©Т.В. Гавриленко, сайт http://road-project.okis.ru

Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2005. - № 3 (18). – С. 32-33.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ АКАДЕМИИ

Т.В. Гавриленко, кандидат технических наук
Красноярская государственная архитектурно-строительная академия, Россия

Программный комплекс автоматизированного проектирования CREDO, разработанный научно-производственной компанией «Кредо-Диалог» (г. Минск), нашел широкое применение среди организаций, занимающихся проектированием транспортных сооружений. Этот программный продукт является мощным инструментом, обращение с которым требует определенных знаний и пользовательского опыта.

На кафедре «Автомобильные дороги» Красноярской государственной архитектурно-строительной академии уже несколько лет ведется обучение студентов навыкам автоматизированного проектирования в среде CREDO. В рамках дисциплины «Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог» студенты знакомятся с рабочей средой комплекса и выполняют лабораторные работы. Ежегодно с помощью этого программного продукта разрабатывается несколько дипломных проектов строительства автомобильных дорог.

Комплекс CREDO представляет собой непрерывно развивающуюся систему, состоящую из нескольких взаимосвязанных блоков. Версия комплекса, установленная в компьютерном классе кафедры, включает в себя программные продукты первого и второго поколений. К ним относятся следующие блоки: CREDO_DAT – система камеральной обработки инженерно-геодезических работ; CREDO_GEO – система создания объемной геологической модели местности; CAD_CREDO – система проектирования автомобильных дорог и оценки качества проектных решений; CREDO_MIX – система создания цифровой модели местности и геометрического проектирования. В классе установлена сетевая версия CREDO на 10 рабочих мест.

При автоматизированном проектировании транспортных сооружений в качестве топографических данных района проектирования используется цифровая модель местности (ЦММ). Ее создание базируется на изыскательской

информации, вводимой в компьютер различными способами [1]. Чаще всего исходными данными для построения ЦММ являются результаты наземной площадной съемки, выполненной электронными приборами и обработанные блоком CREDO_DAT.

Сложность и полнота цифровой модели главным образом зависит от объема вводимой информации и назначения ЦММ. Система CREDO_MIX позволяет создавать ЦММ с многоуровневыми структурами, которые могут описывать объекты практически любой сложности. Для учебных целей на кафедре «Автомобильные дороги» была разработана довольно простая цифровая модель местности, состоящая всего из двух слоев [2]. Первый слой содержит информацию о высотном положении точек местности и является цифровой моделью рельефа (ЦМР). Второй слой описывает ситуацию на местности и является цифровой моделью ситуации (ЦМС). Построенная ЦММ моделирует земную поверхность площадью 76,2 км². В ней присутствуют реки, обрывы, овраги, лесные массивы и населенные пункты. За основу ЦММ принята регулярная сетка с размером стороны квадрата равным 200 м, которая дополнена характерными точками рельефа (вершинами холмов, минимальными точками понижений) и структурными линиями, моделирующими водоразделы, тальвеги и долину реки. Исходные данные снимались с учебной карты масштаба 1:25000 и вводились вручную с клавиатуры.

Разработанная цифровая модель позволяет рассмотреть большое количество вариантов трассы со значительным отклонением от воздушной линии. При этом длина трассы по воздушной линии может достигать 10 км.

Проектирование вариантов трассы выполняется на ЦММ графическими средствами CREDO_MIX. На начальном этапе освоения программного комплекса CREDO (при выполнении первых дипломных проектов в 2001 г.) трассирование осуществлялось по методу тангенсов. Позиционированием курсора мыши на ЦММ задавались контрольные точки, определяющие углы поворота трассы. Через них специальными графическими методами проводились прямые линии и в образовавшиеся углы поворота вписывались окружности, сопряженные с прямыми линиями отрезками клотоид. Далее из участков этих геометрических элементов автоматизированным способом создавался объект – линия оси дороги, разбитая на пикеты.

При машинной реализации метода тангенсов приходится использовать значительное количество графических средств программы CREDO_MIX, поэтому с целью эффективного овладения этими средствами, данный способ

проектирования трассы изучается студентами в одной из лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог». В настоящее время в дипломном проектировании трассирование выполняется в виде плавной линии с постоянно меняющейся кривизной [3]. Применение данного метода позволяет оптимально вписать дорогу в рельеф местности. При этом трасса может состоять из сочетания элементов трех типов: прямых, круговых кривых и клотоид. Длины клотоид в рассматриваемом методе обычно существенно превышают нормативные значения, необходимые для соблюдения условий плавности нарастания центробежного ускорения. Тем самым обеспечивается отсутствие зрительных искажений вида дороги при взгляде на впереди расположенные участки. Данный способ проектирования реализуется в системе CREDO_MIX с помощью специального графического метода «Построение трассы в виде последовательности образующих ее элементов».

Большим достоинством программного комплекса CREDO является возможность просмотра грунтового разреза по оси трассы практически в любых масштабах. Визуальный анализ продольных профилей земли позволяет проанализировать запроектированные объекты, выбрать из них трассы, проходящие по более спокойному рельефу, или скорректировать их на отдельных участках. В рамках дипломного проектирования обычно из 6-8 вариантов трассы для построения продольного профиля автомобильной дороги выбираются 2.

Дальнейшее проектирование автомобильной дороги происходит в системе CAD_CREDO, в которую данные по оси дороги экспортируются из CREDO_MIX с помощью довольно простой операции «Экспорт трассы в проектирующие системы». Проектная линия продольного профиля автомобильной дороги в CAD_CREDO может быть построена тремя способами: автоматизированным проектированием в режиме оптимизации, сплайн-интерполяцией опорных точек, а также конструированием проектной линии по опорным точкам и элементам. Первый способ является основным. В нем проектная линия строится с помощью кубических сплайнов. Она минимизируется по суммарному относительному отклонению кривизны и уклонов проектной линии от заданных ограничений и суммарным дополнительным объемам земляных работ. Описание методов и преимуществ профиля, запроектированного с помощью кубических сплайнов, по сравнению с профилем, вы-

полненным в виде последовательности квадратичных парабол, приведено в [4].

Основным недостатком сплайн-интерполяции является плохо поддающаяся формализации расстановка узлов сплайна. Поэтому при построении и корректировке проектной линии использование лишь одного метода обычно бывает недостаточным. Наиболее приемлемым оказался способ, когда сначала ведется проектирование линии оси дороги кубическими сплайнами в режиме оптимизации, затем на отдельных стесненных участках она корректируется на взгляд проектировщика, т.е. передвигаются или убираются лишние узлы сплайнов, криволинейные участки заменяются прямолинейными и т.п.

Грунтовый разрез на продольном профиле дороги моделируется системой CREDO_GEO. Из глобального списка грунтов, имеющегося в системе, составляется локальный список грунтов, встречающихся по трассе. В соответствии с исходными данными на дипломное проектирование в местах расположения скважин и шурфов задаются геологические колонки. Границы раздела грунтов моделируются в программе сплайнами.

Построенные варианты дороги оцениваются по скоростям движения расчетных автомобилей, коэффициентам аварийности, безопасности, а также по графикам видимости и перспективному изображению автомобильной дороги в мультфильме.

В дипломных проектах, выполненных в системе CREDO в 2004 г., обязательным разделом была экологическая оценка проектируемого участка дороги. Были построены границы распространения вредных выбросов и шума при различных скоростях и направлениях ветра. Предлагались мероприятия по уменьшению области распространения выбросов в случае многорядной посадки деревьев различных пород. Результаты расчетов докладывались на Всероссийской конференции [5].

Особенностью дипломных проектов, выполненных в системе CREDO, является их преемственность. Это позволяет с каждым годом решать все более сложные задачи автоматизированного проектирования. В 2005 г. студентом Бушуевым Л. был разработан автоматизированным способом проект пересечения дорог в одном уровне. В качестве исходных данных была дана учебная цифровая модель местности, пересечение осей дорог 3-й категории под прямым углом, перспективная интенсивность движения и климатические условия одного из районов Красноярского края.

В проекте графическими методами CREDO_MIX разработаны два варианта транспортных узлов – кольцевое и простое пересечение с правоповоротными съездами. Автоматизированное проектирование позволило в довольно короткие сроки проанализировать для них различные сочетания геометрических элементов (диаметр кольца, радиусы съездов, длины переходно-скоростных полос и т.п.) и выбрать наиболее оптимальные элементы транспортных узлов. Затем варианты пересечений сравнивались по ряду показателей. Для них была проведена оценка безопасности, подсчитаны площади занимаемых земель и объемы работ. Построены продольные и поперечные профили пересекающихся дорог и элементов узлов (съездов, кольца). Анализ обеспечения отвода воды с поверхности пересечений сделан на основе вертикальной планировки.

С целью успешного изучения программы CREDO_MIX разработаны два методических указания: «Построение цифровой модели местности в рабочей среде CREDO_MIX» и «Проектирование элементов транспортных сооружений в рабочей среде CREDO_MIX».

Литература

1. Филиппов В.В., Величко Г.В., Пигин А.П. Полосные изыскания как основа оптимизации проектных решений // Автомобильные дороги, 2000 г., № 9. – С. 6-8.
2. Комчарукова М.Г., Комчаруков В.А., Ланг В.И., Суркова Г.В., Гавриленко Т.В. Опыт создания цифровой модели местности программой CREDO // Проблемы архитектуры и строительства. Сб. материалов XIX Региональной научно-технической конференции – Красноярск: КрасГАСА, 2001. – 299 с.
3. Гавриленко Т.В., Коробейник И., Алиев С. Автоматизированное проектирование плана трассы программой CREDO // Проблемы архитектуры и строительства. Сб. материалов XX Региональной н.-техн. конф. – Красноярск: КрасГАСА, 2002. – С.188-189.
4. Филиппов В.В., Величко Г.В. Проектирование продольного профиля в CREDO кубическими сплайнами //Автомобильные дороги. 2000 г. № 10 – С. 34-35.
5. Комплексный мониторинг экологической безопасности на автомобильных дорогах с использованием программы «КРЕДО» // Труды Третьей Всероссийской ФАМ’2004 конференции.– Красноярск: ИВМ СО РАН, 2004. – Ч. 2. - С. 109-117.