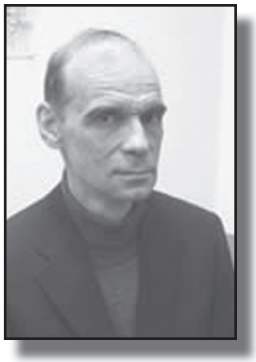
УДК 625.111

Сравнительный анализ программных комплексов



Виталий БУЧКИН
Vitaly A.BUCHKIN

Екатерина РЫЖИК
Ekaterina A.RYZHIK

Елена ЛЕНЧЕНКОВА
Elena P, LENCHENKOVA

Бучкин Виталий Алексеевич *– доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).*
Рыжик Екатерина Александровна *– кандидат технических наук, доцент МИИТ.*
Ленченкова Елена Павловна *– аспирант МИИТ.*

В статье представлены обзор и сравнительный анализ программных комплексов (ПК) для проектирования новых и реконструкции существующих железных дорог, рассмотрены их модельные варианты. Для функционального анализа ПК сформирован набор критериев, благодаря которым достигается реальное сопоставление существующих на разных стадиях жизненного цикла проектируемого объекта характеристик, условий и требований. Определены наиболее вероятные направления поиска конструктивных решений на ближайшую и более отдаленную перспективу. В том числе экстенсивный и инновационный сценарии развития проектных потенциалов.

Ключевые слова: железные дороги, проектирование, реконструкция, программный комплекс, программный модуль, критерии функционального анализа, экстенсивный сценарий, инновационный сценарий

На российском рынке программных комплексов (ПК) для проектирования новых железных дорог (в соответствии с национальными стандартами) представлены:

- *Credo* (Беларусь, Минск, НПО «Кредо-Диалог»);
- *Robur* – Железные дороги (Топоматик, Россия, Санкт-Петербург) [3];
- *MXRAIL* (*Bentley Systems, Inc,* США) [4];
- *GeoniCS* ЖЕЛДОР (*CSoft Development*, Россия, Москва) [5,6,7].

Все они позиционируются и как средства для разработки проектов реконструкции (модернизации) существующих дорог и проведения ремонтов пути. Специализированным же программно-технологическим комплексом в этой проектной сфере является САПР КРП («Иркутскжелдорпроект», региональный филиал ОАО «Росжелдорпроект», Иркутск) [8].

На рынке также представлены ПК *CARD/1* (Германия) [9], располагающий функционалом для проектирования новых и реконструкции существующих железных дорог, но не поддерживающий российские стандарты, и ПК *AutoCAD Civil 3D* (США) [10], не имеющий такого функционала.

Программный комплекс Credo

Система *Credo* предназначена для проектирования автомобильных дорог, но применяется и при проектировании железных дорог. Она включает ряд программных комплексов, в том числе:

• *Credo DAT* – камеральная обработка наземных и спутниковых геодезических данных;

• *Credo* Топоплан – создание цифровой модели местности (ЦММ) и выпуск топографических планов;

• *Credo* Дороги – проектирование нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей.

Credo ПК – единственный, достаточно полно укомплектованный программными средствами для решения проектных задач, выходящих за рамки работы только с конструкцией земляного полотна. В состав такого комплекса могут входить средства, связанные с пакетом смежных проектных задач, таких, как проектирование и расчет искусственных сооружений, расчет осадки насыпи и устойчивости откосов земляного полотна, расчет переустройства плана пути и др.

В системе *Credo* удачно организована работа по плановой компоновке проектных решений при проектировании станций, узлов, развязок и она широко применялась при разработке таких проектов.

Для применения программного комплекса при проектировании железных дорог в состав модуля *Credo* Дороги (ранее *Credo MIX*) была включена возможность отображения на планах специфических объектов железнодорожного транспорта – стрелочных переводов и т. п.

Сейчас система *Credo* сохраняет определенные позиции на российском рынке в области проектирования генпланов, используется в некоторых проектных институтах для обработки данных съемки и создания ЦММ (например, ОАО «Уралгипротранс»), однако как средство разработки проектов в железнодорожной отрасли она практически вытеснена более специализированными ПК.

Программный комплекс MXRAIL

Представляет семейство продуктов *MX*, работает и как самостоятельное приложение для *Windows*, и в среде базовых платформ САПР – *AutoCAD* и *MicroStation*.

Программный комплекс *MXRAIL* предназначен для проектирования и реконструкции сооружений всех видов рельсового транспорта. С его помощью обеспечиваются все основные этапы процесса: от создания 3-мерной модели местности (ЦММ) и конструкции объекта до формирования проектной документации – чертежей и ведомостей.

Возможности *MXRAIL* при разработке проектов новых железных дорог**:**

• проектирование пути в плане;

• обоснование продольного профиля;

• расчет возвышения наружного рельса;

• автоматизированное проектирование стрелочных переводов и пересечений;

• выбор конструкции земляного полотна.

Возможности при проектировании реконструкции и ремонта пути в основном касаются следующих позиций.

При подборе параметров элементов плана и продольного профиля существующего пути используется регрессивный анализ (метод наименьших квадратов). Исходные данные получают из съемки: по оси пути, по одному рельсу, по двум рельсам.

Восстановление (подбор) геометрических параметров элементов плана и продольного профиля с учетом заданной погрешности производится в интерактивном режиме.

Делается анализ деформаций пути в плане и продольном профиле.

По проектному решению можно получить отчёт об относительных деформациях существующей колеи.

Формирование проектной документации имеет свои ориентиры и особенности.

Такая документация создается автоматически на основе законченной 3*D* модели в виде таблиц *EXCEL* и включает ведомости и отчеты по объемам земляных работ (с учетом вырезки растительного слоя), верхнему строению пути, разбивке кривых для выноса в натуру и др.

Чертежи для планов, профилей, совмещенных планов и профилей, поперечных сечений оформляются и выводятся с помощью модуля *MXDRAW* автоматически.

BentleyOptram – первый полноценный выход ПК за пределы функционала, связанного исключительно с разработкой проектной документации. Жизненный цикл объекта здесь прослеживается и управляется как на стадии подготовки проекта, так и стадии его последующей эксплуатации. *BentleyOptram* предусматривает:

– управление инфраструктурой;

– общую базу данных (БД) по всем работам на линии;

– анализ тенденций состояния пути для планирования ремонта.

В *MXRAIL* включены ПК *BentleyRailOverheadLine* и *BentleySubstation,* предназначенные в интеграции с ПК *BentleyRailTrack* для проектирования электрификации железных дорог.

BentleyRailOverheadLine:

– позволяет проектировать контактную сеть;

– предназначен для железной дороги и городского рельсового транспорта;

– обеспечивает схематический и детализированный проект;

– имеет встроенные алгоритмы проектирования.

BentleySubstation:

– предусматривает проектирование тяговых подстанций;

– позволяет осуществлять взаимосвязь между схемой и 3D-моделью.

ПК *MXRAIL* используется за рубежом для проектирования и таких крупных объектов, как один из терминалов тоннеля под проливом Ла-Манш, высокоскоростные железнодорожные магистрали в Южной Корее и на острове Тайвань. Большинство известных примеров свидетельствует, что в *MXRAIL* удачно организована плановая компоновка проектных решений.

Программный комплекс GeoniCS ЖЕЛДОР

ПК российского производства ориентирован на отечественные технологии и традиции проектирования. В качестве платформы используются продукты *AutoCAD* и *AutoCADCivil 3D* от компании *Autodesk*.

GeoniCS ЖЕЛДОР состоит из нескольких взаимодействующих и взаимосвязанных подсистем:

• Съемка – модуль, предназначенный для ввода и обработки данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий железных дорог.

• План – подсистема для создания и редактирования элементов плана: прямой, круговой и переходной кривых, в том числе с возможностью сопряжения клотоидами в комбинациях «отрезок-дуга», «две дуги». Поддерживает такие специализированные объекты, как излом, стрелка. Имеется встроенная библиотека типовых стрелочных переводов.

• Оптимизация (выправка) трасс: интеграция в систему, выполнение всех операций под контролем пользователя, графический интерфейс, любая геометрия ограничений (контурные ограничения).

• Профиль – подсистема, позволяющая получить профиль трассы вручную, по поверхности, плану, 3*D*-полилинии, либо из текстового файла, а также путем дальнейшего редактирования.

• Поперечные сечения – подсистема, в которой реализовано создание линий сечения на одном пикете, по диапазону пикетов, координатам точки указанной пользователем, по полилиниям. Возможна поддержка «косых» поперечников (сечений под любым углом к оси трассы).

• 3*D*-модель трассы (коридор) – подсистема, где моделирование осуществляется на основании шаблона проектного поперечника и внесенных проектировщиком дополнений.

Программный комплекс Robur – Железные дороги

Первая отечественная САПР для проектирования железных дорог и станций создана на основе пространственной цифровой модели, разработанной компанией «Топоматик».

Отличительной особенностью программного комплекса *Robur*–Железные дороги является трехоконный интерфейс (План, Профиль, Поперечник), существенно облегчающий принятие комплексных проектных решений по всем элементам трассы линейного сооружения – плану, продольному и поперечным профилям (рис. 1).

ПК состоит из ряда модулей, наибольший интерес из которых представляет модуль динамического трассирования. При изменении плана трассы автоматически меняются черный продольный профиль, по определенному закону – красный про-

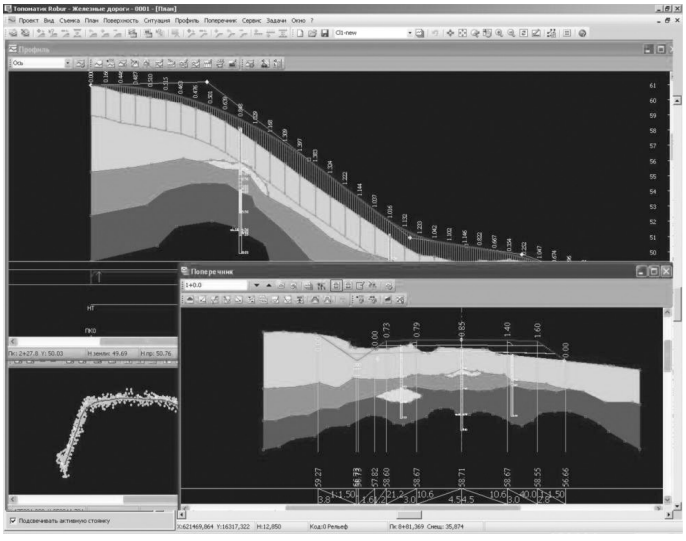


Рис. 1. Трехоконный интерфейс Robur – Железные дороги.

дольный профиль, перепроектируются поперечники.

В модуле «Искусственные сооружения» (автомобильные дороги) предусмотрено проектирование более 250 видов объектов с привязкой к типовым конструкциям, различными типами фундаментов, оголовков и укреплений русел, откосов насыпи, дифференциацией объемов работ

Модуль может использоваться и как автономная программа, и в составе ПК *Robur*.

В программе *Robur*–Автомобильные дороги, начиная с версии 6.1, появился модуль оценки проектных решений, в котором реализованы оценка уровня загрузки автомобильной дороги, определение расчетной скорости и уровня безопасности движения и др. Поскольку программный комплекс *Robur* – Железные дороги создавался на базе и с участием высококвалифицированных специалистов проектно-изыскательского института «Ленгипротранс» – крупнейшего в настоящее время в сфере проектирования железных дорог, это изначально определило соответствие его архитектуры и базового функционала потребностям отрасли в ее типичном для России варианте.

Комплекс САПР КРП

Программно-технологический комплекс используется для автоматизированного проектирования реконструкции (модернизации) железных дорог и ремонтов пути. Он состоит из нескольких программных продуктов и модулей, охватывающих весь цикл проектных работ от обработки данных полевой съемки до формирования выходной проектной документации в соответствии с действующими стандартами.

Программный продукт САПР КРП Съемка обеспечивает обработку данных, несущих информацию о заснятом с воздуха расположении путей и всех объектов, включая принадлежащие путевой инфраструктуре, необходимых в процессе проектирования.

Результаты кодированной съемки преобразуются в координатную модель объекта проектирования с автоматическим формированием исходных данных для проектирующих программ.

Программный продукт помогает создать модель плана проектируемого пути, состоящую из прямых, кривых, переходных кривых на базе информации о существующем положении пути. Протяженность расчетного участка не ограничена.

По сходной схеме действует модель продольного профиля железнодорожного пути с учетом ряда требований, включая минимизацию объемов перемещаемого балласта.

Модуль проектирования поперечных профилей дает возможность автоматизированного расчета основных параметров элементов земляного полотна, балластной призмы, кюветов, нагорных канав. Модуль проектирования раскладки плетей бесстыкового пути точно так же обеспечивает

расчет положения рельсовых плетей в различных условиях.

Комплекс САПР КРП характеризуется высоким уровнем привлечения наукоемких вычислительных технологий для генерации исходных проектных решений по всем элементам трассы реконструируемого пути (план, продольный и поперечные профили). Как и всякий специализированный программный комплекс, он располагает мощным функционалом решения предназначенных ему задач.

Программный комплекс CARD/1

Кроме уже обозначенных есть смысл отметить еще один ПК. *CARD/1* (Германия) который определяется его представителями в России (компания «А+С Консалт», Санкт-Петербург) как ведущее немецкое программное обеспечение для обработки данных изысканий, проектирования автомобильных и железных дорог, аэродромов и других площадных объектов [9].

Опыт проектирования железных дорог с участием *CARD/1* в России отсутствует. Для проектирования автодорог комплекс с 2005 года используется в ГП «Белгипродор» (Беларусь). Всего выполнено около 20 проектов.

В *CARD/1* реализована работа с планом раздельных пунктов, включая врезку стрелочных переводов, расчет съездов и т. п. Автоматически рассчитываются и контролируются междупутья, горизонтальные и вертикальные габариты.

Особенностью комплекса является возможность привлечения к обоснованию норм проектирования, параметров элементов плана и продольного профиля данных о динамике движения подвижного состава. Кривая скорости может быть введена в табличной форме и внесена в базу исходных материалов.

КРИТЕРИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА

Все представленные ПК обеспечивают разработку проектов новых, реконструкции (модернизации) существующих железных дорог, ремонтов пути от стадии обработки данных изысканий до выпуска проектной документации.

Для функционального анализа ПК был определен ряд критериев.

Критерий № 1 – соответствие функционала ПК российским нормативной базе и стандартам.

Критерий № 2 – наличие функционала автоматического формирования цифровой пространственной модели существующих железных дорог в проектах их реконструкции (модернизации), ремонтов пути.

Критерий № 3 – наличие функционала для автоматического анализа проектных решений. При синтезе и корректировке таких решений по плану и продольному профилю возможны нарушения норм проектирования – возникновение коллизий. Критерий отслеживает недопустимость нарушения этих норм проектировщиком на этапе корректировки возникающих вариантов в интерактивном режиме.

Критерий № 4 – наличие функционала для автоматической укладки и корректировки проектной линии продольного профиля.

Критерий № 5 – уровень реализации расчета параметров элементов плана существующего пути. Данный функционал может быть использован в интерактивном и автоматическом режимах.

Критерий № 6 – поддержка элементов динамики 3*D*-модели объекта.

Обычно предусматривается динамическое изменение проектной линии продольного профиля только за счет ее сжатия или растяжения. Любые нарушения норм при этом должны быть ликвидированы в интерактивном режиме, но они могут вновь появляться при каждой последующей корректировке плана. Назовем такую динамику модели геометрической.

Вместе с тем, например, в *Robur*–Железные дороги модуль динамического трассирования предназначен для автоматического пересчета параметров проекта при изменении подобъекта. Пользователь может выбрать те элементы, которые пересчитываются автоматически, и задать правила, по которым они будут модифицироваться. Будем именовать такую динамику 3*D*-модели объекта проектной или инженерной.

Трассирование железных дорог в интерактивном режиме, используемое во всех ПК, состоит в последовательной укладке на экране монитора элементов плана линии – прямых и кривых – с оперативным расчетом продольного профиля поверхности земли по выбранному направлению. Затем выпол-

Таблица 1

Сравнительный анализ ПК по выбранным критериям

№	Критерий	CREDO	MXRAIL	CARD/1	ROBUR	САПР КРП	GeoniCS
1	Соответствие функционала ПК российским стандартам	–	+	–	+	+	+
2	Наличие функционала для автоматического создания модели существующей железной дороги	–	+	–	–	+	+
3	Наличие функционала для автоматического анализа проектных решений: – предупреждения о нарушениях; – недопустимость нарушений	+ –	+ –	+ –	+ –	+ +	+ –
4	Наличие функционала для автоматической укладки и корректировки проектной линии продольного профиля	–	–	+	+	+	–
5	Реализация функционала для расчета элементов плана существующего пути: – автоматизированный режим; – автоматический режим	+ –	+ –	+ +	+ –	– +	+ –
6	Поддержка динамики 3D-модели: – геометрической – проектной (инженерной)	+ –	+ –	+ –	+ +	– –	+ –
7	Наличие функционала для решения смежных задач	+	+	–	+	–	–
8	Наличие функционала для учета: – динамики движения поездов – управления инфраструктурой	– –	– +	– –	– –	– –	– –

няется укладка проектной линии продольного профиля. Отсутствие у проектировщика на момент укладки текущего элемента плана представления об его увязке с последующим элементом и тем более с общим начертанием плана линии на всем участке следует считать недостатком метода.

Переход от геометрической к проектной (инженерной) динамике 3*D*-модели является перспективным направлением развития всех ПК для проектирования трассы линейных объектов. Задача сводится к автоматической перепроектировке проектной линии продольного профиля при изменении профиля земли с соответствующей перепроектировкой поперечных профилей. Данный подход уже реализован в пошаговом режиме (*Robur*–Железные дороги), но может быть реализован и в режиме реального времени.

Критерий № 7 – наличие функционала для решения смежных задач.

Эта позиция актуальна, поскольку все проектные решения по трассе железной дороги предполагают таких задач, как расчет устойчивости откосов земляного полотна, стока поверхностных вод, отверстий малых водопропускных сооружений, продольного водоотвода, мостовых переходов и др.

Критерий № 8 – наличие функционала для выхода на эксплуатационные показатели (динамика движения поездов) и/или управление железнодорожной инфраструктурой.

Реализация функционала для учета динамики движения поезда может осуществляться по двум схемам – путем получения данных по всему расчетному участку из программы тяговых расчетов или путем создания собственного модуля выполнения тягового расчета.

Анализ данных о проектных параметрах элементов плана и продольного профиля позволяет определить допускаемые скорости движения поездов.

Между тем такой функционал присутствует только в ПК *MXRAIL*.

ОЦЕНКИ И ОБОБЩЕНИЯ

Результаты сравнительного анализа рассмотренных ПК по выбранным критериям приведены в таблице 1.

Функционал всех ПК можно разделить на три основных сегмента:

• обработка данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий, создание ЦММ;

Таблица 2

Распределение функционала ПК по жизненным циклам объекта проектирования – железной дороги

Программный комплекс	Обоснование инвестиций			Проектирование																Управление строительством	Эксплуатация	
	Направление линии	Трасса	Другие расчеты	План, профиль	Земляное полотно: Расчет конструкций	Земляное полотно: Модель	Мосты и трубы: Расчет конструкций	Мосты и трубы: Модель	Электрификация: Расчет конструкций	Электрификация: Модель	СЦБ и связь: Расчет конструкций	СЦБ и связь: Модель	Раздельные пункты (станции и др.)	Локомотивное хозяйство и др.	Охрана окружающей среды	ИТМ ГО и ЧС*	Проект организации строительства	Объектные и локальные сметы	Комплект чертежей		Управление движением	Управление инфраструктурой
CREDO				—	—	—	—	—											—		-	
MXRAIL				—		—	-	-	—	—									—			—
CARD/1				—		—													—			
ROBUR		-		—		—	-	-											—		-	
GeoniCS				—		—													—			
САПР КРП				—		—													—		-	

• – инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций.

• проектирование объектов инфраструктуры;

• выпуск проектной документации – чертежи, ведомости, отчеты и т. п.

В части обработки данных изысканий, создания ЦММ и выпуска проектной документации больших различий между ПК нет.

Функционал, связанный с 3*D*-моделью железнодорожного пути, реализован во всех ПК.

Большие различия в функционале касаются обоснования проектных решений по конструкции объектов инфраструктуры: в ряде ПК имеются модули для расчета и конструирования объектов нижнего строения пути – земляного полотна (*Credo*), мостов и труб (*Credo*, *Robur*, *MXRAIL*), продольного водоотвода (*Credo*).

В *MXRAIL* есть модуль для проектирования электрификации железных дорог с расчетом элементов контактной сети и оборудования тяговых подстанций. Там же присутствует модуль управления инфраструктурой железнодорожного пути с планированием ее ремонтов (осуществлен выход на постпроектный этап жизненного цикла объекта, его эксплуатацию).

Данные по функционалу ПК приведены в таблице 2. Длина линий в ее ячейках ориентировочно определяет степень реализации решения всего комплекса задач.

Из анализа данных таблицы видно, что практически все рассмотренные комплексы ПК предназначены в основном для создания 3*D*-модели земляного полотна, определения объемов земляных работ (который можно минимизировать в интерактивном режиме) и выпуска соответствующего комплекта проектной документации.

Только в систему *Credo* включены встроенные программные средства для расчета земляного полотна на прочность и устойчивость, подбора типов и размеров мостов и водопропускных труб, параметров продольного водоотвода и т. п. Во всех остальных ПК расчеты, связанные с эксплуатационной надежностью применяемых конструкций, вынесены за их пределы и должны выполняться с использованием каких-то других программных продуктов.

Ни в одном из ПК не реализован проектный функционал, типичный для этапа обоснования инвестиций – трассирование железных дорог.

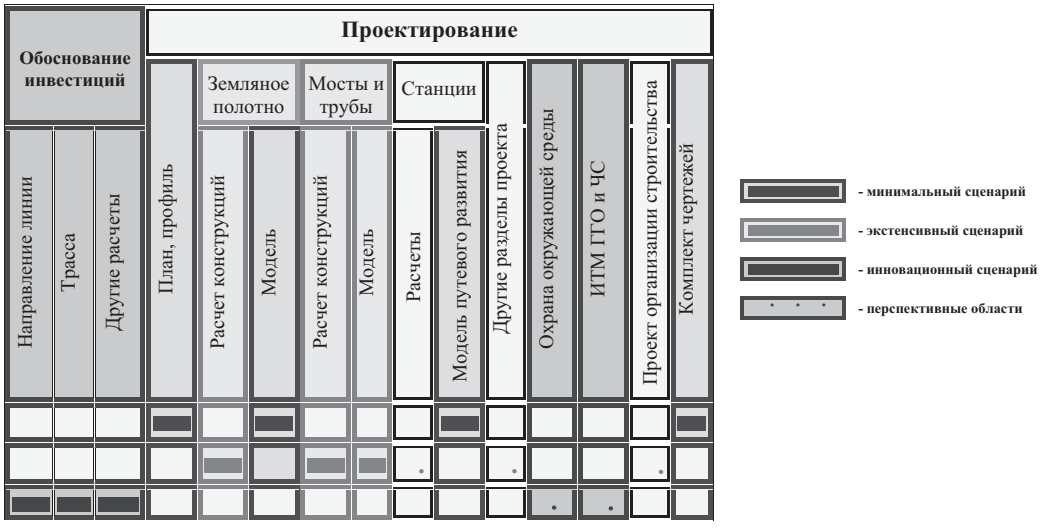


Рис. 2. Состав работ по сценариям.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛА

Развитие его может происходить по нескольким сценариям.

Минимальные (необходимые и достаточные) технические требования к функционалу ПК для входа в линейку программных средств при проектировании новых и реконструкции существующих железных дорог можно определить следующим образом:

1) Поддержка российской нормативной базы.

2) Совершенствование российских стандартов оформления выходных документов.

3) Поддержка ведения пикетажа (километража).

4) Укладка дополнительных главных и станционных путей.

5) Полномерное использование библиотек типовых решений по поперечным профилям, водопропускным сооружениям, путевым устройствам.

6) Автоматизация создания 3*D*-модели существующих трасс.

7) Поддержка геометрического конструктора для создания и редактирования элементов плана линии.

8) Автоматический или автоматизированный подбор элементов плана.

9) Автоматизированное редактирование плана линии.

10) Поддержка геометрического конструктора для создания и редактирования элементов продольного профиля.

11) Поддержка автоматического отображения зависимости «пикет-смещение» (графики сдвигов, габаритов, междупутий).

12) Расчет возвышения наружного рельса.

13) Методическое обеспечение процессов отображения, размещения и редактирования специальных объектов железнодорожного пути.

14) Поддержка автоматического получения существующего и проектного поперечника.

15) Автоматизация расчета объемов.

Не все рассмотренные ПК реализуют этот функционал в полной мере. Назовем его реализацию минимальным сценарием развития САПР железных дорог.

Повышение конкурентоспособности ПК, в том числе как самодостаточного программного средства для проектирования железных дорог, может происходить по двум сценариям – экстенсивному и инновационному, которые способны реализовываться и последовательно, и параллельно.

Экстенсивный сценарий развития ПК предполагает расширение проектной обоснованности принятия конструктивных решений при проектировании железнодорожного пути за счет разработки более или менее значительного числа специализированных расчетных модулей (прочность, устойчивость и т. п.).

Концепция инновационного сценария развития функционала состоит во внедре-

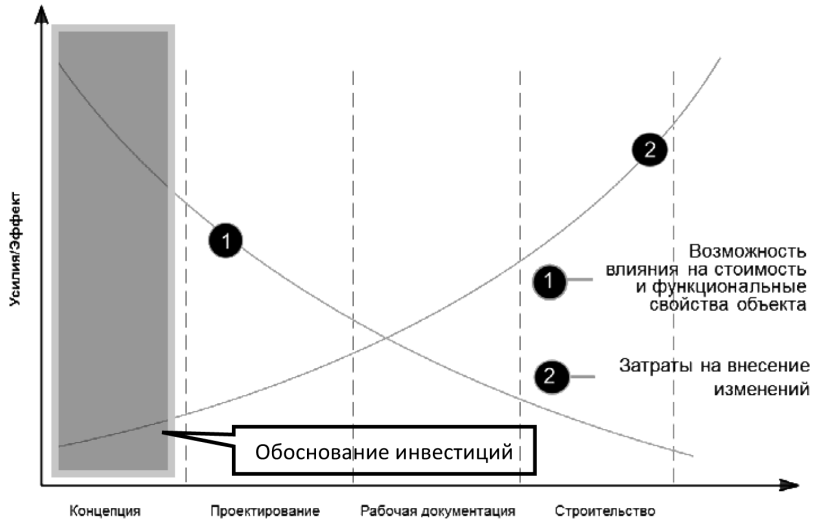


Рис. 3. Место и значение этапа обоснования инвестиций.

нии инноваций на этапах разработки проекта железной дороги.

Состав работ по этим сценариям иллюстрирует рис. 2.

Наиболее перспективной, эффективной и эффектной областью внедрения инноваций при разработке проектов железных дорог (и других линейных сооружений) является предпроектный этап – обоснование инвестиций (рис. 3).

Этап обоснования инвестиций служит базой для принятия решения о хозяйственной необходимости, технической возможности, экономической и социальной целесообразности строительства объекта. По его результатам получают акт о выделении земельного участка (полосы отвода линейного сооружения) и определяются с началом проектно-изыскательских работ.

Именно на этом этапе может быть наиболее эффективно задействован функционал визуализации проекта, принимаются все ключевые решения по направлению линии, основным параметрам проектирования железной дороги – создается эскиз трассы, к которой впоследствии привязывается весь комплекс инфраструктуры проектируемого объекта.

Передача эскиза трассы – переход с этапа обоснования инвестиций на этап разработки проекта – происходит без смены исходной информационной среды (используемого ПК).

Развитие функционала ПК по инновационному сценарию на этапе обоснования инвестиций полностью соответствует идее универсальности. Здесь не требуется детальной специализации функционала по видам линейных сооружений – их специфика учитывается укрупненно.

Созданию эскиза трассы с учетом основных технических параметров помогают такие программы, как *INVEST* (*Real Geo Project*, Россия) [11] и *QuantM* (*Trimble*, США) [12], предназначенные для предпроектной стадии обоснования инвестиций.

Интеграция программ с ПК для разработки проектов железных дорог дает возможность перейти к повсеместному и постоянному применению единых, последовательно уточняемых цифровых моделей в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов [13].

Еще одной сферой внедрения инноваций стали разделы проектов линейных сооружений, в которых рассматриваются вопросы охраны окружающей среды. Решение их отсутствует во всех существующих ПК, а наличие 3*D*-модели транспортной инфраструктуры и цифровой модели местности позволяет поставить и реализовать эти задачи, не выходя за пределы базового функционала, уже имеющегося в их составе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование автомобильной дороги городского типа в системе Credo дороги. Практическое пособие. – Минск: КРЕДО-образование, 2010. – 96 с.

2. Credo дороги 1.1 [Электронный ресурс], Кредо-Диалог. RU, 2012. – URL: http://www.credo-dialogue.com/software/list_programs/credo_dorogi.aspx, свободный, – Загл. с экрана.

3. Robur© Топоматик. Железные дороги. Версия 3.0 [Электронный ресурс], С. Пб.: НПФ Топоматик. RU, 2009. – URL: http://www. topomatic.ru /download/brochures/robur-rail, свободный, – Загл. с экрана.

4. Bentley© Rail Track. Программа для проектирования и обслуживания инфраструктуры железнодорожного транспорта [Электронный ресурс], Bentley Systems, Inc., RU, 2012 – URL: http://ftp2.bentley.com/ist/collateral/docs /bentley_rail_track/bentley-rail-track_product-data-sheet_RU.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

5. Чешева В. И., Пархолуп С. В. GeoniCS Желдор. Предложение компании CSoft для проектирования железных дорог – М.: CADmaster, № 4, 2006. – С. 72–75.

6. Чешева В. И., Пожидаев Д. Н. GeoniCS Plprofile – программа для эффективного и быстрого линейного проектирования. – М.: CADmaster, № 1, 2012. – С. 74–75.

7. GeoniCS Желдор [Электронный ресурс], Группа компаний CSoft, RU, 2013 – URL: http://cad.elecran.com.ua/sapr/gis/geonics-jeldor, свободный. – Загл. с экрана.

8. САПР КРП [Электронный ресурс], Росжелдорпроект-Иркутскжелдорпроект, RU, 2013 – URL: http://www.kaprem.com, свободный. – Загл. с экрана.

9. CARD/1. Проектирование железных дорог [Электронный ресурс], А+С Консалт, RU, 2013 – URL: http://www.card-1.ru/xslt.php?xml=card1&language=ru, свободный. – Загл. с экрана.

10. Проектирование объектов инфраструктуры и дорог: AutoCAD Civil 3D. Официальный учебный курс. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 560 с.

11. Бучкин В. А. Программные разработки компании Real Geo Project// САПР и графика. – 2008. – № 9. – С.42–44.

12. Прокладка дорог. [Электронный ресурс], Trimble, RU, 2013 – URL: http://www.trimble.com/ru/alignment/road-lignment.aspx?dtID=overview&, свободный. Загл. с экрана.

13. Малюх В. Н. Введение в современные САПР. Курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 192 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE PACKAGES

Buchkin, Vitaly A. *– D. Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.*

Ryzhik, Ekaterina A. *– Ph.D. (Tech), associate professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.*

Lenchenkova, Elena P. *– Ph.D. student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.*

The authors propose review and comparative analysis of model series of software packages for designing and reconstruction of railways. The authors suggest a set of criteria for functional analysis of software packages which allow real comparison of characteristics, conditions and requirements for different stages of a life cycle of a designed object, determine most probable directions of searching for creative decisions for the nearest future and for a longer period in the framework of extensive and innovative scenarios of development of designing capacity.

Key words: railways, software package, software unit, criteria of functional analysis, extensive scenario, innovative scenario.

REFERENCES

1. Designing of city autoroad with software Credo Dorogi *[Proektirovanie avtomobilnoy dorogi gorodskogo tipa v systeme Credo dorogi*]. Minsk, ANO CDO CREDO-obrazovanie, 2010, 96 p.

2. http://www.credo-dialogue.com/software/list_programs/credo_dorogi.aspx,

3. http://www. topomatic.ru /download/brochures/robur-rail

4. http://ftp2.bentley.com/ist/collateral/docs /bentley_rail_track/bentley-rail-track_product-data-sheet_RU.pdf

5. Chesheva V. I., Parholup S. V. GeoniCS Zheldor. Offer of CSoft company for railway designing. CADmaster, 2006, Is.4, pp. 72–75

6. Chesheva V. I. *GeoniCS Plprofile* – software for efficient and rapid linear programming. *CADmaster*, 2012, Iss.1, pp. 74–75

7. http://cad.elecran.com.ua/sapr/gis/geonics-jeldor.

8. http://www.kaprem.com.

9. http://www.card-1.ru/xslt.php?xml=card1&language=ru.

10. Designing infrastructure and motorroads: *AutoCAD Civil 3D.* Official learning course. Moscow, ДМК Press, 2010. 560 p.

11. Buchkin V. A. Software of the company *Real Geo Project. SAPR I grafika, 2008, Iss.9, pp.42–44.*

12. http://www.trimble.com/ru/alignment/road-lignment.aspx?dtID=overview&,

13. Maluh V. N. Introduction into modern computer-aided design systems. Moscow, ДМК Press, 2012, 192 p.

Координаты авторов (contact information): Бучкин В. А. (Buchkin V. A.) – buchkin@mail.ru, Рыжик Е. А. (Ryzhik E. A.) – CatRyzhik@yandex.ru,, Ленченкова Е. П. (Lenchenkova E. P.) – lenchenkova_lena@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / received 15.11.2012
Принята к публикации / accepted 25.03.2013