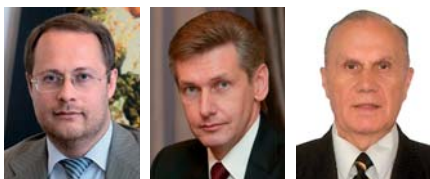


Интегрированная система управления железной дорогой с применением спутниковых технологий

И. Н. РОЗЕНБЕРГ, докт. техн. наук, профессор, первый заместитель генерального директора ОАО «НИИАС»,
О. В. ТОНИ, канд. экон. наук, вице-президент ОАО «РЖД», **В. Я. ЦВЕТКОВ**, докт. техн. наук, докт. экономич. наук, профессор



Железная дорога как геотехническая система нуждается в регулярном всестороннем мониторинге, который бы обеспечивал оперативное получение и обобщение данных

на разных уровнях. Открытая инновационная разработка «Интегрированная система управления железной дорогой» позволит сформировать единое информационное пространство и телекоммуникационную среду транспортного комплекса России, обеспечить безопасность его информационного пространства, решить задачу интегрированного управления транспортными сетями страны.

Развитие транспортной инфраструктуры играет важную роль для устойчивого развития России и вхождения ее в международную систему хозяйства. Надежность работы всех коммуникаций во многом зависит от оперативной и достоверной оценки пространственно-временных параметров природно-техногенных условий и процессов. При этом важно знать существующее состояние объекта, динамику ситуации и возможные направления ее развития.

Железная дорога представляет собой **геотехническую систему** (ГТС), имеющую внутреннюю структуру и инфраструктуру, активно взаимодействующую с внешней средой и решающую важные экономические и социальные задачи страны.

Информационная обеспеченность всех уровней управления геотехническими системами — от регионального до локального — в настоящий момент недостаточна. Возникают критические ситуации, ликвидация ущерба от последствий которых имеет экстремальный характер и неоправданно большую стоимость, чего можно было бы избежать при своевременной системной оценке взаимодействия природных и техногенных факторов.

Одним из эффективных способов получения оперативной информации

о состоянии дороги, грузопотоков на ней и окружающей среды является космическое зондирование. Для управляющих органов необходим регулярный мониторинг ГТС, обеспечивающий оперативное получение и обобщение данных на разных уровнях.

В соответствии с современными представлениями о ГТС исследование взаимодействия природных факторов и инженерных сооружений на всех стадиях их создания и эксплуатации должно обеспечиваться интегрированным подходом, формирующим информационную основу разработки управленческих мероприятий по экологической и технической безопасности природы и общества и оптимизации транспортных потоков.

Представляется весьма актуальной задача разработки структуры и содержания специального геоинформационного обеспечения для управления ГТС с оценкой ее состояния и динамики, прогнозом критических ситуаций и рекомендациями по инженерной защите как составной части системы комплексного управления транспортными сетями страны.

Данная разработка включает в себя:

- решение задачи формирования единого информационного пространства транспортного комплекса России;

- решение задачи формирования телекоммуникационной среды транспортного комплекса России;
- решение задачи обеспечения информационной безопасности единого информационного пространства транспортного комплекса России;
- решение задачи интегрированного управления транспортным комплексом России;
- концепцию создания автоматизированной системы управления транспортным комплексом России (АСУ ТК).

На *рис. 1* представлены основные стратегические цели инвестиционного проекта.

Одна из причин выполнения проекта в виде открытой инновационной разработки заключается в том, что вследствие ограниченности собственных интеллектуальных и технологических ресурсов многие подразделения ОАО «РЖД» не могут полагаться исключительно на собственные ресур-

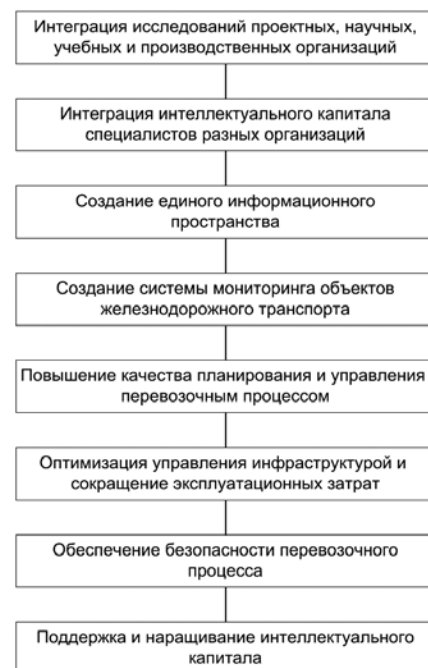


Рис. 1. Основные стратегические цели инновации

сы. Для них с экономической точки зрения целесообразнее купить лицензию, технологию, программу или патенты других компаний, а также интегрировать свои усилия с усилиями специалистов, работающих в данном направлении.

Кроме того, были приняты во внимание расширение технологий аутсорсинга, широкое распространение знаний и все сильнее проявляющаяся тенденция к открытым разработкам (открытый программный код, свободное программное обеспечение и пр.). Также учитывалось и то обстоятельство, что на местах накоплен позитивный опыт диспетчеризации и управления, требующий использования и широкого внедрения, которое выходило бы за рамки участков железной дороги. Все эти факторы обусловили первые две цели.

Железная дорога представляет собой сложную распределенную геотехническую систему. Оперативное управление такой системой в современных условиях возможно только на основе единого информационного пространства, что и определило третью цель. Это пространство объединило различные информационные потоки: оперативную информацию диспетчерских служб, электронный документооборот, ситуационный анализ в ситуационных комнатах, информационные потоки спутниковых навигационных систем и др.

Телекоммуникационные системы служат основой создания информационного пространства и управленческой информационной среды. В совокупности эти компоненты дают возможность интеграции данных в единую систему и тем самым обеспечивают возможность комплексного использования всей информации.

Использование космических технологий определило четвертую цель проекта — создание информационного подпространства оперативного мониторинга подвижных объектов на основе спутниковых технологий.

Интеграция различных информационных потоков и систем данных позволила создать общую информационную основу единого информационного пространства. На этой основе стал возможен новый комплексный анализ информации, что, в свою очередь, обеспечило повышение качества перевозочного процесса и его планирования.

Разработка и использование новых информационных моделей, включаю-

щих динамические и статические составляющие, позволили поставить и реализовать шестую цель проекта, заключающуюся в оптимизации управления инфраструктурой железнодорожного транспорта и снижении на этой основе эксплуатационных затрат.

Обеспечение безопасности перевозочного процесса определило седьмую цель проекта. Интеграция данных и новых информационных моделей создали возможность применения технологии spin-off, что позволило получить дополнительный эффект обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Информационная поддержка процесса управления определяется не только качеством и количеством программно-технологических средств, но и кадровой подготовкой специалистов. В более широком аспекте это выражается в необходимости поддержания и наращивания человеческого и интеллектуального капитала, что и стало восьмой целью проекта.

Все цели в совокупности определили направленность инновационной разработки.

В настоящее время общепризнанным является положение, что управление и эксплуатация геотехнических систем (включая железные дороги) базируется на своевременном и всестороннем изучении прямых и обратных связей между взаимодействующими природными компонентами и инженерными сооружениями на всех стадиях и этапах их создания и эксплуатации. Поэтому достижение стратегических целей было основано на геотехнологических технологиях, которые в методологическом плане при изучении природной среды и пространственных объектов являются наиболее интегрированными технологиями.

При реализации проекта применялось не каскадное проектирование, а итеративное, с использованием метода встречных информационных потоков.

На рис. 2 приведена структурная схема инновации, которая послужила основой решения стратегических задач.

На первом этапе проводились комплексные аналитические исследования, включая теоретические, патентные и технологические. Далее на основе их результатов был сформулирован ряд концептуальных решений, которые являются объектами интеллектуальной собственности авторского коллектива.

Затем в ходе формирования и накопления объектов интеллектуальной



Рис.2. Структурная схема инновации

собственности создавалась интегрированная информационная система управления. В качестве ее основы использовалась интегрированная геоинформационная среда.

Геоинформационный подход продиктован целым рядом факторов, при этом в числе основных — выявление и использование пространственных отношений, что достижимо только с помощью методов геоинформатики. Еще одна причина состоит в том, что геоинформационные технологии обеспечивают максимальную по сравнению с другими информационными технологиями степень сбора и интеграции разнообразных данных.

Геоинформационные технологии позволяют использовать визуальные модели ситуаций, что существенно повышает оперативность анализа и принятия управленческих решений. Соответственно, геоинформационный мониторинг является самым емким в аспекте качественного и количественного использования информации.

Геоинформационные технологии позволяют без особых проблем интегрировать космические технологии спутниковой навигации и космического позиционирования подвижных объектов в единое информационное пространство и управленческую среду.

В совокупности новые технологические и теоретические решения позволили создать интегрированную систему управления, основой которой является интегрированная геоинформационная среда и система комплексного мониторинга. Комплексный мониторинг основан на применении спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS.



Рис. 3. Циклическая информационная модель оценки

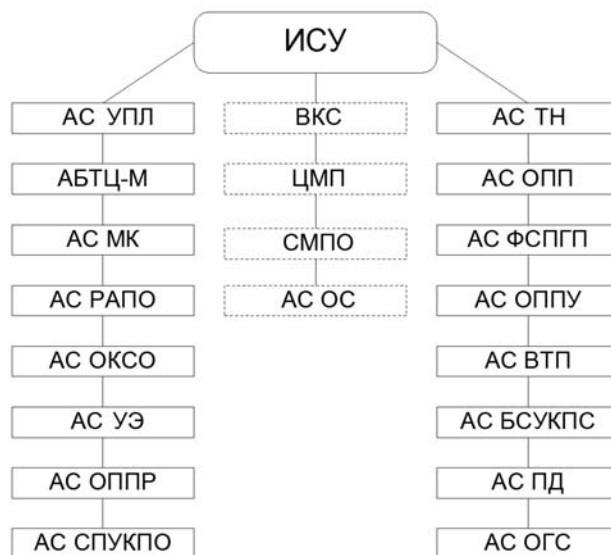


Рис. 4. Компоненты интегрированной системы управления

Интегрированная геоинформационная среда базируется на новой модели геоданных, ядром которой являются данные спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Геоданные и среда кроме пространственных данных включают в себя временные характеристики, экономическую информацию и данные о потоках и перемещении грузов.

В совокупности новый подход привел к возникновению синергетического эффекта и достижению лучшего качества организации и управления железной дорогой. Это качество обусловило появление новой технологии управления железной дорогой и нового средства организации движения.

Геоинформационные технологии (ГТ) реализуют сбор, обработку и представление пространственной и временной информации. Управленческие технологии обеспечивают выполнение функций учета, анализа, координации, планирования, согласования, оценки, преобразования управляющих решений в форму компьютерных моделей. Они предполагают комплексный подход, основанный на возможности использования информации из всех возможных источников.

Особенность и значимость геоинформационного подхода обусловлена следующими факторами:

- цифровые модели и цифровые карты обладают интегрирующей функцией, объединяя ссылками разнородные информационные ресурсы;
- интегрирующая функция ГИС и ГТ, объединяя ссылками разнородные информационные ресурсы, дает возмож-

ность создания гипертекстовой структуры, скрывающей за графическим изображением обширное информационное пространство, включая множество отношений между пространственными объектами и их атрибутами;

- временной интервал сбора информации приводит к избыточности данных; этот фактор заставляет вводить в состав ГИС подсистему хранилища данных, ее задачей является управление переопределенной информацией значительного объема;

- восприятие потока зрительной информации осуществляется быстрее, чем анализ цифровой информации.

Была разработана информационная модель оценки эффективности проекта. Экономическая эффективность — это комплексная категория, отражающая экономичность (оптимальность потребления ресурсов) функционирования хозяйствующего субъекта железной дороги (ЖД) и его результативность (степень достижения поставленных целей).

При построении модели были выделены две взаимодополняющие характеристики качества функционирования ЖД: внешняя и внутренняя эффективность. На основе интеграции результатов оценки внешней и внутренней эффективности стало возможным определение итогового уровня эффективности деятельности ЖД.

Модель эффективности учитывает результативность работы ЖД по трем основным направлениям деятельности: текущей, финансовой и инвестиционной. Оценка эффективности присутствует на всех этапах процесса принятия управленческого решения.

Методический подход оценки эффективности работы ЖД является объектом интеллектуальной собственности. Особенность методического подхода заключается в совокупности следующих концепций:

- категория «эффективность» рассматривается как с позиций оптимальности потребления ресурсов, так и с точки зрения степени достижения поставленных целей с учетом воздействия внешней среды на ЖД;
- происходит комплексное использование как финансовых, так и нефинансовых показателей;
- ЖД рассматривается как открытая система, следовательно, показатели, характеризующие ее внутреннюю структуру как внешнюю среду, считаются взаимосвязанными;
- ЖД рассматривается как динамически развивающаяся и адаптируемая к условиям внешней среды система; следовательно, признается необходимость учитывать временной фактор;
- в соответствии с различными стадиями жизненного цикла, в которых может пребывать ЖД, выделяются три основные группы стратегических целей:
 - цели, связанные с ростом (например, увеличение объема грузоперевозок, увеличение прибыльности или увеличение доли рынка);
 - цели, связанные со стабильностью состояния (устойчивое развитие и совершенствование);
 - цели, сопряженные с сокращением (например, сокращением затрат);
- используются временные концепции оценки эффективности: ретроспективная оценка, которая дает обоб-

шение опыта и учет реальных ситуаций, и перспективная оценка;

- для управления и оценки эффективности управления применяются технологии непрерывного мониторинга;
- применяется циклическая информационная модель оценки (рис. 3).

Циклическая информационная модель оценки (ЦИМО) является объектом интеллектуальной собственности и применима не только для оценки эффективности управления, но и для других оценок. Ее особенность состоит в возможности циклического совершенствования технологии управления или технологии оценивания на основе циклического подхода, включающего информационное обеспечение, методическое обеспечение, программное или компьютерное моделирование и технологическую реализацию результатов моделирования.

Инновационная разработка «Интегрированная система управления железной дорогой» была реализована в виде рабочего проекта «Электрификация участка Сызрань — Сенная Куйбышевской и Приволжской железных дорог со строительством второго главного пути». В целом эта работа является важным шагом на пути практической реализации инновационной стратегии ОАО «РЖД» на период до 2030 г.

«Интегрированная система управления железной дорогой», внедренная на участке Сызрань — Сенная, включает в себя совокупность автоматизированных систем (АС) по ключевым направлениям планирования и управления перевозочным процессом. Каждая из систем имеет одну или две основных и несколько вспомогательных функций. Пример основных систем с их краткими и полными названиями приведен в таблице 1 (курсивом выделены слова, из которых образовано сокращенное название системы).

На рис. 4 представлены системы, которые являются основой создания общей интегрированной системы управления. Особо выделены ВКС, ЦМП, СМПО и АС ОС, которые выполняют координирующую и связующую функции по отношению к остальным системам.

Поскольку ИСУ должна реализовывать функции управления, декомпозиция ее на перечисленные компоненты (подсистемы) осуществляется с целью реализации отдельных функций и осуществления взаимосвязи в процессе управления.

Внедрение данной разработки позволяет осуществлять подборку вагонов в формируемых многогруппных поездах на любом, даже ограниченном числе сортировочных путей или на концах этих путей в соответствии с такими критериями, как подборка вагонов по станциям их назначения, по грузополучателям, по собственникам подвижного состава, по родам вагонов и по их текущему состоянию (груженные и порожние), по родам перевозимого груза и видам налива, с выделением в отдельные группы вагонов с охраной и без охраны и т. п.

Эффективность внедрения разработки обеспечивается за счет следующих факторов:

- сокращения эксплуатационных расходов, связанных с формировани-

ем многогруппных составов, в том числе за счет двух-трехкратного сокращения времени на формирование многогруппных составов и снижения энергозатрат при выполнении маневровой работы;

- освобождения маневровых локомотивов прикреплённых станций от необходимости детальной подборки вагонов;
- высвобождения дополнительных мощностей при формировании местных поездов и дополнительных путей сортировочных парков при применении автоматизированного метода комбинаторной сортировки вагонов;
- ускорения подачи вагонов под грузовые операции и, соответственно, сокращения простоя местных вагонов на станциях.

Таблица 1. Комплекс взаимосвязанных систем, образующих основу интегрированной системы управления

№	Краткое обозначение	Полное название
1	АС ТН	АС <i>технического нормирования</i> эксплуатационной работы
2	АС ОПП	АС оптимальной технологической модели <i>организации перевозочного процесса</i>
3	АС ФСПП	АС оптимизации <i>формирования</i> многогруппных составов <i>сборных поездов и грузовых подач</i>
4	АС ОППУ	АС оптимизации <i>планирования подач и уборок</i> местных вагонов по подъездным путям и грузовым фронтам
5	АС ВТП	АС <i>ведения технологических процессов</i> сортировочных станций
6	АС БСУКПС	АС <i>бортовых и стационарных устройств контроля подвижного состава</i>
7	АС ПД	АС передачи данных и АРМы контроля подвижного состава
8	АС ОГС	АС по <i>обеспечению грузовых составов</i> поездными локомотивами и локомотивными бригадами
9	АС УПЛ	АС по <i>организации управления поездных локомотивов</i>
10	АБТЦ-М	Система автоблокировки АБТЦ-М на перегоне Сызрань — Сенная
11	ВКС	Высокоточная координатная система
12	ЦМП	<i>Цифровая модель пути</i> участка Сызрань — Сенная Куйбышевской ж. д., созданная на основе ДГНСС ГЛОНАСС/GPS
13	СМПО	Система моделей подвижных объектов
14	АС МК	АС использования <i>мобильных комплексов</i> для обслуживания объектов инфраструктуры участка
15	АС РАПО	АС <i>регистрации аварийных процессов и отказов</i> оборудования, расчета остаточного ресурса силового оборудования, оптимизации обслуживания
16	АС ОКСО	АС <i>оперативного контроля</i> режимов работы <i>силового оборудования</i> , соотношения потребления активной и реактивной энергии тяговых подстанций участка Сызрань — Сенная
17	АС УЭ	АС централизации энергодиспетчерского и <i>энергосбытового управления</i> и оптимизации режимов <i>электроснабжения</i>
18	АС ОППР	АС проектной <i>оценки показателей</i> <i>поездной работы</i> на электрифицированном участке Сызрань — Сенная
19	АС СПУКПО	АС <i>спутникового позиционирования</i> <i>подвижных объектов</i> , <i>управления ими и контроля</i> над ними при работе в «окнах»
20	АС ОС	АС оперативной связи (распределенная система)
21	АС ДО	АС дистанционного обучения