

Проектирование объектов придорожного сервиса в прикладных САПР АД

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.5

Поспелов П.И., д.т.н., профессор, первый проректор МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Щит Б.А., к.т.н., доцент МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Пуркин А.В., к.э.н., МАДИ (г. Москва)

Овчинников М.А., к.т.н., директор НПФ «Топоматик» (г. Санкт-Петербург)

Вершков А.А., инженер НПФ «Топоматик» (г. Санкт-Петербург)

Зобнин М.Н., инженер «Autodesk CIS» (г. Москва)

Жуков А.В., инженер «Autodesk CIS» (г. Москва)

Елугачев П.А., к.т.н., директор ООО «Индор-Мост» (г. Томск)

Катасонов М.А., заместитель директора ООО «Индор-Кузбасс» (г. Кемерово)

Величко Г.В., к.т.н., главный конструктор компании «Кредо-Диалог» (г. Минск)

Сикорская Л.И., инженер компании «Кредо-Диалог» (г. Минск)

В данной статье представлены возможности проектирования объектов дорожного сервиса с использованием систем автоматизированного проектирования, получивших наибольшее распространение в дорожных проектных организациях России и стран СНГ: AutoCAD Civil 3D (Autodesk, США), CREDO («Кредо-Диалог», Беларусь), IndorCAD («ИндорСофт», Томск) и «Топоматик Robur» («Топоматик», Санкт-Петербург).

Проблемы обеспеченности автомобильных дорог в Российской Федерации объектами дорожного сервиса (ОДС) в современных условиях являются весьма острыми. Сеть автомобильных дорог РФ недостаточно обеспечена даже топливозаправочными станциями. Ещё острее ситуация с наличием стоянок, площадок отдыха, мотелями, станциями технического обслуживания, предприятиями питания и торговли, другими объектами дорожного сервиса. Следует отметить, что большинство имеющихся объектов сервиса по вопросам безопасности и комфорта не отвечают современным требованиям.

Отсутствие оборудованных мест вынуждает водителей использовать для остановки и стоянки обочины, а иногда и проезжую часть автомобильных дорог, что нередко яв-

ляется причиной дорожно-транспортных происшествий с тяжёлыми последствиями.

Особенно актуальна эта проблема для автомагистралей, где скорость движения выше, чем на обычных дорогах, и более высокие требования безопасности. В последние годы ситуация в отдельных регионах усугубляется введением запрета на въезд в некоторые крупные города в дневное время, что вынуждает водителей ожидать «разрешённого» времени на подъездах к населённым пунктам. Запрет на стоянку грузовых транспортных средств (полной массой более 12 т) на подъездах к таким населённым пунктам не решает указанную проблему из-за недостаточного количества стоянок.



Отсутствие оборудованных мест вынуждает водителей использовать для остановки и стоянки обочины, а иногда и проезжую часть автомобильных дорог, что нередко является причиной дорожно-транспортных происшествий...

ОДС являются неотъемлемым элементом современной автомобильной дороги. Услуги, предоставляемые на ОДС, могут быть весьма различными: обеспечение топливом и другими расходными материалами, пункты питания, техническое обслуживание подвижного состава, места отдыха и стоянки, мотели, кемпинги и др. В современных условиях всё большее развитие получают ОДС, предоставляющие комплекс различных услуг. Размещение объектов дорожного сервиса на автомобильных дорогах и способы доступа к ним могут решаться различными способами. Большая вариативность объектов ОДС по функциональному назначению, наличию зданий и сооружений, местным условиям и прочим факторам требует тщательной проработки при проектировании. На этом этапе должны разрабатываться планировочные и конструктивные решения, высотное обоснование и вопросы водоотвода, рассматриваются вопросы применения технических средств организации дорожного движения.

Правовой аспект решения проблемы организации дорожного сервиса определён постановлением Правительства РФ [1] и распоряжениями Минтранса РФ [2, 3, 4]. С целью нормативно-методического обеспечения проектирования ОДС на кафедре изысканий и проектирования дорог МАДИ по контракту с Управлением эксплуатации автомобильных дорог Росавтодора подготовлен проект ОДМ «Методические рекомендации по планировке объектов дорожного сервиса и организации движения в зоне их размещения» (далее — Методический документ).

В Методическом документе:

- представлена классификация, функциональное назначение и состав объектов дорожного сервиса;
- даны рекомендации по расположению объектов дорожного сервиса вдоль дороги;
- предложены принципиальные планировочные решения площадок для размещения объектов

дорожного сервиса и участков автомобильных дорог в зоне их расположения;

- даны рекомендации по размещению объектов различного назначения непосредственно на территории ОДС: зоны парковки транспортных средств с учётом размеров парковочных мест расчётных транспортных средств [5];
- приведены рекомендации по оборудованию парковочных мест;
- рассмотрены особенности планировки многофункциональных зон дорожного сервиса;
- особое внимание уделено вопросам организации движения как на территории, так и на участках автомобильных дорог в зоне размещения ОДС.

Для повышения качества проектных решений в проект Методических рекомендаций включён раздел, в котором представлены возможности проектирования ОДС с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР), получивших наибольшее распространение в дорожных проектных организациях России и стран СНГ: «Топоматик Robur», CREDO, IndorCAD, AutoCAD Civil 3D. В данной статье представлены материалы этого раздела Методических рекомендаций, подготовленные при участии разработчиков указанных выше САПР.

Общие положения по автоматизированному проектированию территории объектов дорожного сервиса и участков автомобильных дорог в зоне их размещения.

При автоматизированном проектировании площадок для размещения ОДС и на участках автомобильных дорог в зоне их размещения принята следующая последовательность выполнения работ.

1. Подготовка исходных материалов для проектирования. Начинается с определения наилучшего расположения объектов дорожного сервиса по длине дороги с учётом их функционального назначения и состава. Подготовку осуществляют на основа-

нии импортированных в САПР космоснимков, данных ГИС, растровых изображений топографических планов и карт.

2. Загрузка исходных данных. В качестве загружаемых в систему исходных данных могут использоваться любые виды геодезических измерений, данные геологических изысканий, существующие схемы, планы, чертежи в векторном или растровом виде, данные лазерного сканирования, материалы аэро- и космосъёмки.

3. Назначение геометрических размеров объектов дорожного сервиса. Осуществляется с анализом доступности мест для разворота, движения и парковки транспортных средств с учётом их габаритов. При этом рекомендуется использовать программные продукты моделирования движения автомобилей при въезде/выезде и маневрировании во время парковки (табл. 1).

4. Автоматизированное проектирование площадок для размещения ОДС и участков автомобильных дорог в зоне их размещения. Проектирование выполняется с использованием функциональных возможностей САПР, результатом которого являются проектные поверхности ОДС.

5. Оценка результатов проектирования. Этот этап включает:

- оценку обеспечения отвода поверхностных вод;
- проверку возможности маневрировании транспортных средств с учётом их габаритов при движении по территории ОДС и во время парковки. При «ручном» проектировании проверку осуществляют с использованием шаблонов расчётных транспортных средств (п. 5.2.1.4 методического документа), при автоматизированном проектировании территории ОДС — с использованием программных продуктов, приведённых в таблице 7.1;
- проверку условий видимости объекта сервиса с автомобильной дороги и видимости условий движения на автомобильной дороге

Таблица 1. Программные продукты моделирования динамических габаритов и маневрирования при парковке транспортных средств

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА	РАЗРАБОТЧИК, КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ТРЕБУЕМАЯ ПЛАТФОРМА
AutoTURN	<ul style="list-style-type: none"> - моделирование движения и маневрирования транспортных средств со скоростями до 60 км/час; - трёхмерное движение по 3D-поверхности; - возможность локализации под различные транспортные средства; - графическое представление динамических габаритов с указанием траекторий: внешних и внутренних колёс, характерных точек кузова; - генерация угловых траекторий; - генерация траектории пути по дуге; - создание «шаблонов» разворота транспортных средств. 	Transoft Solutions Inc. E-mail: alr@transoftsolutions.com www.transoftsolutions.com	Autodesk 2007–2015, Micro-station V 8.1, V8.5, V8XM, V8i
ParkCAD	<ul style="list-style-type: none"> - автоматизированное моделирование парковочных мест; - динамическая генерация островков; - определение точек въезда на парковки и выезда - с них; - изменение направлений проездов автомобилей; - создание дорожек для пешеходов; - нумерация машиномест 		AutoCAD 2007–2014, Micro-Station V 8.1, V8.5, V8XM, V8i
Vehicle Tracking	<ul style="list-style-type: none"> - трёхмерное движение по 3D-поверхности; - библиотека разных типов модели; - возможность редактирования параметров транспортных средств; - возможность применения анимации у нескольких транспортных средств одновременно; - видимость; - автоматическое моделирование парковочных мест; - моделирование движения и маневрирования транспортных средств с учётом скорости. 	Autodesk www.autodesk.com/education/free-software/vehicle-tracking	Autodesk 2013–2014, MicroStation V8i
IndorCAD 9	<ul style="list-style-type: none"> - графическое представление динамических габаритов; - возможность выбора разных моделей транспортных средств; - возможность редактирования параметров транспортных средств; - анализ траектории движения. 	ООО «ИндорСофт» E-mail: support@indorsoft.ru www.indorsoft.ru	(внешняя платформа не требуется)
MS Turn	<ul style="list-style-type: none"> - моделирование поворота транспортных средств с учётом скорости; - возможность выбора типа транспортных средств; - возможность редактирования параметров автомобилей; - визуальный отчёт о расположении угла колеса и элементов. 	Glamsen E-mail: ars.karlsson@glamsen.se www.glamsen.se/MSTurn.htm	Micro-station V 8
CadTools (ToolBox)	<ul style="list-style-type: none"> - трёхмерное движение по 3D-поверхности; - моделирование поворота транспортных средств с учётом скорости; - возможность выбора типа транспортных средств; - возможность редактирования параметров автомобилей; - визуальный отчёт о расположении угла колеса и элементов. 	Glamsen E-mail: ars.karlsson@glamsen.se http://www.glamsen.se/MSTurn.htm	Autodesk 2001–2015
BricsTurn	<ul style="list-style-type: none"> - моделирование поворота транспортных средств с учётом скорости; - возможность выбора типа транспортных средств; - возможность редактирования параметров автомобилей; - визуальный отчёт о расположении угла колеса и элементов. 	Glamsen E-mail: ars.karlsson@glamsen.se www.glamsen.se/BricsTurn.htm	Bricscad V10
GeoniCS Траектории движения (Autopath)	<ul style="list-style-type: none"> - интеллектуальная технология поворота; - динамическое изменение траектории; - вертикальный просвет (клиренс); - настраиваемая библиотека транспортных средств; - графические результаты анализа; - расчёт угла сочленения между транспортным средством и прицепом; - учёт скорости движения; - учёт сцепления колес с покрытием. 	CSoft E-mail: sales@csoft.ru www.csoft.ru	Autodesk 2010–2013
Autopath	<ul style="list-style-type: none"> - моделирование движения и маневрирования транспортных средств с учётом скорости; - возможность выбора типа транспортных средств. 	CGS plus LLC E-mail: info.usa@cgsplus.com www.cgsplus.com	Autodesk 2010–2014, Bricscad V12, 13 и V13

при выезде с объекта сервиса (согласно рекомендациям п. п. 5.5.14–5.5.17 Методического документа);

- визуализацию «облёта» планировочного решения территории объекта сервиса и участка автомобильной дороги в зоне его размещения.

На этом этапе при необходимости осуществляется корректировка результатов проектирования.

6. Вывод результатов. Результаты выводятся в виде таблиц, чертежей, файлов для реализации планировочных решений в 3D-системах автоматического управления (3D-CAU), видеоматериалов для демонстрации заказчику.

Особенности комплекса программных продуктов компании Autodesk при проектировании объектов дорожного сервиса

Особенностью комплекса программных продуктов компании Autodesk является возможность предварительного концептуального проектирования ОДС. Используемый на этапе концептуального проектирования программный продукт Roads and Highways Module for InfraWorks позволяет, при размещении архитектурных объектов и планировочных решений ОДС в 3D-модели существующей инфраструктуры, выполнить их наглядную визуализацию для демонстрации заказчику. Возможно также формирование видеороликов модели и качественных фотореалистичных изображений (рендеров). При необходимости возможна публикация вариантов размещения ОДС в интернете для представления широкому кругу заинтересованных лиц.

После выбора концепции размещения и планировки ОДС выполняют импорт выбранного варианта для детального проектирования. Проектирование ОДС возможно следующими способами.

1. Рассматривают ОДС как часть модели дороги, создаваемой на уширении земельного полотна. В этом случае проектирование ведётся с использованием возможностей динамического 3D-объекта линейного сооружения в AutoCAD Civil 3D — коридора. При построении коридора используются трассы и профили по оси и кромке дороги, а также границы ОДС, представленные в виде трассы или 3D-полилинии. При наличии газонов, островков безопасности описывающие их геометрию полилинии также могут быть добавлены в модель коридора.

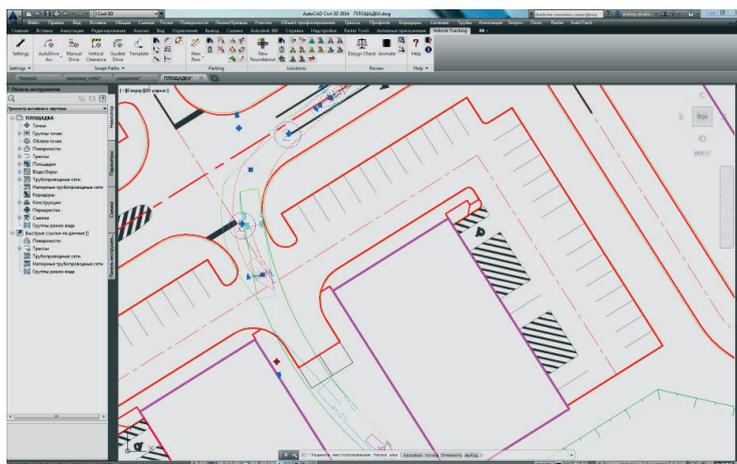
2. При проектировании ОДС вне пределов земельного полотна используется динамический 3D-объект AutoCAD Civil 3D перекрёсток, который позволяет автоматически по указанным трассам и профилям автомобильной дороги и съезда с неё получить 3D-модель в виде коридора. Сама площадка для размещения ОДС

в данном случае проектируется с использованием объектов профилирования AutoCAD Civil 3D — динамических 3D-объектов, позволяющих смоделировать проектную поверхность проектируемого объекта с автоматическим построением откосов и расчётом объёмов земляных работ.

В качестве исходных данных для построения объектов профилирования используются 2D- или 3D-полилинии по границе проектируемого объекта. Использование объектов профилирования позволяет также оптимизировать объёмы земляных работ по площадке в автоматическом режиме (получить нулевой баланс земляных работ или заданный пользователем фиксированный объём), что способствует сокращению стоимости строительства ОДС за счёт минимизации расходов на производство земляных работ.

При наличии значительного по площади ОДС, находящегося на удалении от дороги, проектирование выполняется с использованием объектов профилирования по границам объекта. Для создания микропланировки на территории объекта используются характерные линии — 3D-линии

а)



б)

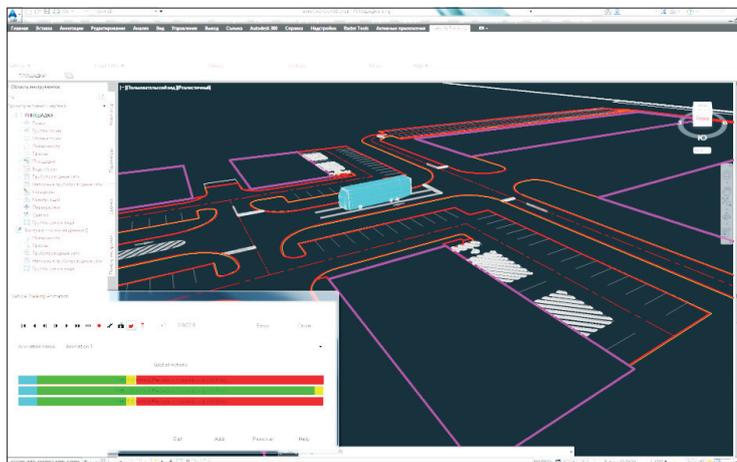


Рис. 1. Интерфейсы модуля Autodesk Vehicle Tracking: а) 2D-интерфейс; б) 3D-интерфейс

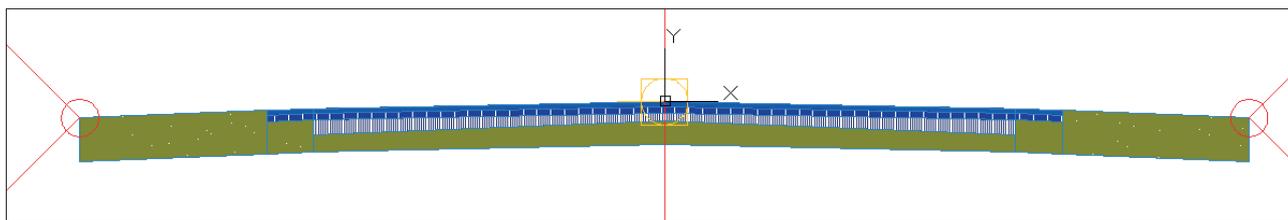


Рис. 2. Объект-конструкция AutoCAD Civil 3D

— содержащие проектные отметки в характерных точках.

Результатом проектирования является проектная поверхность по ОДС, а также автоматически формируемые на основе модели:

- таблицы объёмов земляных работ;

- таблицы материалов конструктивных слоёв дорожной одежды;
- таблицы площадей и покрытий;
- ведомости по планам и профилям съездов;
- картограмма земляных работ;
- баланс земляных масс.

При планировке территории для размещения ОДС моделируют траектории движения и динамические габариты транспортных средств с использованием программного продукта Autodesk Vehicle Tracking, что позволяет выполнить планировку территорий ОДС и зоны их размещения оптимальным образом, обеспечив возможность для беспрепятственного проезда, маневрирования и парковки (рис. 1а).

Определение оптимальной геометрии осуществляется с учётом габаритов расчётных транспортных средств. Библиотека транспортных средств Autodesk Vehicle Tracking является пополняемой, благодаря чему пользователи могут внести габаритные параметры даже самых нестандартных транспортных средств.

Интерактивные инструменты моделирования движения Autodesk Vehicle Tracking позволяют редактировать траектории и выполнять 3D-визуализацию (рис. 1б).

При планировке территории ОДС с помощью инструментов создания 3D-модели (коридора) дороги как линейного объекта полученные на этапе планирования территории границы площадки могут быть автоматически преобразованы в динамические объекты AutoCAD Civil 3D — трассы и профили, необходимые для дальнейшего 3D-моделирования территории.

Для компоновки планировочных элементов в AutoCAD Civil 3D используются динамические объекты — конструкции (рис. 2). В AutoCAD Civil 3D есть библиотека стандартных элементов конструкций для разных элементов дороги: проезжей части, обочин,

тротуаров, бортовых камней и т.д. Имеются также преднастроенные (готовые) конструкции (рис. 3).

В качестве целевых объектов при построении 3D-модели автомобильной дороги с уширением на территории площадки могут быть использованы трассы и профили по границам площадки. В этом случае выбранные части конструкции привязываются к этим трассам и составляют единую динамическую модель, все элементы которой связаны друг с другом и автоматически меняются при внесении изменений в проект.

При проектировании с использованием объектов профилирования в качестве исходных данных используются границы площадных объектов в виде полилиний AutoCAD, полученные на этапе планирования территории. Эти полилинии могут быть преобразованы в 3D-объекты Civil 3D — характерные линии с назначением им высотных отметок.

По полученным таким образом линиям можно выполнить автоматическое построение откосов (объектов профилирования) с заданным заложением для сопряжения проектируемого объекта с существующим рельефом. Важно отметить, что в этом случае у пользователя появляется возможность сразу получать информацию о планируемом объёме земляных работ и при необходимости оптимизировать его, задавая требуемое значение объёма (рис. 4).

С помощью приложения «Картограмма для AutoCAD Civil 3D» можно рассчитать и оформить картограмму площадки ОДС, при этом сохраняется динамика функционирования системы — при внесении изменений в проектную поверхность картограмма пересчитывается автоматически (рис. 5). Полученные в AutoCAD Civil 3D модели используются для автоматизированного формирования чер-

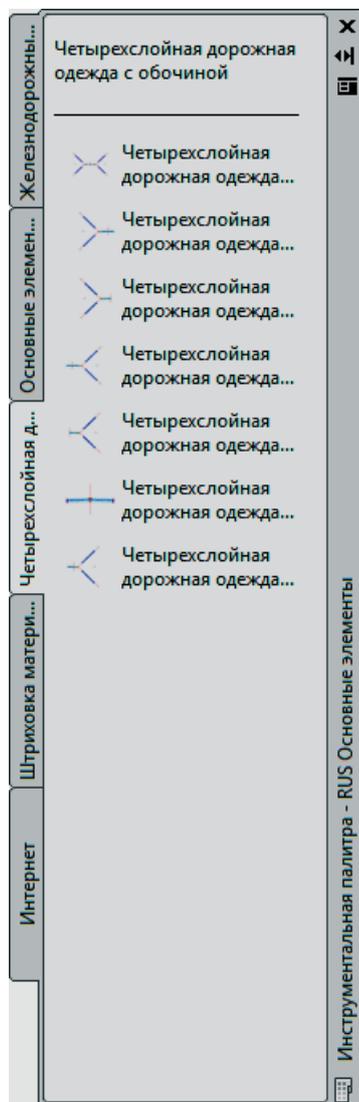


Рис. 3. Палитра преднастроенных инструментов конструкций AutoCAD Civil 3D

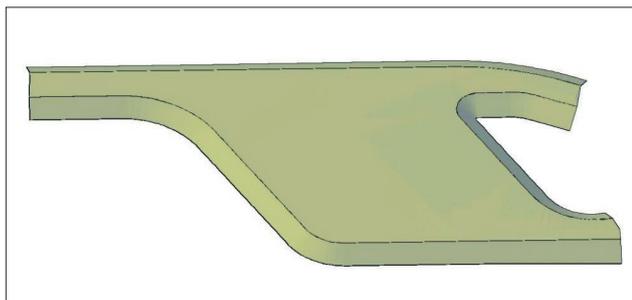


Рис. 4. 3D-модель площадки ОДС

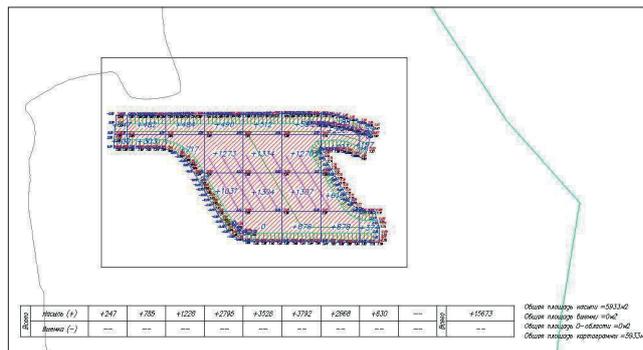


Рис. 5. Оформление картограммы объёмов работ в AutoCAD Civil 3D



Рис. 6. Визуализация планировочного решения с помощью модуля Civil View

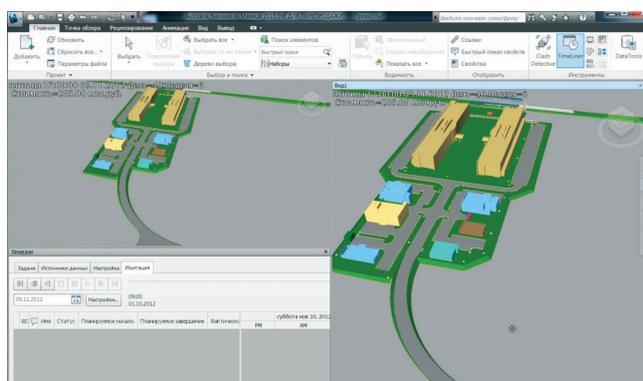


Рис. 7. Интерфейс Autodesk Navisworks для моделирования строительства ОДС

тежей в соответствии с заложенными в шаблонах российскими стандартами оформления.

С помощью модуля Civil View (рис. 6) возможна передача проектной модели Civil 3D для последующей профессиональной визуализации в 3ds Max.

С помощью программного продукта Autodesk Navisworks (рис. 7) осуществляется моделирование процесса строительства, составляются календарные графики и рассчитывается стоимость строительства на каждом этапе.

Особенности IndorCAD при проектировании ОДС

Система автоматизированного проектирования IndorCAD позволяет проектировать объекты дорожного сервиса любой сложности с учётом требований действующих нормативных документов [6-8].

При разработке проекта ОДС необходимо учитывать различные минимальные ограничения, накладываемые на планировочное решение:

- Расчётная скорость. Этот параметр используют при проектировании оттонов и виражей, а также при

расчёте скорости изменения центростремительного ускорения на кривых в плане автомобильной дороги в зоне размещения ОДС.

- Минимальные радиусы кривых в плане. В процессе проектирования плана при вписывании кривых можно проконтролировать отклонение от допустимых значений.
- Минимальные радиусы выпуклых и вогнутых кривых в продольном профиле. В случае выхода за пределы допустимых значений об этом выдаются соответствующие предупреждения.
- Габариты расчётного транспортного средства. Этот параметр используют при разработке планировочных решений на участках примыкания подъездов к ОДС и при размещении зоны парковочных мест на территории ОДС.

- Расстояние видимости. Этот параметр используют для построения графика видимости дороги в зоне размещения ОДС.

Инженерной основой для проектирования объектов дорожного сервиса в системе автоматизированного проектирования IndorCAD является цифровая модель местности. В качестве исходных данных можно использовать результаты выполнения геодезической съёмки, данные лазерного сканирования, файлы GPS-съёмок и др.

Качество планировочного решения определяется полнотой исходных данных. Функционал IndorCAD наряду с цифровой моделью местности позволяет учесть геологические и гидрологические особенности территории размещения ОДС. Положение и характеристики геологических слоёв оцениваются в любой проекции: продольном профиле трассы, поперечных

После проектирования генерального плана в автоматическом режиме создаётся проектная поверхность ОДС, при этом дополнительных построений не требуется.

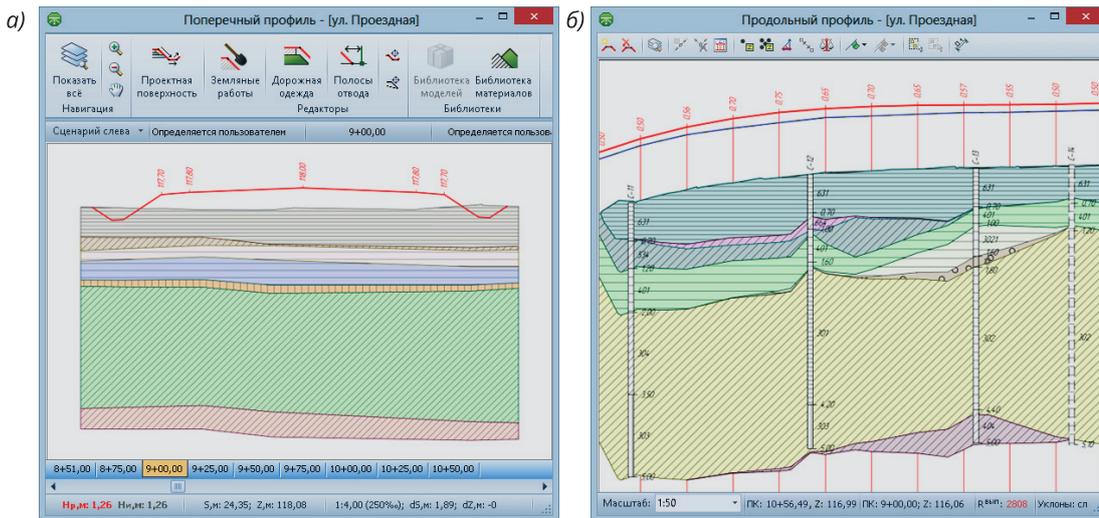


Рис. 8. Поперечный (а) и продольный (б) профили модели литологического строения земельного участка в месте размещения объекта дорожного сервиса

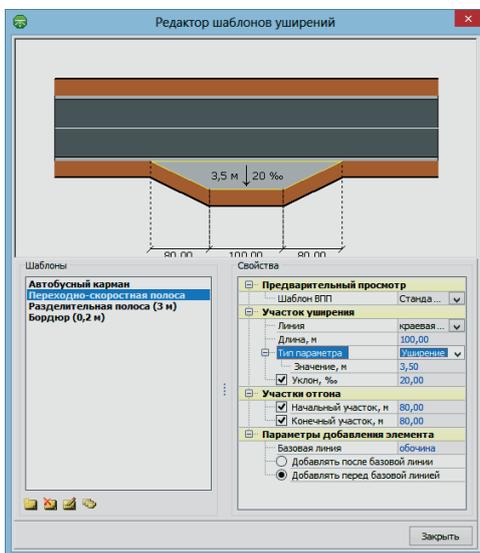


Рис. 9. Редактор шаблонов уширений земляного полотна

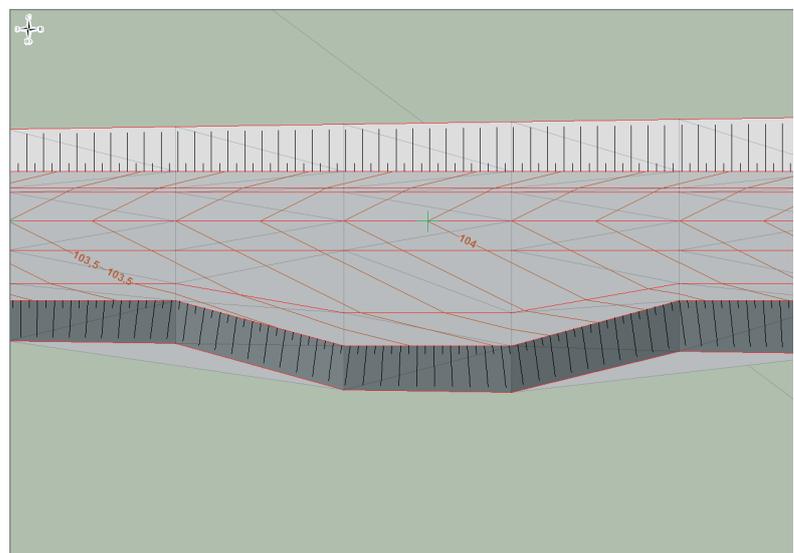


Рис. 10. Отображение вертикальной планировки

профилях трассы или произвольном сечении поверхности. Основой для создания объёмной геологической модели служат данные, введённые по геологическим колонкам. На основе информации о литологическом строении скважин система строит объёмную геологическую модель, которую можно увидеть в окне 3D-вида, а также проанализировать в любом сечении (рис. 8).

Перед созданием остановки общественного транспорта должна быть запроектирована автомобильная дорога в соответствии с действующими нормативными документами, а также выбрано место для размещения остановки.

Для размещения простейших ОДС, таких как, например, остановка общественного транспорта на автомобильной дороге, в САПР IndorCAD реализо-

вана функция «Шаблоны уширений» (рис. 9).

При помощи редактора шаблонов уширений можно практически в автоматическом режиме создавать остановочные пункты общественного транспорта, включая параметры пешеходно-скоростных полос и других полос, предназначенных для стоянки и парковки автомобилей.

На любом этапе проектирования в системе IndorCAD можно отобразить и проанализировать вертикальную планировку проектируемого объекта (рис. 10).

В системе автоматически формируется 3D-модель проекта ОДС с отображением всех элементов обустройства автомобильной дороги (рис. 11).

Ниже приводится пример использования программного комплекса IndorCAD при разработке планиро-

вочного решения ОДС индивидуального типа.

1. В первую очередь необходимо определиться с основными геометрическими параметрами и местоположением ОДС, а также выполнить проектирование основной автомобильной дороги (план, продольный и поперечные профили, место примыкания к ОДС) (рис. 12).

2. Далее производится проектирование генерального плана с учётом необходимых геометрических параметров ОДС с помощью имеющихся в IndorCAD инструментов трассирования.

3. После проектирования генерального плана в автоматическом режиме создаётся проектная поверхность ОДС, при этом дополнительных построений не требуется. Проектная поверхность позволяет оценить правильность при-



Рис. 11. Отображение 3D-модели проекта

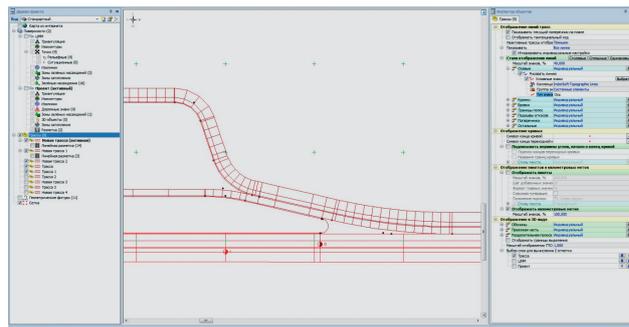


Рис. 12. Трассы элементов ОДС и автомобильной дороги в зоне его размещения

Рис. 13. Фрагменты проектной поверхности ОДС

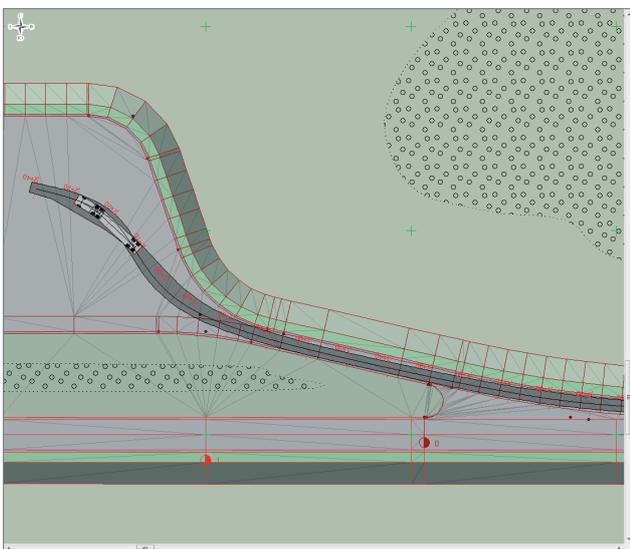
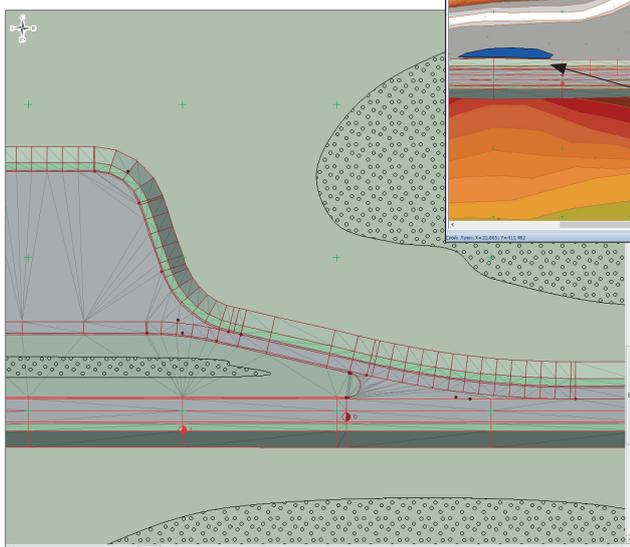


Рис. 15. Моделирование движения автомобилей

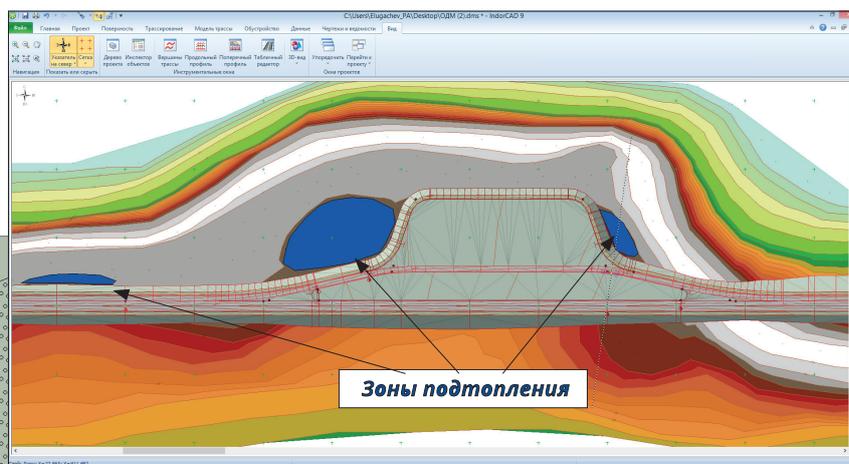


Рис. 14. Оценка проектного решения путём построения зон подтопления

нятых инженерных решений по проектированию элементов генерального плана в высотном отношении (рис. 13). При необходимости возможны изменения в проектной поверхности (путём изменения продольного или поперечных профилей ОДС, примыкания, переходно-скоростной полосы).

4. Для оценки обеспечения поверхностного водоотвода, необходимой для принятия решения о размещении ОДС, используется модель рельефа с размещённым на ней ОДС. Данный инструмент позволяет оценить степень подтопления территории, а также помогает определить необходимые инженерные мероприятия по борьбе с подтоплением (рис. 14).

5. Обязательной процедурой оценки планировочного решения ОДС является моделирование движения автомобилей при въезде/выезде и маневрировании во время парковки (рис. 15).

6. В системе IndorCAD реализован инструмент, позволяющий рассчитывать объёмы земляных работ по сетке на заданном участке плана. Сетка объёмов (рис. 16) позволяет узнать следующую информацию: высотные отметки двух поверхностей в узлах сетки, рабочие отметки (разность вы-

Рис. 16. Сетка картограммы объёмов работ на территории ОДС

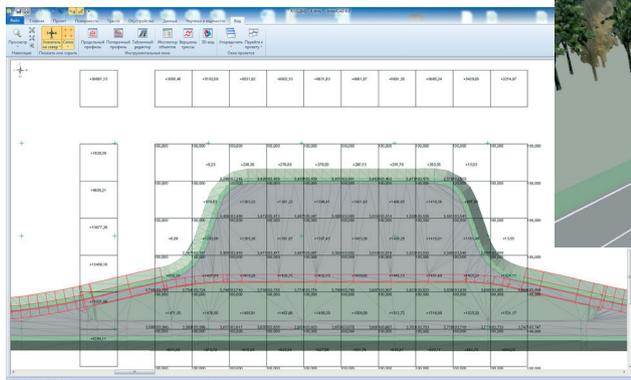


Рис. 17. Визуализация проектного решения территории ОДС и участка дороги в зоне его размещения

сотных отметок в этих точках), линию нулевых работ. Для каждой ячейки сетки отображаются объёмы работ по засыпке и срезке. Кроме этого, вычисляются суммарные объёмы работ по каждой строке и столбцу сетки.

7. Оценка проектных решений. Для визуальной оценки проектных решений используется модуль трёхмерной визуализации (рис. 17), позволяющий реалистично представить проект вместе с инженерным обустройством, зелёными насаждениями, зданиями и другими объектами, расположенными в зоне проектирования. Проектирование таких объектов осуществляется в окне плана проекта, но вместе с условными обозначениями объектов на плане формируются их 3D-аналоги. В число стандартных трёхмерных элементов входят дорожные знаки, ограждения, здания, деревья, инженерные коммуникации и многие другие объекты.

8. Окончательным этапом проектирования объектов дорожного сервиса является выпуск инженерных чертежей и ведомостей объёмов строительно-монтажных работ. IndorCAD позволяет формировать чертежи плана, поперечных профилей произвольного сечения, продольного профиля проезжей части, лотков, водопропускных труб. Ведомости объёмов и разбивочные ведомости в системе формируются автоматически.

Основные положения проектирования объектов дорожного сервиса в САПР CREDO

Программный комплекс CREDO даёт возможность значительно сократить затраты рабочего времени и количество ошибок, возникающих в процессе проектирования площадок для размещения ОДС и участков автомобильных дорог в зоне их размещения.

Функциональные возможности САПР CREDO и технологии их применения обеспечивают выполнение всех этапов проектирования как простых, так и сложных конфигураций площадок для размещения ОДС и подъездов к ним с учё-

том современных норм проектирования и требований по обеспечению безопасности дорожного движения.

С помощью специальных функций по работе с поверхностями и плоскостями программа предоставляет возможность определить оптимальное положение в пространстве площадки для размещения ОДС с учётом обеспечения требуемого водоотвода и баланса либо минимизации земляных работ и, как следствие, сократить стоимость строительства объекта. Так, например, при помощи функции создания поверхности от структурной линии до существующей поверхности программный комплекс CREDO позволяет легко получить сопряжение проектной поверхности площадки для размещения ОДС с существующим рельефом (создание откосов с заданным градиентом/заложением). Также программный комплекс CREDO позволяет использовать переходные кривые переменной скорости движения (VGV_Kurve), обеспечивающие повышение удобства и безопасности движения на ответвлениях въездов и выездов с объектов придорожного сервиса. Данные кривые рекомендуется применять на загородных дорогах, где необходимо обеспечить своевременное безопасное снижение скорости, и на въездах на автомобильную дорогу для обеспечения разгона и безопасного слияния с основным (транзитным) потоком автомобилей. При проектировании подъездов к объектам сервиса следует учитывать, что въезжающие и выезжающие автомобили не должны затруднять или задерживать движение транзитного транспорта по основной дороге.

Исходным материалом для проектирования ОДС и подъездов к ним в комплексе CREDO могут быть растровые изображения топографических планов, карт, планшетов, подготовленные в системе «ТРАНСФОРМ», результаты обработки инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий. В систему могут подгружаться текстовые файлы типа CXYZ, файлы GDS, DXF, точки лазерного сканирования в формате

LAS, космические снимки с ресурса «Экспресс Космоснимки». Также исходные данные могут конвертироваться с помощью системы «CREDO КОНВЕРТЕР» из других систем.

Для полноценного проектирования всех разделов генерального плана объекта дорожного сервиса необходимы: трёхмерная модель поверхности рельефа и ситуация, которые могут быть выполнены в системах «CREDO ТОПОПЛАН», «CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ», «CREDO ДОРОГИ», а также геологическая модель, которая

может быть сформирована в «CREDO ГЕОЛОГИЯ».

При проектировании площадок для размещения ОДС и подъездов к ним в зависимости от выполняемых задач применяют системы «CREDO ГЕНПЛАН» либо «CREDO ДОРОГИ». Для решения дополнительных задач могут использоваться модули «ВИЗУАЛИЗАЦИЯ» и «ОЦЕНКА ДОРОГИ», а также программы «CREDO РАДОН», «CREDO ДИСЛОКАЦИЯ», ZNAK, ГРИС, «МОРФОСТВОР», «ОТКОС», «МОСТ», «ТРУБЫ», «РАБС», «ЖЕЛДОРПЛАН».

При проектировании ОДС и подъездов к ним программный комплекс CREDO решает следующие задачи:

- проектирование генеральных планов сооружений, строительных площадок, объектов архитектуры и градостроительства, жилищно-гражданских объектов;
- создание цифровой модели местности инженерного назначения, включающей модели рельефа, ситуации и геологического строения площадки;
- выполнение горизонтальной планировки территории.

В САПР CREDO может быть реализована следующая технология проектирования площадок для размещения ОДС и участков автомобильных дорог в зоне их расположения.

С использованием данных, полученных в результате геодезических изысканий, включая результаты лазерного сканирования, аэрофотосъёмку, существующие схемы и др., в программном комплексе CREDO создаётся цифровая модель местности и при необходимости выполняется проектирование автомобильной дороги, в зоне которой будет располагаться объект сервиса.

На основании действующих норм и рекомендаций определяют местоположение, тип, конфигурацию и схему размещения объекта сервиса относительно автомобильной дороги. С учётом количества одновременно стоящих автомобилей, их габаритов и схем установки назначают размеры площадки для стоянки автомобилей у объекта сервиса.

С учётом назначения объекта сервиса и категории автомобильной дороги рассчитывают параметры переходно-скоростных полос, въезда и съезда, а также вычисляют требуемую величину снижения скорости на подъезде к объекту сервиса ΔV (разница скоростей по автомобильной дороге в начале переходно-скоростной полосы и в конце съезда к площадке для стоянки автомобилей у объекта сервиса).

В случае использования кривых переменной скорости движения (VGV_Kurve) при проектировании въездов и выездов с объекта придорожного сервиса определяют их параметры с учётом требуемой величины снижения скорости и допустимых норм комфортного и безопасного движения

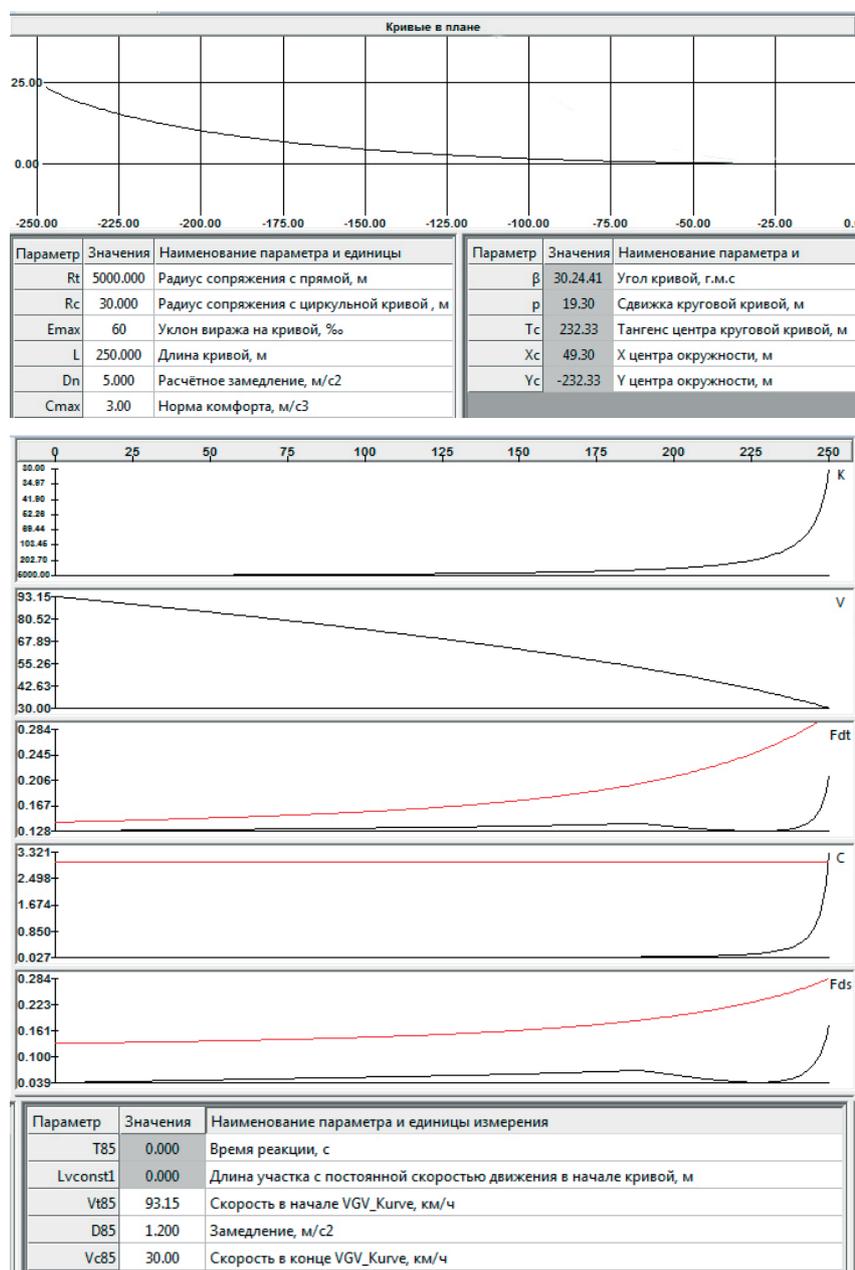


Рис. 18. Параметры, учитываемые для конструирования и оценки функциональных параметров VGV_Kurve

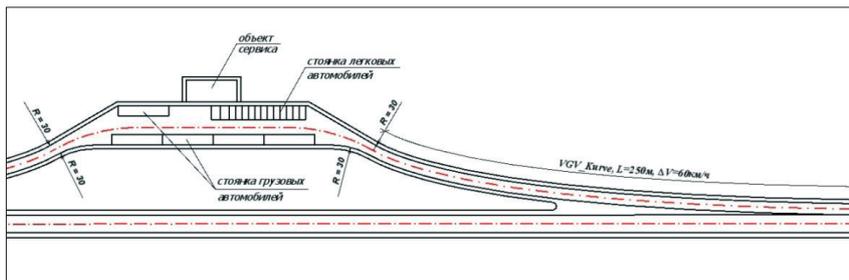


Рис. 19. Горизонтальная планировка основных элементов площадки ОДС с учётом результатов проектирования подъездов

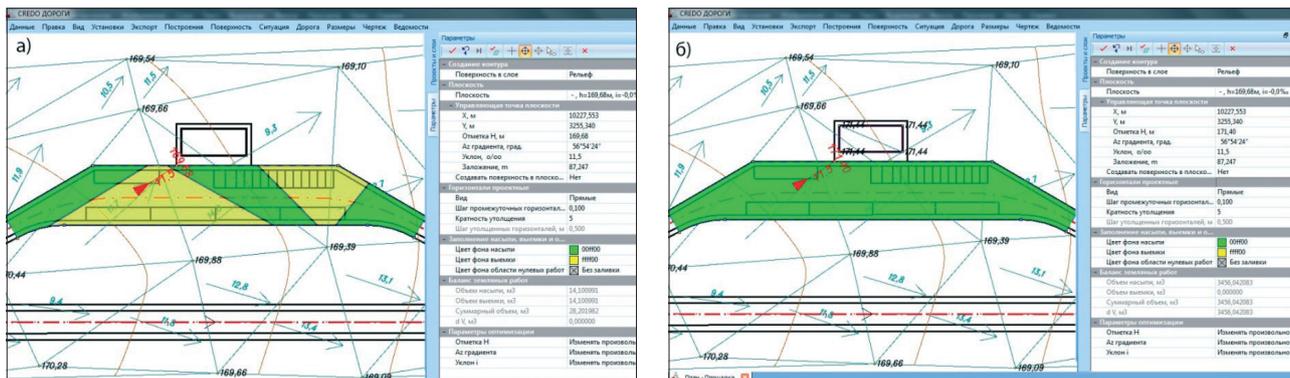


Рис. 20. Поиск оптимального положения плоскости (поверхности территории ОДС):

а) с учётом баланса земляных работ; б) с учётом минимизации объёмов земляных работ

(рис. 18). Для моделирования и оценки геометрии кривых переменной скорости движения применяется некоммерческая версия программы Design_VGV_Kurve.exe.

С учётом функционально обоснованных параметров геометрии ответвлений далее, в комплексе CREDO, выполняют плановое геометрическое проектирование площадки для размещения ОДС и участков автомобильных дорог в зоне её расположения (рис. 19).

Вертикальную планировку площадки ОДС выполняют с помощью соответствующих функций комплекса CREDO по критериям минимизации либо баланса объёмов земляных работ и обеспечения требуемого водоотвода. При наличии проектных или существующих отметок сооружений объектов сервиса проектная поверхность площадки для стоянки автомобилей может быть определена при помощи функций создания и редактирования плоскостей и поверхностей по заданным уклонам (рис. 20).

Если площадка имеет большие размеры, рекомендуется поделить её на участки (регионы) и при помощи функции редактирования плоскостей с учётом баланса определить на каждом участке оптимальное положение плоскости. А затем, используя полученные плоскости в качестве ориен-

тиров, выполнить вертикальную планировку площадки.

Создаются проектные поверхности участков въездов и съездов с учётом полученных проектных отметок в их начале и конце.

Проектировать въезды и выезды можно как автоматизированным расчётом примыканий для трасс АД (приложение «Съезды»), так и функциями для индивидуального создания элементов.

Для сопряжения проектной поверхности площадки с существующим рельефом используют функцию создания поверхности от структурной линии до поверхности, назначая требуемое заложение откоса в свойствах создаваемой поверхности (рис. 21).

Контроль обеспечения поверхностного водоотвода осуществляют с помощью соответствующих стилей отображения (проектные горизонталы, градиенты стока вод), а также по произвольным сечениям моделей исходных и проектных поверхностей площадки. По результатам данного анализа при необходимости принимаются меры для обеспечения отвода поверхностных вод за пределы площадки и других объектов придорожного сервиса (рис. 22).

После создания всех проектных поверхностей (рис. 23) в зоне объекта

сервиса по автомобильной дороге, на съездах и площадке размещают технические средства организации безопасности дорожного движения (дорожные знаки, разметка, барьерные ограждения, сигнальные столбики, элементы освещения).

Выпуск чертежей и формирование всех требуемых ведомостей по созданному объекту осуществляется с применением базовых функций CREDO. Как правило, это чертежи плана и проектных профилей съездов и въездов, ведомости объёмов земляных работ, ведомости расхода дорожно-строительных материалов на площадке, ведомости по установленным дорожным знакам и разметке и т.д.

На завершающем этапе создаётся 3D-модель проектной поверхности, элементов обустройства и ситуации на площадке размещения ОДС и подъездов к нему, которая интегрируется в общую 3D-модель проекта дороги (рис. 24).

Цифровые модели поверхностей по слоям дорожной одежды можно использовать в 3D-системах для высокоточного выполнения строительных работ. Технологии совместного использования 3D-САУ и проектных решений из «CREDO ДОРОГИ» позволяют значительно повысить эффективность и качество устройства по-

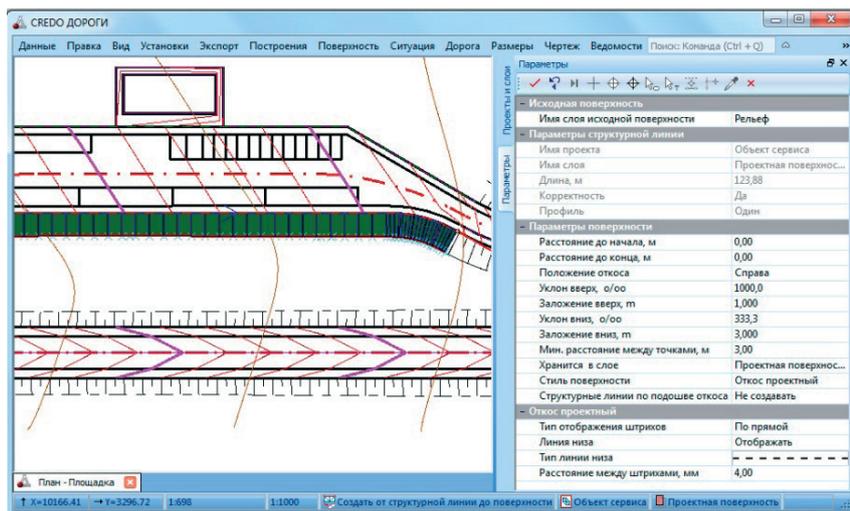


Рис. 21. Использование функции создания поверхности с требуемым заложением от структурной линии до существующей поверхности при проектировании откосов

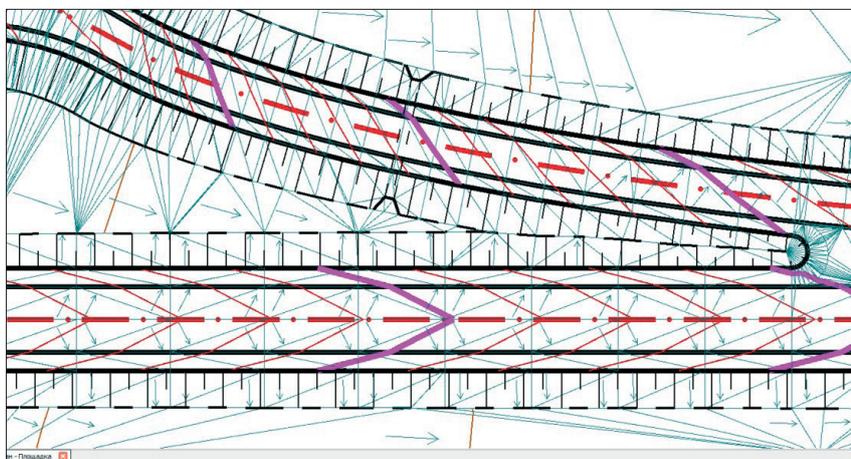


Рис. 22. Определение положения трубы для обеспечения отвода поверхностных вод

Таблица 2. Функциональные особенности модулей САПР «Топоматик Robur»

НАИМЕНОВАНИЕ МОДУЛЯ	ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯ
Геодезия	Набор инструментов для обработки материалов геодезических изысканий. Обработка материалов полигонометрической, тахеометрической и нивелирной съёмки.
Цифровая модель рельефа	Создание, построение и редактирование поверхностей площадок ОДС и участков дорог в зоне их размещения.
Редактор ситуации	Создание примитивов и блоков для элементов ситуации ОДС. Использование растровых подложек. Импорт/экспорт ситуации в/из AutoCAD.
Трассирование (план трассы)	Трассирование планировочных элементов ОДС. Редактирование положения трасс. Вертикальная планировка территории ОДС.
Земляное полотно (продольный и поперечный профили)	Продольные профили Создание и редактирование чёрного профиля. Проектирование красного продольного профиля. Проектирование пилообразного продольного профиля на территории ОДС. Определение пересечения с другими подбъектами Поперечные профили Проектирование верха земляного полотна откосов и кюветов. Визуальное редактирование откосов. Проектирование кюветов. Подсчёт объёмов работ.
Визуализация	Просмотр трёхмерной модели проекта ОДС.
Оценка проектных решений	Оценка уровня загрузки, определение скорости и уровня безопасности движения, оценка видимости участка дороги в зоне ОДС.
Импорт/экспорт	Импорт/экспорт планировочных решений ОДС из других программных приложений в файлы соответствующих форматов для последующей обработки при помощи других программ.
Работа с планшетами	Создание планшетов (чертежей) различных форматов и масштабов, а также их заполнение условными знаками и другими элементами ситуации по желанию пользователя.

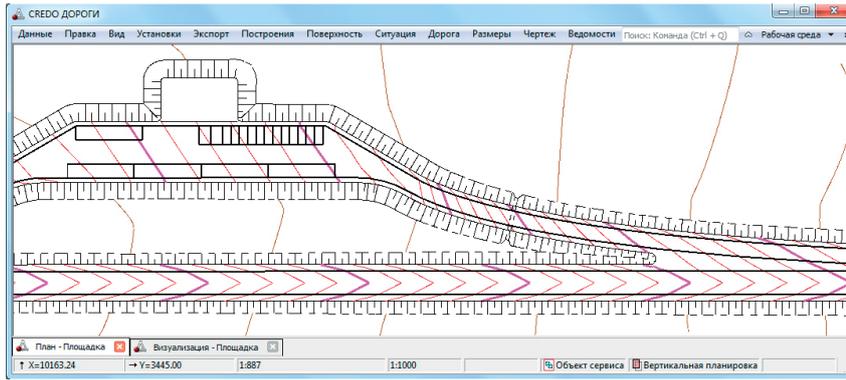


Рис. 23. Проект вертикальной планировки площадки для размещения ОДС и подъездов к ней

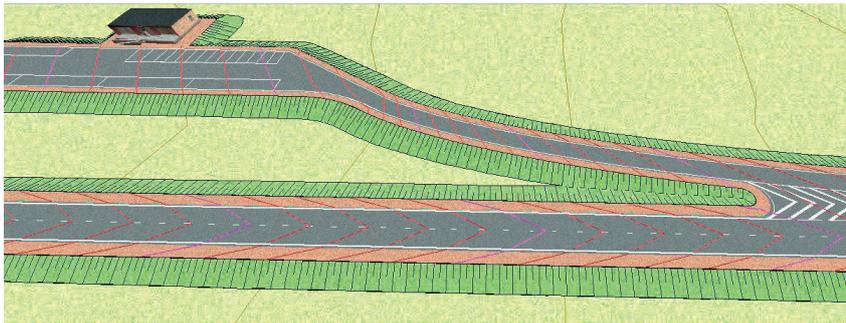


Рис. 24. Интегрированная 3D-модель дороги и объекта сервиса

Наименование	Ширина, м	Карман		Площадка ожидания			Посадочная площадка			
		Длина до площадки ожидания, м	Длина после площадки ожидания, м	Ширина, м	Длина до оси, м	Длина после оси, м	Ширина, м	Длина до оси, м	Длина после оси, м	
1 Остановка с ПСП и карманом 13 м.	3.75	15.00	15.00	9.50	6.50	6.50	3.00	6.50	6.50	3.75
2 Остановка с ПСП и площадкой 13 м.	0.00	0.00	0.00	9.50	6.50	6.50	3.00	6.50	6.50	3.75
3 Остановка с карманом 13 м.	3.75	15.00	15.00	9.50	6.50	6.50	3.00	6.50	6.50	3.75
4 Остановка с ПСП и карманом 20 м.	3.75	15.00	15.00	9.50	10.00	10.00	3.00	10.00	10.00	3.75
5 Остановка с ПСП и площадкой 20 м.	0.00	0.00	0.00	9.50	10.00	10.00	3.00	10.00	10.00	3.75
6 Остановка с карманом 20 м.	3.75	15.00	15.00	9.50	10.00	10.00	3.00	10.00	10.00	0.00

Рис. 25. Библиотека типовых остановок

крытий при ремонте существующих и строительстве новых объектов дорожного сервиса.

С помощью программных продуктов «CREDO ДОРОГИ», «CREDO ДИСЛОКАЦИЯ» и ZNAK решаются задачи по обеспечению безопасности дорожного движения на территории и в зоне размещения ОДС: расстановка дорожных знаков, нанесение горизонтальной разметки и других элементов обустройства дороги, проектирование индивидуальных автодорожных знаков.

Особенности программного комплекса «Топоматик Robur» при проектировании объектов дорожного сервиса

Программный комплекс «Топоматик Robur» содержит функционал, который может быть применён для проектирования ОДС. К данному функционалу относятся следующие модули общего назначения (поверх-

ности, разметка, знаки) и специализированные модули (съезды, остановки, площадки) (табл. 2).

Пример проектирования остановочного пункта с использованием программного комплекса «Топоматик Robur» остановки по одной из типовых схем. Геометрические характеристики остановки задаются параметрически. Наиболее часто используемые типы остановок собраны в специальную библиотеку (рис. 25).

Фактически весь процесс проектирования остановок сводится к выбору типовой схемы и корректировки необходимых параметров. Так как создание остановки предельно формализовано, то большинство построений Robur выполняет автоматически.

Перед созданием остановки должна быть запроектирована автомобильная дорога (план, продольный профиль и поперечные профили).

При помощи элемента меню Задачи > Остановки > Добавить остановку добавляются требуемый объект и назначаются его параметры (рис. 26).

В результате к автомобильной дороге добавляется группа дополнительных полос, формирующих плановое положение проектируемой остановки, и автоматически происходит уширение элементов конструкций на соответствующих поперечниках (рис. 27).

Для вертикальной планировки используют уклоны проезжей части и обочины автомобильной дороги. Программа автоматически генерирует 3D-модель, используемую далее как для оформления чертежей, так и для подсчёта объёмов (рис. 28).

Для автоматизированного нанесения размеров и формирования чертежа остановочного пункта используется механизм планшетов (меню Рисовать > Планшет). Пример автоматически сгенерированного чертежа показан на рисунке 29.

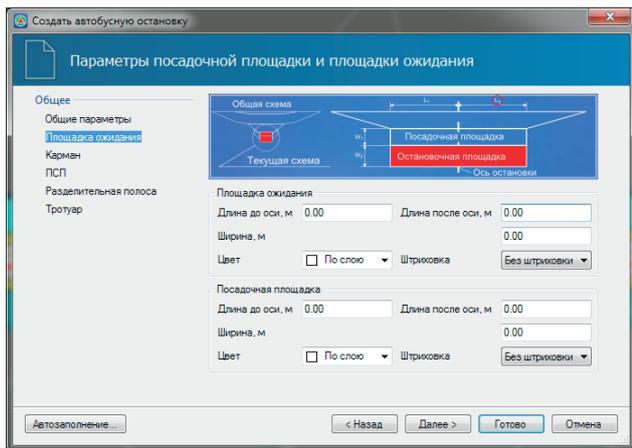


Рис. 26. Добавление остановки и назначение параметров

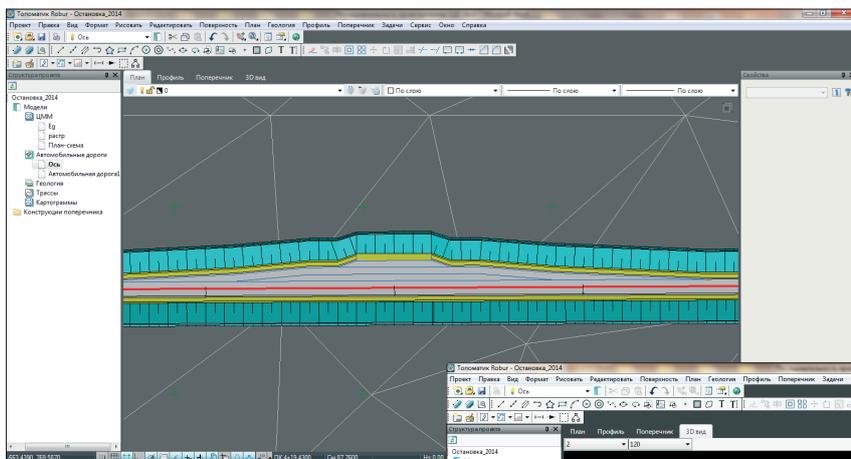


Рис. 27. Фрагмент участка плана автомобильной дороги с автобусной остановкой

Рис. 28. Остановочный пункт в окне «3D-вид»

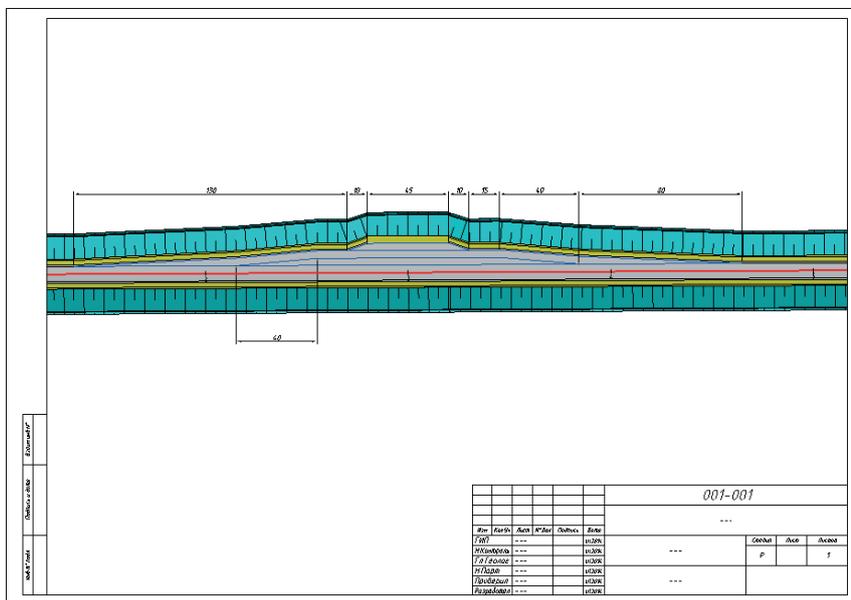
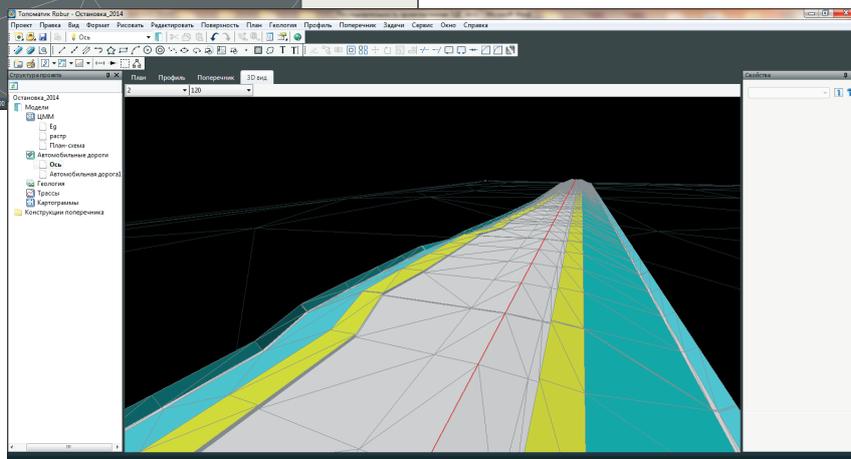


Рис. 29. Чертёж остановочного пункта

В «Топоматик Robur» имеются готовые библиотеки типовых условных знаков, используемые для оформления как топографических, так и генеральных планов.

Пример проектирования АЗС с использованием программного комплекса «Топоматик Robur»

Последовательность действий при проектировании объектов дорожного сервиса при помощи программного комплекса «Топоматик Robur» показана на примере планировки автозаправочной станции (АЗС).

В качестве исходных данных используется цифровая модель местности (ЦММ), построенная по данным геодезической съёмки.

Горизонтальная планировка

Вначале выполняется горизонтальная планировка площадки. Для этого определяется состав и положение основных элементов АЗС. Далее создаётся новая поверхность, и при помощи механизма ввода условных знаков на

ней располагаются требуемые объекты (рис. 30).

Для вставки условных знаков предназначена панель инструментов «Условные знаки» (рис. 31).

В «Топоматик Robur» имеются готовые библиотеки типовых условных знаков, используемые для оформления как топографических, так и генеральных планов.

Вертикальная планировка

Вертикальная планировка является одной из ключевых и наиболее трудных задач проектирования генплана.

Шаг 1. Назначаются отметки опорных точек (здания АЗС и основные сооружения) исходя из следующих условий:

- эстетика обзора АЗС со стороны дороги;

Таблица 3. Инструментарий для работы с вертикальной планировкой

№ П./П.	ФУНКЦИЯ	ЭСКИЗ
1	Работа с уклоноуказателями. Структурные линии имеют специальную опцию, позволяющую отображать уклон и длину выбранных сегментов. Это позволяет наглядно видеть в плане проектируемый рельеф. Изменение координат или отметок точек приводит к динамическому обновлению длин и уклонов.	
2	Редактирование продольного профиля структурных линий. Функция предназначена для детального редактирования профиля линейного объекта и создания чертежа сечения необходимого масштаба.	
3	Проектирование водоразделов и дождеприёмных колодцев. Набор специальных команд, позволяющих проектировать водоотвод на участках с нулевыми уклонами. На горизонтальных участках программа по заданным критериям автоматически рассчитывает положение водораздела и формирует фрагмент пилообразного профиля.	

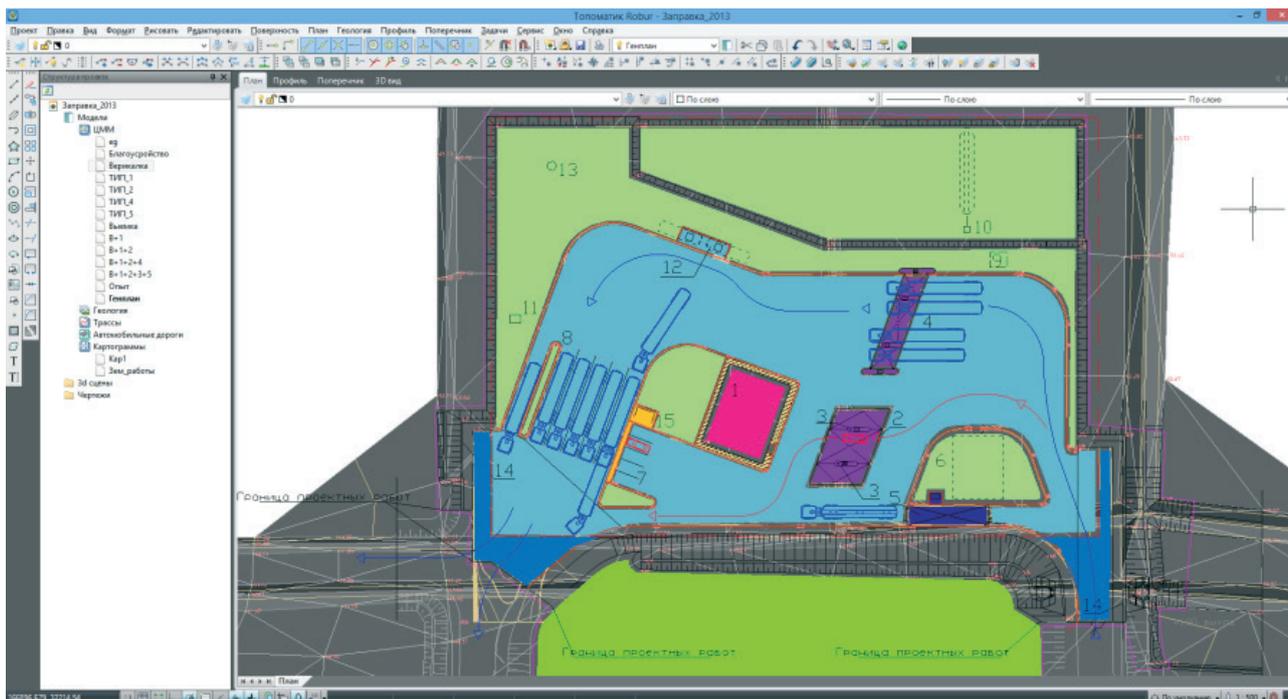


Рис. 30. Горизонтальная планировка площадки АЗС (цифрами обозначены):
 1 — здание АЗС; 2 — навес над ТРК; 3 — ТРК легковых автомобилей; 4 — ТРК грузовых автомобилей (с спутником); 5 — площадка АЦ; 6 — резервуары топливные; 7 — стоянка легковых автомобилей; 8 — стоянка грузовых автомобилей; 9 — очистные сооружения ливневых стоков; 10 — очистные сооружения хозяйственных стоков с полем орошения; 11 — МТП; 12 — резервуары пожарные; 13 — буровой колодец; 14 — силовое ограждение; 15 — контейнерная площадка бытовых отходов.

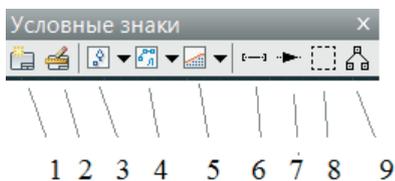


Рис. 31. Панель инструментов «Условные знаки» (цифрами обозначены):
 1 — добавить лист; 2 — генерировать планшет; 3 — вставить точечный условный знак; 4 — вставить линейный условный знак; 5 — вставить площадной условный знак; 6 — знак в начало или конец линии; 7 — знак в сегмент линии; 8 — прямоугольный линейный объект; 9 — условные знаки в узлах.

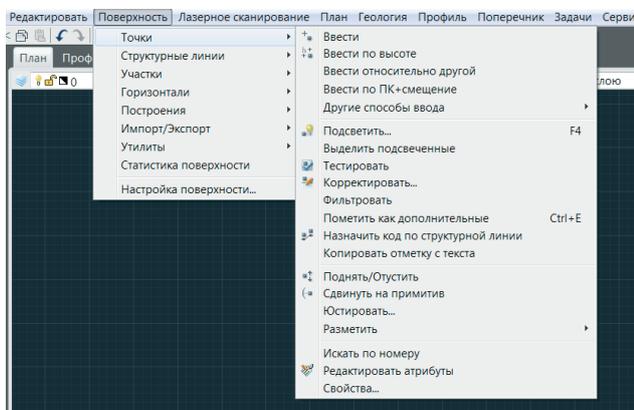


Рис. 32. Меню Поверхность > Точки

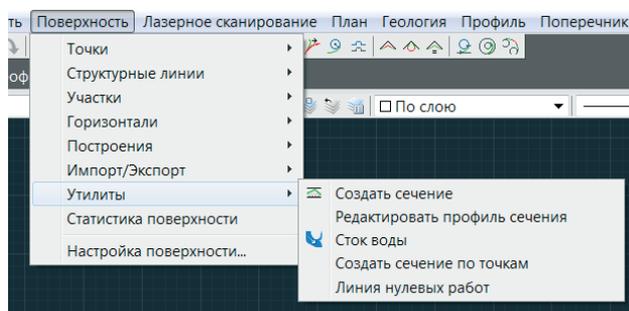


Рис. 33. Меню Поверхность > Утилиты

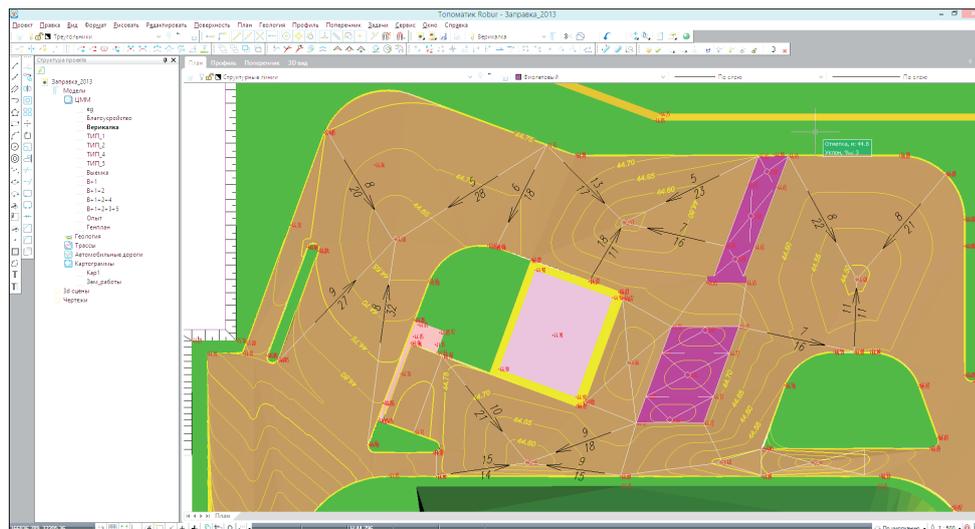


Рис. 34. Проектная поверхность по верху покрытия

- оптимизация объёмов земляных работ и работ по водоотведению;
- удобство проектирования заездов и съездов.

Для этого используется функционал, сгруппированный в разделе меню Поверхность > Точки (рис. 32).

Шаг 2. Назначают отметки других характерных точек с учётом требований поверхностного водоотвода. Для проектирования вертикальной планировки площадных объектов в «Топоматик Robur» предназначен специализированный инструментарий (табл. 3).

В процессе проектирования создаются точки и структурные линии, которые будут определять проектируемую территорию ОДС.

Шаг 3. Строят проектную поверхность по верху покрытия и проводят её анализ. Весь необходимый функционал представлен в меню Поверхность > Утилиты (рис. 33).

Общий вид проектной поверхности показан на рисунке 34.

Программный комплекс «Топоматик Robur» имеет широкие базовые возможности для редактирования поверхностей и предоставляет проектировщику различные способы отображения данных для анализа поверхностного водоотвода.

Следующим этапом является создание участков с различными типами конструкций (а/б покрытие, плитка, газоны и т.д.). Для каждого участка задаётся толщина покрытия. Далее отметки участков опускаются на величину толщин покрытия, и в результате получается проектная поверхность по низу конструкций, которая будет использоваться при построении картограммы земляных работ.

Для определения объёмов между двумя выбранными поверхностями (существующей землёй и проектной поверхностью по низу конструкций дорожной одежды) используют модуль расчёта картограмм. Модуль позволяет делать расчёт объёмов насыпей и выемок с отображением линии нулевых работ и подсчётом соответствующих объёмов в каждой ячейке. 

Литература:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 октября 2009 г. № 860 г. Москва «О требованиях к обеспеченности автомобильных дорог общего пользования объектами дорожного сервиса, размещаемыми в границах полос отвода» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2013. № 23. Ст. 2911.
2. Концепция развития объектов дорожного сервиса в Российской Федерации. Одобрена Минтрансом России (поручение Минтранса России от 21.11.2013. № МС-17/203). URL: <http://ac.gov.ru/files/content/1372/23-12-13-конц-ods-pdf.pdf> (дата обращения: 11.01.2014).
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 13 января 2010 г. №4 «Об установлении и использовании придорожных полос автомобильных дорог федерального значения» // «РГ» — Федеральный выпуск. 2010. № 5177.
4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 13 января 2010 г. № 5 «Об установлении и использовании полос отвода автомобильных дорог федерального значения» (вместе с «Порядком установления и использования полос отвода автомобильных дорог федерального значения») (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.04.2010 № 16969). URL: <http://www.mnogozakonov.ru/catalog/date/2010/1/13/57946/> (дата обращения: 18.09.2013).
5. Поспелов П.И., Щит Б.А., Абдуназаров Ж.Н. Назначение размеров парковочных мест // Развитие и модернизация улично-дорожной сети (УДС) крупных городов с учётом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения (в рамках подготовки к чемпионату мира по футболу 2018 г.): материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 17–19 сентября 2014 г. Волгоград: ВолгГАСУ, 2014. С. 77–83.
6. Петренко Д.А. Новое поколение программных продуктов в ИндорСофт // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 10–17.
7. Создание моделей местности в IndorCAD / Кривых И.В. [и др.]. Томск: Изд-во Том. университета, 2015. 402 с.
8. Проектирование автомобильных дорог в IndorCAD / Кривых И.В. [и др.]. Томск: Изд-во Том. университета, 2015. 406 с.