

# О сравнении и оценке технологии автоматизации проектирования автомобильных и железных дорог

**Е.С. СВИНЦОВ**, заведующий кафедрой «Изыскания и проектирование железных дорог» ПГУПС, профессор, д.т.н.

**Д-р Файт АППЕЛЬТ**, генеральный директор компании «А+С Консалт Исследования и Разработки», член комиссии по утверждению норм и правил проектирования автомобильных дорог, Германия, Дрезден

**В.Л. ШВЕЦОВ**, глава представительства «А+С Консалт Исследования и Разработки» в СНГ

**С.А. ДАВЫДОВ**, специалист «А+С Консалт Исследования и Разработки», Санкт-Петербург

**Автоматизация процессов проектирования уже давно затронула российские проектные институты. Ныне получил распространение ряд программных продуктов, имеющих непосредственное отношение к проектированию автомобильных и железных дорог. В то же время под автоматизацией понимаются и «чертежные» программы, в которых выполняется оформительская часть проекта. Перечислив все программы, можно получить весьма объемный список. Чтобы с минимальными затратами времени и с максимальным эффектом выбрать программное обеспечение (ПО), необходимо сформулировать критерии оценки и установить общие требования к потенциальной технологии автоматизации.**

На рис. 1 и рис. 2 представлены технологии проектирования новой дороги и выполнения проекта реконструкции и ремонта существующей дороги. Здесь учитывается только геометрическое проектирование. В реальности же при проектировании существует несколько таких взаимосвязанных вертикалей. В отдельных направлениях (не указанные на рисунках) можно выделить проектирование мостовых переходов и тоннелей, расчет экологических аспектов, стоимости строительства, затрат на эксплуатацию и срока окупаемости, разработку проектов организации строительства (ПОС), вопросы организации движения и т.д. Совокупность всех этих вертикалей принято называть комплексностью. Авторы не слышали о существовании таких комплексных систем, и вопрос их возможного создания не является темой этой статьи.

На рис. 1 и рис. 2 выделены исходные данные и результаты, которые должны учитываться системой автоматизированного проектирования (САПР). Мы не будем рассматривать САПР для планирования транспортной сети, системы оценки экологии и расчета экономических показателей, так как эти задачи имеют различный набор исходных данных и выполняются отдельными под-

разделениями. В САПР дорог возможна только их поверхностная оценка.

К САПР дорог предъявляются следующие требования:

- Несмотря на то, что в данной статье мы не будем учитывать другие разделы проектирования, обмен данными с ними должен обеспечиваться. В связи с этим одним из основных требований является наличие интерфейсов. Например, возможность экспортировать данные из программы для проектирования дорог в программу для организации дорожного движения позволит с минимальным дополнением специфическими параметрами продолжать расчет уже в другом разделе без повторного задания параметров дороги. Нужно также подчеркнуть, что программ, используемых при проектировании дорог, существует множество, и не все они являются промышленными стандартами. Поэтому необходимо, чтобы пользователь сам мог настраивать обменные форматы данных. Другим решением этой задачи может быть создание единого обменного формата для всех САПР на базе некоего сетевого внеплатформенного продукта, поддерживающего многоформатный асинхронный обмен между любыми известными протоколами (S-агент). Такой принцип изображен на рис. 3.

- *Соответствие САПР логике проектирования.* Непременное условие —

чтобы САПР подразумевала четкую последовательность действий, возможность оценки и возвратов на предыдущие этапы с целью корректировки проектных решений. При этом должна иметься возможность решать требуемые задачи без подключения других программ. Если в процессе проектирования возникнут новые специализированные задачи, программа должна располагать возможностью быстрого адаптирования.

- Важным требованием также следует считать *точность применяемых математических алгоритмов, а также соответствие этих алгоритмов нормативным документам.*

- В случае отказа САПР или аппаратного обеспечения *данные не должны быть повреждены.* Либо же САПР должна быть в состоянии восстановить поврежденные данные.

- Для сокращения времени на рутинную работу и перебор вариантов, программы для проектирования должны иметь, кроме специфического инструментария, и *особые интеллектуальные функции*, помогающие инженеру принимать решения. Существуют различные методы решения данной задачи — от простой прокладки линии с заданным максимальным уклоном (в проектировании продольного профиля дорог) до сложных математических алгоритмов, позволяющих учитывать множество противоречащих друг другу параметров. Например, не всегда максимальный продольный уклон позволяет соблюсти допуски по высоте насыпи и глубине выемки. Данные функции могут применяться при проектировании плана (автоматическое построение плана), продольного профиля (построение проектной линии) и индивидуально-поперечного профиля (с учетом результатов расчета прочности основания и устойчивости земляного полотна).



**Рис. 1. Технологическая последовательность действий при выполнении проекта новой дороги**



**Рис. 2. Технологическая последовательность действий при выполнении проекта реконструкции и ремонта дороги**

● По завершении проекта необходимо *подготовить проект к представлению и защите* (полное отображение данных проекта, электронная пояснительная записка со ссылками и чертежами, подготовка для выкладывания в сеть Интернет, бумажная документация), а также выполнить его *архивирование*.

Требования, накладываемые пользователем:

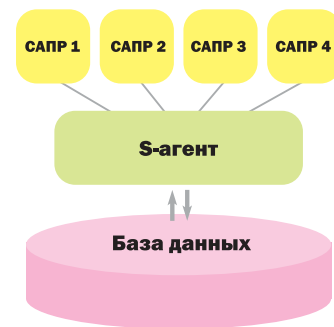
● Во многих проектных институтах сложилась определенная последовательность действий. Поэтому САПР должна иметь возможность подстроиться под эту последовательность и выполнять все задачи, входящие в последовательность.

● В настоящее время не все проектировщики в достаточной мере знакомы со специализированным ПО именно для проектирования дорог, и при его использовании возникает сравнение с программами другого класса — так называемыми «чертежными». Поэтому САПР призвана быть похожей на ПО,

получившее широкое распространение (например — AutoCAD). Это позволит легче осваивать САПР.

● После ознакомления с САПР у пользователя всякий раз появляется желание «подогнать» ее под себя и расширить свои возможности для выполнения специфических задач, оптимизировать выполнение определенной последовательности действий, учесть изменившиеся нормы или требования заказчика. Поэтому САПР должна быть открытой для любых дополнений или изменений. Некоторые возможности самостоятельной настройки САПР заложены, например, в немецкий комплекс для проектирования дорог CARD/1.

● Программа должна быть удобной при циклической работе с проектом. То есть при изменении одних данных другие данные не должны разрушаться. Например, при изменении положения участка трассы в плане, запроектированный продольный профиль на неизменяемых участках остается прежним.



**Рис. 3. Принцип обмена данными между различными САПР и общей базой данных**

● Учитывая существующую привязанность к бумажным материалам, САПР должна, в соответствии с требованиями к оформлению, выдавать печатную документацию по проекту.

● Пользователь не должен платить за лишние функции. Это определяет еще одну особенность САПР — модульность (то есть возможность сконструировать функциональность в зависимости от решаемых пользователем задач).

Конечно, для формирования показателей нужно оценить множество факторов. На основе приведенных выше требований необходимо вывести некоторые обобщенные критерии, по которым можно было бы оценить стоимость затрат, окупаемость системы и эффект от внедрения САПР.

Например, такой критерий, как **Внедряемость**, может включать в себя и дружелюбность интерфейса, и спектр охватываемых задач, решаемых в этой системе автоматизации, и простоту их выполнения, а также соответствие системного комплекса установленному технологическому процессу выполнения проекта.

**Функциональность** — критерий, зависящий не только от наличия определенной функциональной возможности, но и от необходимости ее использования в конкретном случае. Например, есть возможность автоматического построения плана, но ею все равно никто не пользуется, так как отсутствуют соответствующие исходные данные. В этот же пункт можно включить и точность математических алгоритмов.

И наконец — интегральный критерий — **Эффективность**. Кроме того, что он будет суммировать критерии «Внедряемость» и «Функциональность», здесь также должны рассматриваться выполняемые проекты — насколько полно они реализованы в соответствующей системе проектирования. Сюда же можно включить такой параметр, как защита проектных данных от повреждения при отказе САПР.