

комфортную работу при создании крупных 3D-сборок, состоящих из сотен тысяч деталей, даже на компьютере, оборудованном непрофессиональной видеокартой.

В отличие от многих других CAD-систем T-FLEX CAD использует единую документную структуру: трехмерные модели и сборки, многостраничные чертежи, спецификации, графики, БД, данные приложений, макросы — все это хранится внутри файла документа. Это позволяет использовать общий набор команд для создания и редактирования всех элементов модели, а также обеспечивать ассоциативность и целостность данных. Например, T-FLEX CAD обеспечивает двунаправленную ассоциативную связь между чертежом и 3D-моделью: при изменении параметров двумерного чертежа автоматически изменяется трехмерное представление изделия и, наоборот (рис. 2). В комплект поставки T-FLEX CAD включены функции, которые в ряде конкурирующих систем доступны только в виде дополнительных модулей. Среди них: поверхностное моделирование, включая сглаживание граней, деформация, многие функции конечно-элементного и динамического анализа, модуль оптимизации, модуль импорта/экспорта, модуль создания спецификаций, модуль создания фотореа-

листичных изображений и анимации, большое число бесплатных параметрических библиотек.

Важной особенностью T-FLEX CAD является возможность связать в рамках единой информационной модели и заставить функционировать в соответствии с требуемой логикой все элементы и объекты: чертеж, 3D-модель, БД, переменные и собственный интерфейс для управления параметрами модели. В результате опытный пользователь системы получает в свое распоряжение мини-САПР, заточенную под решение именно его специфических задач.

Наличие API-интерфейса, основанного на технологии Microsoft.NET, поддерживающей множество широко распространенных языков программирования, позволяет еще более расширить функциональность системы T-FLEX CAD силами пользователей.

T-FLEX CAD применяют для решения проектных задач в различных отраслях промышленности: машиностроении, приборостроении, авиа- и судостроении, станкостроении, строительстве, мебельном производстве и т. д. как при проектировании продукции основного производства, так и при создании всего комплекса необходимой оснастки — штампов и пресс-форм, инструмента и приспособлений.

Контактные телефоны: (499) 973-20-34/35.

[Http://www.topsystems.ru](http://www.topsystems.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ПО TILOS В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ.

ПРИМЕРЫ ЛУЧШИХ ПРАКТИК

Д.В. Еремин, Д.А. Зимица, В.С. Зинченко, С.В. Дубовенко (ГК ПМСОФТ)

Рассматриваются примеры циклограмм «время-расстояние» при управлении проектами строительства линейных объектов с использованием ПО TILOS, в том числе в российских компаниях.

Ключевые слова: циклограмма «время-расстояние», управлении проектами, строительство линейных объектов.

Наиболее распространенными программными продуктами для разработки графиков в строительной отрасли в числе прочих являются Primavera [1], MS Project [2], ASTA Powerproject, Spider Project. Все эти продукты позволяют создавать иерархические сети логически связанных проектных работ для отображения технологии проектной деятельности, распределения и перераспределения ресурсов, контроля за исполнением бюджета, расчета критического пути и определения окологранных работ, моделирования проектных рисков и мероприятий по их минимизации, оптимизации и балансировки портфелей проектов с учетом технологических связей и синергии, поддерживать процессы мониторинга и контроля проектов, программ и их портфелей и т. д. Безусловно, эти системы обладают широкими возможностями и в той или иной степени предназначены для управления любыми проектами строительства зданий и сооружений (в том числе площадочных и линейных).

Но, как и любая универсальная система, они нуждаются в настройке, которая может и не отражать

всей специфики объекта, а потому не давать ожидаемого эффекта при управлении проектом его сооружения. Это касается и линейных, и площадочных объектов. Лишь на первый взгляд линейные проекты проще в управлении. Одна только задача ремонта или восстановления дорожного или железнодорожного полотна при непрекращающемся транспорте потока не под силу универсальным системам управления проектами либо требует существенной и продолжительной доработки их функциональности. Дорого и долго. Аналогично существует целый комплекс задач при реализации проектов строительства, модернизации, реконструкции и ремонта таких линейных объектов, как: трубопроводы, линии электропередач, мосты, высотные здания, буровые или водоканалы.

ПО TILOS является в своем роде уникальным и предназначено для моделирования линейных объектов и управления любыми проектами, связанными с созданием, ремонтом, модернизацией и эксплуатацией подобных объектов. Решение было разработано ведущей немецкой компанией в сфере дорожного

строительства — Linear Projects GmbH. Первая версия ПО TILOS выпущена в 1999 г. ПО TILOS широко применяется в различных инфраструктурных проектах, включая строительство автомагистралей, железных дорог, трубопроводов, туннелей, линий электропередач, гидротехническое строительство. По данным разработчиков, 100% крупнейших строительных компаний Европы используют ПО TILOS. В РФ в условиях неполноты или отсутствия нормативных документов (СНиП 12-1-2004 «Организация строительства» и актуализированная редакция предыдущего документа СП. 48.13330-2010) по организации строительства для линейных объектов в части взаимодействия участников проектов ПО TILOS становится своеобразной «палочкой выручалочкой», так как содержит лучшие практики организации строительства этих специфических объектов и наглядность для согласования действий и обязательств участников.

На российском рынке эксклюзивные права на распространение этого продукта получила Группа компаний ПМСОФТ (<http://www.pmssoft.ru/software/tilos/>). Продукт переведен на русский язык и адаптирован под российскую специфику.

Особенности управления проектами строительства линейных объектов

Циклограмма строительства линейного объекта [3] (также известная, как циклограмма «время-расстояние») широко используется при строительстве линейных объектов, особенно в Европе и Англии. Эта методика является сравнительно новой для стран Америки, но стремительно получает широкое признание. Циклограммы «время-расстояние» часто рисуют «от руки», в среде Microsoft Excel или в графической программе для проектирования, например AutoCAD.

Программные продукты для разработки планов и графиков строительства линейных объектов, которые автоматизируют процесс составления плана и его выполнения, начали разрабатывать уже более 15 лет назад. Основные преимущества циклограмм «время-расстояние» в том, что график привязан к месту ведения работ и отвечает технологиям строительства, имеющим значение для проекта. Программный продукт TILOS, появившись несколько позже, за короткое время стал безусловным лидером подобных решений за счет широкой функциональности, быстрого развития и интеграции с Primavera и ASTA.

Циклограммы строительства

Представление графика в виде циклограммы было предложено М.С. Будниковым в середине 30-х гг. XX века. Циклограмма отображает не только технологическую последовательность и сроки, но и место производства работ. Отображение на циклограмме частных фронтов и порядка выполнения на них работ, простота, наглядность графика, возможность показа потребности в ресурсах на каждую единицу времени и на каждый фронт работ являются важными досто-

инствами, определившими ее широкое применение при строительстве линейных объектов [4].

Одним из преимуществ циклограммы как графической модели строительного производства является показ траектории движения исполнителей (рабочих, бригад, машин) как во времени, так и в пространстве [5]. С помощью циклограмм можно графически решить многие организационно-управленческие задачи.

Линейные же календарные графики являются простейшей формой организационно-технологической модели, изображающей протекание производственных процессов во времени. Они не отражают динамики строительного процесса, значимости отдельных видов работ для достижения конечной цели и малопригодны для прогнозирования хода строительства крупных и сложных объектов. Их преимущества — простота и наглядность.

Диаграмма Ганта или циклограмма «время-расстояние»?

Диаграмма Ганта [3] (рис. 1) хорошо знакома тем, кто разрабатывал план или график проекта. Планировщик на основе плана реализации проекта создает последовательность работ и затем устанавливает логические взаимосвязи между этими работами (зависимости Финиш-Старт, Старт-Старт, Финиш-Финиш и Старт-Финиш). Ресурсы могут быть назначены на каждую работу в графике и затем график загрузки ресурсов можно вывести на экран. В целях соблюдения последовательности перемещения бригады в проекте по строительству трубопровода планировщик может проверить, что у каждой работы установлена зависимость с работой-последователем типа Старт-Старт и Финиш-Финиш.

Любое изменение отображается на диаграмме Ганта в виде процента выполнения работ и пакетов работ, что вполне соответствует ожиданиям участников проектов для визуализации прогресса по проекту. Для линейных объектов этого недостаточно, так как процент фактически выполненного объема работ бригадой по сгибанию труб совершенно не имеет смысла, так как классические инструменты рассчитывают процент выполнения по датам начала и завершения и не позволяют связать процент выполнения с местоположением на линейном объекте. Также не представляется возможным учесть перемещения бригады, установить задержки, возникшие в связи с получением разрешений на ведение работ, учесть сезонные ограничения и другие особенности строительства именно для линейных объектов. Другими словами, только опытный руководитель проекта или планировщик сможет понять из диаграммы Ганта, что работы в заданные сроки реализованы не будут, и этого инструмента явно не достаточно.

Указанная выше проблема наглядности отображения процента по прогрессу решена с помощью циклограммы «время-расстояние» (рис. 2), в силу того, что подобная форма представления данных показывает ра-

боту бригад как последовательность линий, перемещающихся вдоль строительной полосы. У каждой работы некоторой бригады установлена логическая зависимость с работой-последователем этой или другой бригады типа Старт-Старт и/или Финиш-Финиш. На циклограмме «время-расстояние» завершенные участки легко определить по мере перемещения и переходов бригады, а также хорошо видны сезонные ограничения.

Очевидное преимущество циклограммы «время-расстояние» в том, что сразу можно видеть расположение каждой бригады в определенный момент времени. Также доступны любые показатели, связанные с уровнем производительности бригады, что позволяет решать непростые задачи оптимизации загрузки бригад при различных ограничениях и требованиях.

Отражение в циклограмме технологий строительства

Циклограмма «время-расстояние» может быть усовершенствована для возможности отображения других значимых составляющих конкретного проекта, в том числе: профиля строительной полосы, переходов, сезонных ограничений,

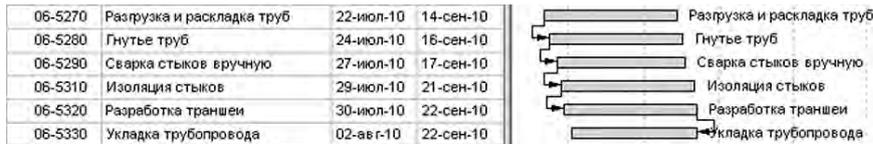


Рис. 1. Классическая диаграмма Ганта

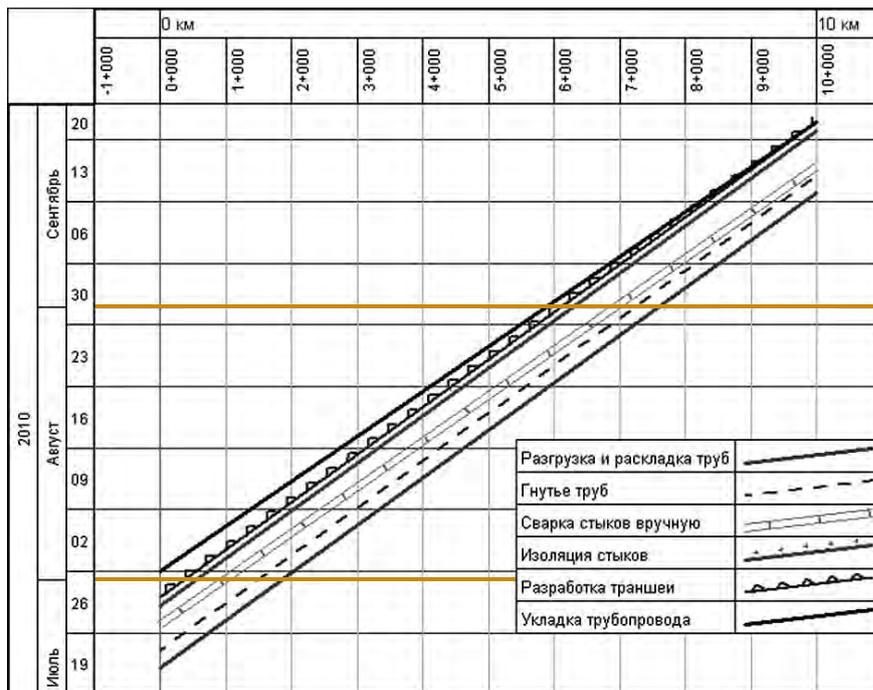


Рис. 2. Циклограмма «время-расстояние»

землеотводов, типа растительности, типа почвы и количества атмосферных осадков др. Объем и состав данных, отображаемых на циклограмме, определяется

Пример. Ограниченный доступ к строительной полосе

Строительство трубопровода может быть затруднено в периоды, когда доступ на определенные участки строительной полосы ограничен. Это могут быть сезонные ограничения в период миграции или размножения диких животных, в вегетационный период редких растений, задержки получения разрешений на ведение работ или доступа к строительной полосе.

Временные периоды ограниченного доступа представляются графически на циклограмме «время-расстояние» в виде прямоугольника (рис. 3). После оценки влияния таких ограничений может возникнуть необходимость изменения плана работы с целью приостановить работы на участке с ограниченным доступом. Для этого можно разделить профили бригад так, чтобы работы, которые оказались на участке с ограниченным доступом, были выполнены после окончания периода ограничений. На рис. 3 показано перемещение бригад по сборке труб и очистке полосы в обход участка с ограниченным доступом. В этом примере обе бригады пропускают участок с ограниченным доступом (1 день отведен на перемещение) и продолжают работы до конца строительной полосы, отметки КР 30+000. Как только эта работа закончена, и сезонное ограничение снято, обе бригады возвра-

щаются к участку с ограниченным доступом и завершают работы в обратном направлении. Пунктирная линия указывает на логические связи между частями профилей каждой бригады.

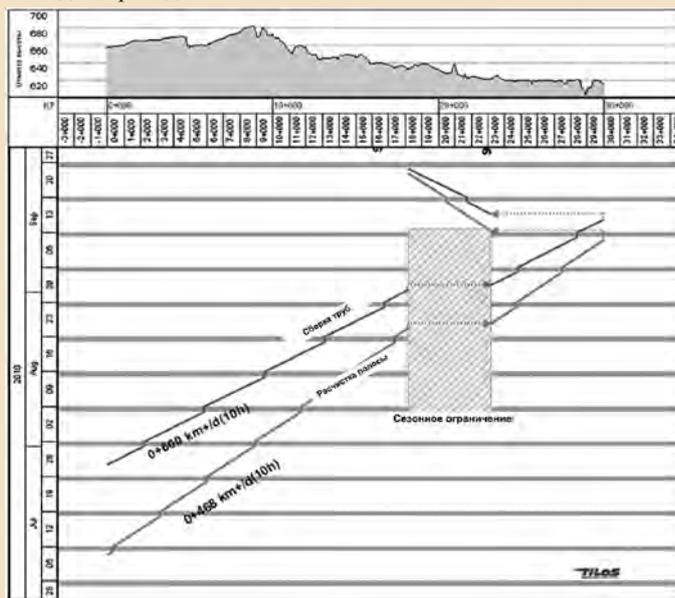


Рис. 3. Перемещение в обход участка с ограниченным доступом

проектной командой и может меняться в ходе реализации проекта, то есть настраиваться в соответствии с текущими задачами и возникающими проблемами без привлечения разработчиков продукта.

Отражение в циклограмме прочих характеристик проекта

Для профилей расходования ресурсов и гистограмм ресурсов легко назначить стоимость на трудовые ресурсы, оборудование и материалы. Профиль расходования ресурсов, в зависимости от времени, отображается параллельно оси времени. Кроме того, можно создать профиль расходования ресурсов параллельно оси расстояния, чтобы показать стоимость

и длительность каждого периода выполненных работ (на основании контрольных отчетов с места ведения работ). Вместо погонных метров ведется учет числа сварных швов (как правило, с конца) или количества расходных материалов (например, мешков для балластировки).

Выполненные работы могут быть также представлены в виде гистограммы (на рис. 4 — прямоугольники серого цвета). По мере ввода данных о выполнении работ бригадой представление гистограммы автоматически обновляется, чтобы отобразить измененные данные.

Преимущества циклограммы «время-расстояние»

Применяя циклограммы в решении TILOS можно создать профили производительности и скорости работы бригад с целью увязки уровней производительности с параметрами почвы, древесины или любыми другими факторами, которые могут оказать влияние на выполнение работ. Выполнение работ в ходе реализации проекта зависит от новых данных, полученных из контрольных

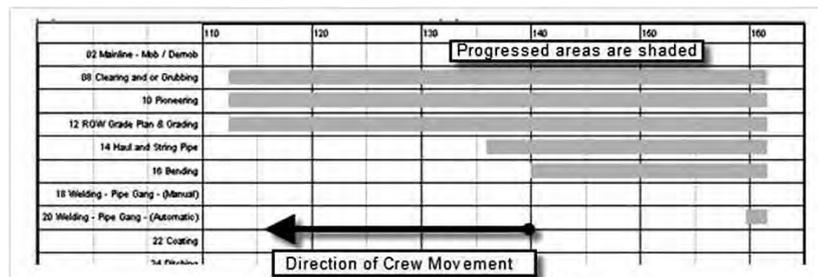


Рис. 4. Гистограмма выполнения работ бригадой

каждого участка трубопровода. Любые изменения на циклограмме «время-расстояние» (то есть перемещение бригады) автоматически отображаются в профиле расходования ресурсов.

Большинство расчетов, графиков и циклограмм «время-расстояние» предполагают постоянный уровень выработки каждой бригады на протяжении всей строительной полосы. То есть один и тот же показатель производительности применяется на всей протяженности строительного участка, чтобы определить длительность работ каждой бригады. При этом не учитываются изменения в профиле, типе почвы, местности или типе растительности.

Дополнительно вводимый вегетационный коэффициент позволяет корректировать объем работ и уровень производительности для каждого типа растительности на протяжении строительной полосы. Такой подход удобно использовать в любом отличном от «стандартного» географическом местоположении, где известные переменные показатели влияют на уровень выработки бригады на протяжении работы вдоль строительной полосы. Это позволяет разработать более точный план проекта и профиль расходования ресурсов в сравнении с использованием постоянного уровня производительности для каждой бригады. Применение профиля скорости работы бригады на основе известных изменений производительности дает более точную картину того, как бригада перемещается вдоль строительной полосы трубопровода.

Работа по циклограмме

Для выполнения бригадой работ по циклограмме необходимы отметки КР начала и конца участка

отчетов с места ведения работ. Существует возможность отслеживать количество расходных материалов и сварочных швов каждый день по мере установки новых секций или завершения работ.

Циклограмма «время-расстояние» так увязывает географическое местоположение и риски проекта, что становится очевидным отсутствие таких возможностей у инструментов, не предназначенных для планирования строительства линейных объектов.

Отраслевые применения

Решение TILOS фактически стало отраслевым стандартом для построения графиков управления проектами строительства линейных объектов. Наиболее известными примерами отраслевого применения являются проекты строительства автомагистралей, строительства и реконструкции железных дорог, прокладки трубопроводов, строительства тоннелей, мостов, ЛЭП [6].

Опыт зарубежных компаний показал, что TILOS позволил сократить трудозатраты на планирование в два раза и стал неотъемлемым инструментом планировщиков, без которого не проводятся совещания о текущем статусе проекта. ПО TILOS используется также и российскими компаниями. В ГК «Волгатрансстрой» с помощью ПО TILOS осуществляется производственное планирование проектов строительства и реконструкции дорог, в рамках которых компания выступает в роли генерального подрядчика.

Также ПО TILOS обеспечивает предварительную проработку бюджета на основе сформированного плана. В качестве исходных данных для составления графика производства работ и оценки бюджета используются

Пример. Анализ коллизий в графике

На рис. 5 представлен календарный график строительства трубопровода. Работы графика связаны зависимостями типа «Старт-Старт» с задержкой, обеспечивающей необходимый технологический перерыв. Такое представление графика не отражает всей динамики строительного процесса, изменений темпов работ, а следовательно, не позволяет оценить реализуемость составленного плана.

Тот же график в формате циклограммы (рис. 6) позволил выявить коллизию, производство работ по расчистке строительной полосы и снятию верхнего слоя грунта в одном месте и в то же время. Это вызвано изменением темпа производства работы, связанным со сложностью участка строительства. Хотя по диаграмме Ганта видно, что между выполнением работ выдержан технологический перерыв и никаких конфликтов в расписании нет. Для разрешения коллизии необходимо скорректировать сроки выполнения работ или увеличить задействованные ресурсы на сложном участке строительства.

Учет сложности участков, характеристик самого линейного объекта позволяет на раннем этапе планирования выявить и разрешить возможные конфликты и, тем самым, повысить качество составленного плана, что в конечном итоге позволит составить реализуемый график проекта.

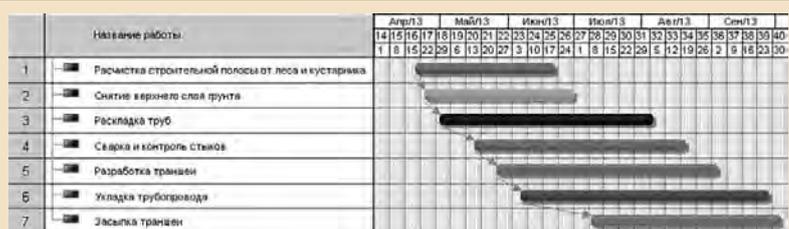


Рис. 5. График строительства трубопровода в формате диаграммы Ганта

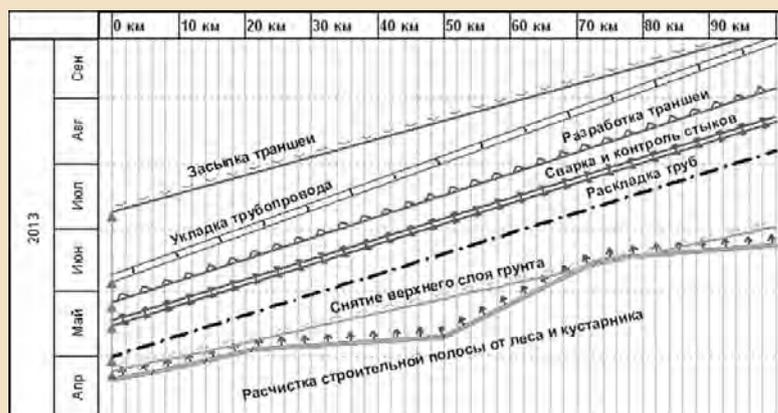


Рис. 6. График строительства трубопровода в формате циклограммы

Процедура поиска коллизий автоматизирована, по завершении процедуры анализа расписания выводится отчет, который содержит информацию о конфликтах. Таким образом, на проверку графика с большим объемом работ затрачивается минимум времени.

ведомости объемов работ, расчет производительности машин и механизмов, трудовых ресурсов, стоимость эксплуатации или аренды машин и механизмов, а также согласованная с заказчиком проекта стоимость материалов. В ПО TILOS ведется учет доходной части проекта, которая рассчитывается через связь объемов запланированных работ с расценками на данные работы, определенные договором с заказчиком.

Каждая позиция ведомости объемов работ является работой в ПО TILOS, расчет длительности выполнения работ производится автоматически на основе данных о производительности ресурсов и влиянии на производство работ внешних факторов, например, того, что производительность ресурсов в зимний период снижается. В итоге, благодаря использованию ПО TILOS стало возможным планирование графиков производства работ с учетом загрузки ресурсов, а также получение по периодам времени информации о платежах заказчика и расчет себестоимости выполнения работ.

В российской компании, специализирующейся на строительстве линий и станций метро, ПО TILOS используется совместно с профессиональной системой управления проектами Oracle Primavera для визуализации графика работ. На циклограмме строительства в ПО TILOS устанавливается связь места и времени производства работ, осуществляется привязка работ к схеме объекта из САПР-систем, по оси времени отображается информация о плановых и фактически выполненных объемах работ.

Интеграционное решение ПО TILOS и Oracle Primavera позволило с минимальными трудозатратами получать представление любого графика строительства в ПО Oracle Primavera в виде циклограммы «время-расстояние» с полным перечнем работ, причем данное представление легко размещается на одном печатном листе и служит для производственного ключевого отчетом о ходе выполнения работ.

Новая функциональность в TILOS 8

В мае 2013 г. была представлена 8-я версия ПО TILOS, к функционалу которого добавились:

- диаграмма перемещений, показывающая области и объемы выемки и засыпки с цветовой классификацией грунтов по группам. Стрелками показывается перемещение грунта между областями выемки и засыпки. Данная функция позволяет составить детальный план земляных работ;
- интеграция с картами от Google, позволяющая «увидеть» ход реализации проекта в привязке к карте местности. Обмен данными между разными проектами простым «перетаскиванием» работ позволяет с минимумом трудозатрат интегрировать данные из различных источников в одном макете. Также упрощена работа с модулем интеграции. TILOS может использоваться не только как самостоятельная система планирования и контроля, но и как составляющая существующей в компании информационной системы для управления проектами (рис. 7).

В заключение отметим, что инструменты планирования и контроля расписания проекта, прежде всего, должны учитывать специфику самих проектов. Для проектов строительства линейных объектов это, прежде всего, возможность планирования работ с учетом: характеристик местности, передвижения бригад рабочих и техники по мере выполнения работ. Решение TILOS позволяет учитывать в графике: пространственные и производственные ограничения на выполнение работ; сложность участка и тип местности, влияющие на темпы работ; изменение объемов работ в зависимости от места их производства; сезонные ограничения и регламентированные технологические «окна» и др. График в формате циклограммы «время-расстояние» показывает комплексную картину проекта и позволяет обнаружить и предотвратить конфликты в расписании, что сокращает количество ошибок планирования на раннем этапе, до начала работ на объекте. Такое представление позволит оптимизировать расписание, за счет наглядности влияния, оказываемого управленческими и проектными решениями на график работ. В ходе реализации проекта фактическое выполнение на циклограмме указывает на реальные темпы работ, что позволяет выявить возможные отклонения и их влияние на оставшиеся работы, обозначить необходимость внесения соответствующих корректировок и включения в план мероприятий, направленных



Рис. 7. Интеграция ПО TILOS в информационную систему для управления проектами

на ликвидацию отклонений и возвращения к целевым показателям проекта.

Список литературы

1. Primavera в управлении проектами. Практическое пособие. Под ред. В.В. Трофимова, А.В. Цветкова, Д.А. Евсеева, В.С. Карповой. Изд. ЗАО «ПМСОФТ» 2008.
2. Microsoft Project 2010 в управлении проектами. Под ред. А.В. Цветкова. Изд. «БХВ-Петербург». 2012.
3. Управление проектами: справочник для профессионалов. 2-е издание. Под ред. А. В. Цветкова и В. Д. Шапиро. Изд. «Омега-Л». 2010.
4. Организация строительства поточным методом. Под ред. Е.В. Аленичева: Изд. Тамб. гос. техн., 2004.
5. Технология и организация реконструкции зданий. Уч. пособие. Под ред. В.Ф. Александровой, Ю.И. Пастухова, Т.А. Расиной. Изд. СПбГАСУ. 2011.

*Еремин Дмитрий Викторович, Зимица Диана Алексеевна,
Зинченко Виктор Сергеевич, Дубовенко Светлана Викторовна — консультанты Департамента проектных
решений и технологий ГК ПМСОФТ.
Контактный телефон (495) 232-1100.
[Http:// www.pmssoft.ru](http://www.pmssoft.ru)*

ПЕНТАЙР

Хоффман McLean

ЗАЩИТИТЕ ТО, ЧТО ДЛЯ ВАС ВАЖНО

ЗАЩИТА И ОХЛАЖДЕНИЕ ВАШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Доверьте Pentair безопасность наиболее важного: надежной работы вашего оборудования. Используйте защитные конструктивы Hoffman, охлаждающее оборудование McLean и опыт наших экспертов – проектируйте с уверенностью в результате!

DESIGN WITH CONFIDENCE™

PentairEquipmentProtection.com