

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В СОЧИ

Т.А. Богатова (Группа компаний CSoft)

В 1999 г. окончила факультет радиотехнических и телекоммуникационных систем МГТУ МИРЭА по специальности «инженер-конструктор-технолог радиоэлектронной аппаратуры», в 2001 г. — РЭУ им Г.В. Плеханова по специальности «финансовое и банковское дело». С 2006 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — заместитель директора отдела изысканий, генплана и транспорта.

А.И. Кужелева (Группа компаний CSoft)

В 1994 г. окончила гидрогеологический факультет Московского геологоразведочного института (в настоящее время — Российский государственный геологоразведочный университет) по специальности «инженер-гидрогеолог-эколог». После окончания института работала в отделе геоинформационных систем и цифровой картографии ГлавНИВЦ, с 2003 г. — в отделе систем автоматизации градостроения ЗАО «Автограф». С 2004 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — директор отдела изысканий, генплана и транспорта, заместитель директора направления «Инфраструктура и градостроительство».

А.А. Пеньков (Группа компаний CSoft)

В 1976 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал в «Союзпромпроект», СМУ-13 Мосметростроя, «Теплопроект», «Гипросоахпром», «Гипропласт», ГУП развития Московского региона г. Москвы. С 2004 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

Д.Н. Пожидаев (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Тюменский государственный нефтегазовый университет по специальности «автоматизированные системы обработки информации и управления». С 2007 г. работал в ЮганскНИПИ, с 2009 г. — в региональном отделении группы компаний CSoft (Тюмень). С 2012 г. работает в компании CSoft (Москва), в настоящее время — специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

А.В. Сметанюк (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ) по специальности «строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». С 2008 г. работал в компании Мосгипротранс. С 2011 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — специалист.

Д.Н. Степанов (Группа компаний CSoft)

В 2004 г. окончил Рязанский колледж железнодорожного транспорта, в 2008 г. — факультет «Строительство железных дорог» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «инженер путей сообщения». После окончания университета работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

Специалистами отдела изысканий, генплана и транспорта компании CSoft был реализован проект «Экологический курортно-рекреационный комплекс в Сочи», охвативший все этапы проектирования. В качестве ис-

ходных данных для этого проекта использовались топографические планы выделенной под строительство территории. Поскольку они были в бумажном виде, предварительно требовалось отсканировать их и преоб-

разовать в векторную графику с набором свойств, характерных для объектов AutoCAD. После векторизации отсканированных изображений весь объем информации был представлен в формате DWG. Для быстрой об-

работки этих данных и обеспечения вариантного проектирования было принято решение применить в качестве основы графическую платформу AutoCAD Civil 3D, позволяющую работать с большими объемами исходных данных, и программный комплекс GeonICS, предоставляющий дополнительные функции проектирования. Этот выбор был обусловлен и тем фактом, что AutoCAD Civil 3D наиболее адаптирован для последующей визуализации проекта, обеспечивая передачу в специальном формате всех необходимых объектов и их свойств.

Для визуализации были выбраны программы Autodesk 3ds Max и Autodesk Navisworks. В Autodesk 3ds Max осуществлялось моделирование, наложение текстур поверхностей и архитектурных форм — моделей коттеджей, подготовленных архитекторами. Инженерные сети передавались в Autodesk Navisworks, что позволило получить объемное представление о проекте в целом. По этой модели были выполнены записи так называемых «облетов» относительно закрепленных камер. В итоге были созданы и оформлены чертежи в стандартном формате электронных данных DWG и анимационный минифильм о проекте с презентационными эффектами. Они позволяют демонстрировать будущий проект заказчику, анализировать взаимное расположение всех объектов и принимать решения для проведения изменений. Электронные данные динамически связаны между собой, что упрощает редактирование множества находящихся во взаимосвязи объектов посредством автоматического обновления.

▼ **Обработка исходных данных инженерных изысканий в программном комплексе Raster Arts**

В качестве исходного материала заказчиком были пре-

доставлены топографические планы на бумажных носителях с информацией о существующей ситуации в виде горизонталей и условных топографических знаков (рис. 1). Материал отсканировали в формате TIF. Для перевода данных в векторный вид было принято решение воспользоваться программой Spotlight из программного комплекса Raster Arts, разработчиком которого является компания CSoft Development. Эта программа способна осуществлять полный комплекс работ с растровыми изображениями, как с монохромными, так и с цветными, а также позволяет в кратчайшие сроки выполнить точное преобразование изображения в чертеж.

Для избавления от возникших в процессе хранения и ска-



Рис. 1
Фрагмент исходного топографического плана

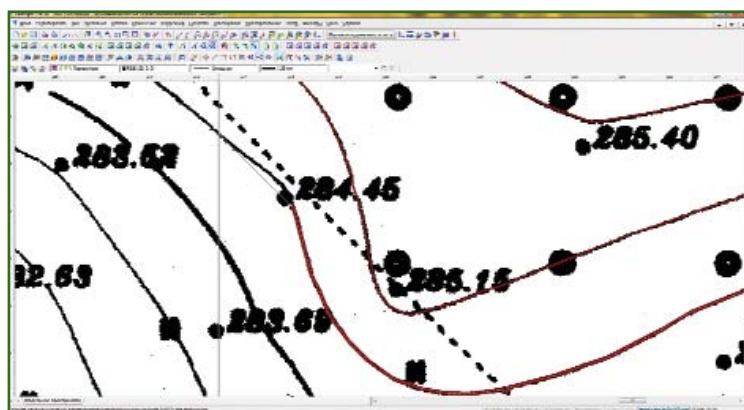


Рис. 2
Векторизация растрового изображения

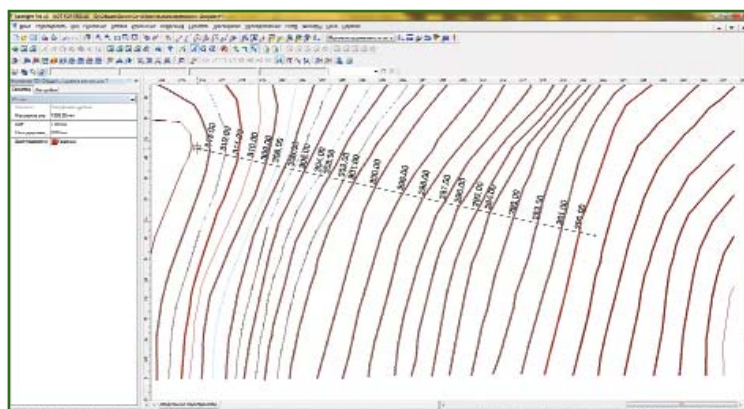


Рис. 3
Упорядочивание уровня горизонталей

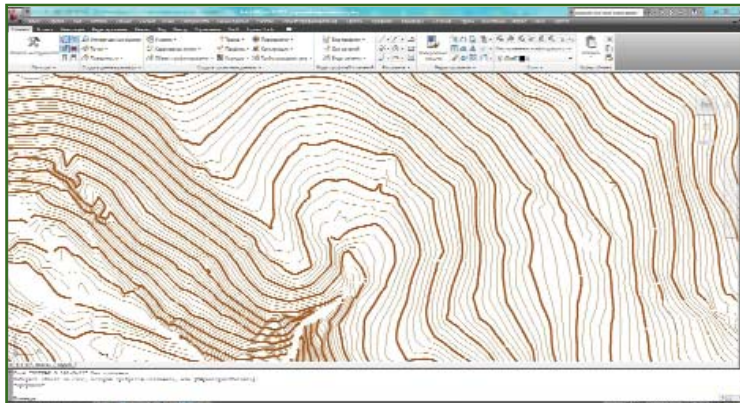


Рис. 4
Оцифрованная модель местности в AutoCAD Civil 3D

нирования растрового изображения искажений в Spotlight была создана калибровочная сетка по заданным параметрам. Места пересечения координатной сетки были проанализированы и, при необходимости, перемещены в точки их текущего положения на растровом изображении. Таким образом, в каждой точке пересечения координатной сетки были указаны смещения, с учетом которых осуществлялась последующая трансформация раstra.

Инженеры нередко сталкиваются с необходимостью ввода горизонталей с растрового изображения. Чаще всего эта проблема решается путем векторизации вручную, что довольно затруднительно и занимает много времени. В программном комплексе Raster Arts для решения данной задачи предусмотрена команда «Трассировать полилинию», которая и использовалась в работе. Эта команда позволила в кратчайшие сроки и с высоким качеством провести векторизацию горизонталей и других элементов плана в полуавтоматическом режиме (рис. 2). По умолчанию горизонтали и другие элементы были расположены на нулевой отметке. Чтобы поднять горизонтали на необходимый уровень, использовалась команда «Упорядочить уровни» (рис. 3).

После проведения всех необходимых действий файл был сохранен в формате DWG и передан в рабочее пространство программы AutoCAD Civil 3D для построения по полученным данным цифровой модели рельефа (ЦМР) (рис. 4).

▼ **Подготовка трехмерной модели рельефа и проектирование автомобильных дорог в программе AutoCAD Civil 3D**

Для получения полноценной трехмерной модели объекта при проектировании коттеджного поселка в районе горы Ахун требовалось сформировать ЦМР и при проектировании дороги учесть множество факторов. Эти задачи позволила успешно решить программа AutoCAD Civil 3D.

В цифровую модель рельефа, созданную с помощью команды

«Создать поверхность», были добавлены горизонтали с заданными высотами. Триангуляция и трехмерный вид поверхности земли были сформированы автоматически (рис. 5).

При проектировании автомобильных дорог возможности программы AutoCAD Civil 3D позволили не просто нанести условные обозначения на план, но и создать модели этих дорог с определенными типами покрытий и подложки на основе заранее разбитых участков.

Сначала была запроектирована ось дороги, преобразованная затем с помощью команды «Создать трассу из объектов» в элемент AutoCAD Civil 3D. В программе автоматически разбили пикетаж и проставили по трассе подписи в соответствии с выбранным стилем. С помощью «Редактора геометрии» во все вершины трассы были вписаны кривые. Продольный профиль был построен в соответствии с ГОСТ Р 21.1701–97 Автомобильные дороги (рис. 6).

Для данного участка были созданы 13 конструкций дороги. Они формировались из стандартных и пользовательских элементов, для которых задавались следующие параметры: толщина слоев дорожной одежды, поперечный уклон, ширина полосы и т. д.

Все сформированные элементы использовались для соз-

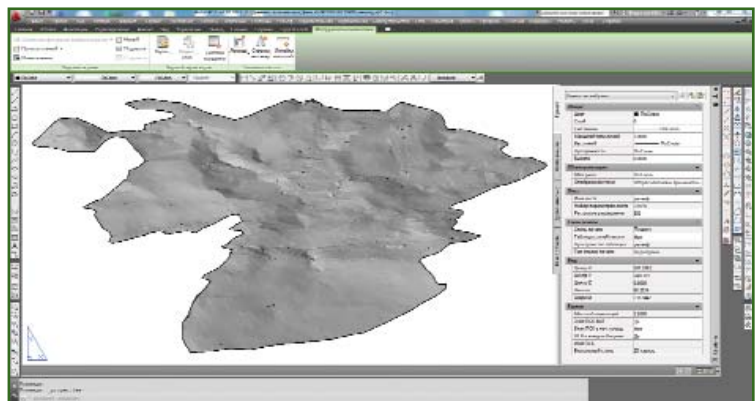


Рис. 5
Трехмерная цифровая модель рельефа

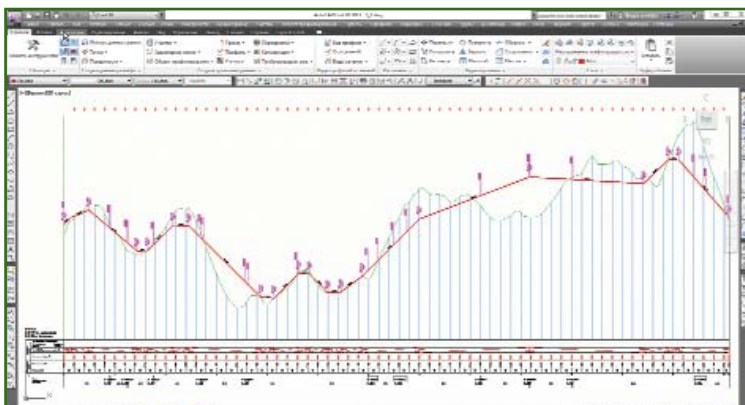


Рис. 6
Продольный профиль трассы

дания коридора (рис. 7). Сначала строились участки дорог с перекрестками и примыканиями, к которым затем добавлялись недостающие области съездов. Формирование коридора в областях примыкания дорог выполнялось с помощью команды «Создать перекресток», позволяющей задать необходимые параметры (радиусы закругления, значения поворотных полос и т. д.) и выбрать набор конструкций. По земляному полотну коридора была построена поверхность с границами в виде характерных линий, которая отображалась на чертеже в виде горизонталей.

Для вычисления объемов по трассе создавались сечения с заданным интервалом. Затем посредством команды «Вычислить материалы» с критерием

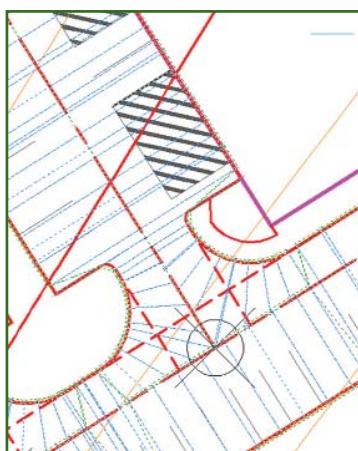


Рис. 7
Пример построения коридора

«Земляные работы» были рассчитаны объемы земляных работ. Результаты выводились в динамическую таблицу. Аналогично подсчитывались объемы заложенных в конструкции материалов.



Рис. 8
Трехмерная модель автодороги (вид сверху)

На основе поверхности коридора автодороги и присоединения к ней земли была создана трехмерная модель (рис. 8).

▼ **Решение задач инженерной геологии в программах GeoniCS Инженерная геология (GEODirect) и GeoniCS Геомодель**

Проектируемая площадка рекреационного комплекса расположена в сложных геологических условиях в районе горы Малый Ахун, недалеко от поселка Хоста. Интенсивная застройка данной территории привела к активизации опасных геологических процессов, таких как сели, оползни, обвалы, эрозионные разрушения от временных и постоянных водотоков. Кроме того, опасным фактором является и сейсмическая активность, требующая дополнительных мероприятий, направленных на защиту поверхности от разрушений. В пределах планируемой территории застройки выделено четыре основных инженерно-геологических района (рис. 9).

Площади, благоприятные для строительства. На этих территориях допускается ограниченная вертикальная планировка с учетом характера залегания слоев коренных пород и их трещиноватости. При террасировании и отсыпке грунтов необходимо предусмотреть дренажные системы. Не рекомендуется выполнять значительные подрезки склонов.

Площади, условно благоприятные для строительства. Здесь обязательным является полный комплекс противооползневых мероприятий (удерживающие сооружения, подпорные стенки и пр.). Регулирование поверхностного стока должно осуществляться с перехватом воды с вышележащих территорий и отводом в ливневую канализацию. При повышенной мощности оползневых процессов необходимо срезать

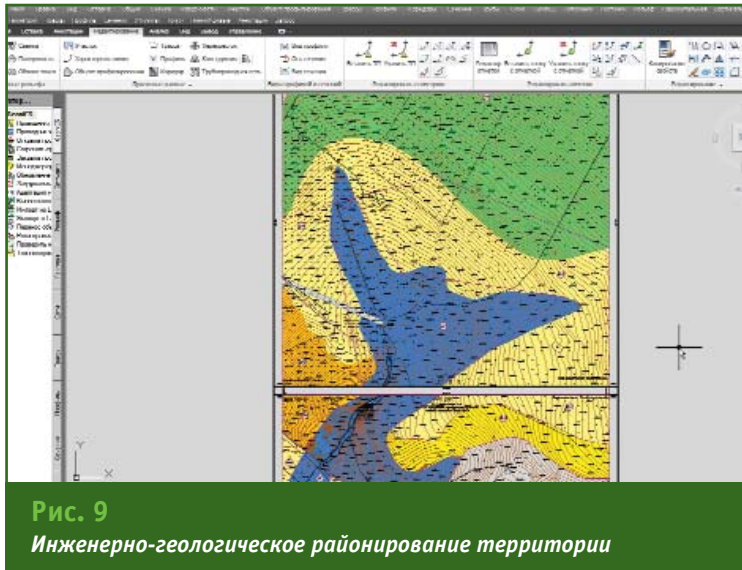


Рис. 9
Инженерно-геологическое районирование территории

грунт с отсыпкой в подошве оползневого склона. Отсыпанные грунты должны быть дренированы.

Площади, неблагоприятные для строительства. Для них рекомендуется осушение и устройство дренажей, а также полный комплекс противооползневых мероприятий.

Площади, рекомендуемые для рекреационных целей, в основном, отведены под лесопарковую зону. Для предотвра-

щения развития донной и боковой эрозии необходимо выполнить регулирование русел ручьев и водотоков.

При проведении инженерно-геологических исследований было выявлено, что большую часть горных пород на территории планируемых строительных работ, составляют делювиально-оползневые глины и аргиллиты хостинской свиты олигоцена, а также алевролиты. Геологическая особенность аргиллитов состоит в том, что верхние слои высокопрочных горных пород после вскрытия начинают быстро течь и разрушаться. В процессе выветривания заметно уменьшается плотность скелета, увеличивается коэффициент пористости, уменьшается сцепление грунта. Эта особенность очень затрудняет процесс строительства и эксплуатации сооружений и требует значительных материальных затрат на инженерную подготовку территории. При проектировании на таких сложных территориях необходим качественно новый подход. Уже невозможно разрабатывать проектные решения, опираясь только на чертежи, здесь не обойтись без трехмерного моделирования территории и всех инженерно-

геологических процессов. Для обработки большого количества инженерно-геологической информации требуется применение современного программного обеспечения.

Программа GeoniCS Инженерная геология (GEODirect) позволяет проводить обработку и интерпретацию лабораторных испытаний и статического зондирования грунтов, формировать отчетную документацию, соответствующую нормам и стандартам, действующим в РФ.

Для получения сводной ведомости физико-механических характеристик грунтов следует ввести данные первичной лаборатории и рассчитать показатели для каждой пробы. Затем можно статистически обработать полученные результаты и создать ведомости. Помимо расчетных характеристик в них отображаются все необходимые графические зависимости (рис. 10).

Программа позволяет экспортировать полученные результаты в AutoCAD для формирования инженерно-геологических разрезов и колонок. Чтобы быстро получить простой разрез по площадке, достаточно выбрать скважины — и в рабочем пространстве чертежа AutoCAD отобразится разрез с автоматическим зарамочным оформлением.

С помощью инструментов модуля GeoniCS Геомодель можно нанести необходимую инженерно-геологическую информацию на профили линейных объектов и автоматизировать процесс подготовки графических отчетных документов инженерно-геологических изысканий (инженерно-геологические колонки и разрезы). В программном комплексе GeoniCS Топоплан-Трассы на проектируемой площадке были созданы профили по дорогам и несколько профилей по площадке, которые можно использовать в ка-

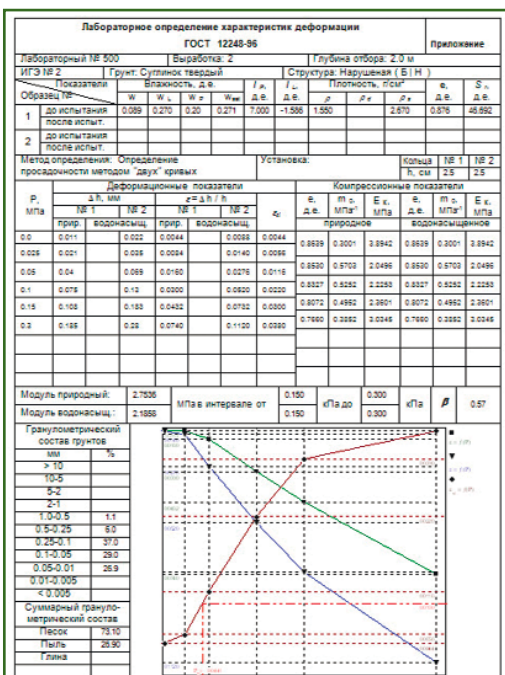


Рис. 10
Деформационные характеристики образца

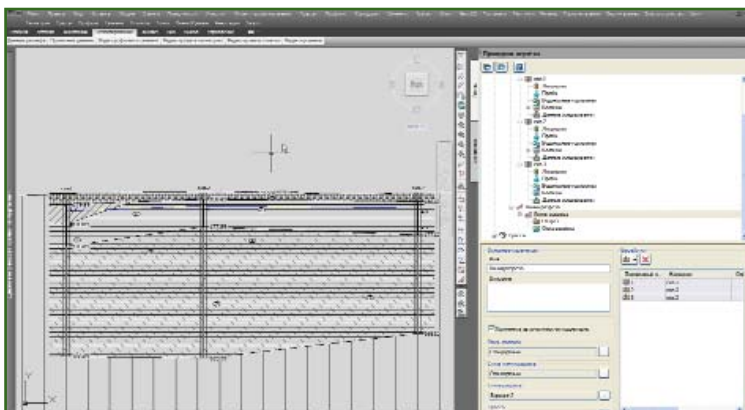


Рис. 11
Геологический профиль по площадке

честве исходных данных для формирования инженерно-геологических разрезов. Перед началом работы необходимо построить набор инженерно-геологических элементов, встречаемых на данной территории.

В «Проводнике чертежа» задается информация обо всех скважинах, расположенных на проектируемой площадке. Координатная привязка скважин пересчитывается с учетом пикетной привязки, абсолютная отметка устья скважины интерполируется с трехмерной моделью рельефа. Затем для каждой скважины вводится информация о мощности инженерно-геологических элементов, консистенции, воде и пробах. Все данные хранятся в чертеже, что упрощает их обработку и редактирование. При необходимости их можно экспортировать в Excel и создать «Каталог выработок». Информация о скважинах выводится на изыскательский профиль, подготовленный в GeonICS Топоплан-Трассы (рис. 11).

Таким образом, в программном комплексе GeonICS были подготовлены необходимые чертежи инженерно-геологических разрезов и колонок, а также сводные ведомости физико-механических характеристик грунтов.

▼ **Создание планировки коттеджных участков в AutoCAD Civil 3D и GeonICS**

Планировка коттеджных участков проводилась в соответствии со следующими документами:

— СП 53.13330.2011, СНиП 30-02-97* «Планировка и застройка территорий садоводческих (дачных) объединений граждан, здания и сооружения»;

— СП 34.13330.2010, СНиП 2.05.02-85* Актуализированная редакция. «Автомобильные дороги»;

— Пособие к СНиП II-60-75 (СНиП 2.07.01-89*) «Пособие по размещению автостоянок, гаражей и предприятий технического обслуживания легковых автомобилей в городах и других населенных пунктах».

Выделенная территория общей площадью порядка 52 га расположена севернее г. Сочи в районе горы Малый Ахун (рис. 12). С севера на юг территорию пересекает ручей, а в ее центре расположен пруд площадью около 1080 м². Максимальный перепад высот между северо-восточным и юго-западными углами площадки составляет около 183 м. На некоторых участках уклон склона достигает 400‰. Средняя величина уклона — порядка 250‰.

Планировка участков была обусловлена их расположением в горной местности и наличием зон с неблагоприятными геологическими условиями.

Планировочная схема разрабатывалась с учетом предпола-

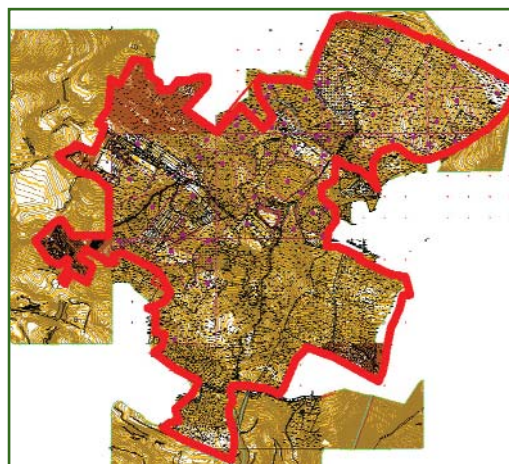


Рис. 12
Топографический план с границами территории



Рис. 13
Фрагмент проекта восточного въезда

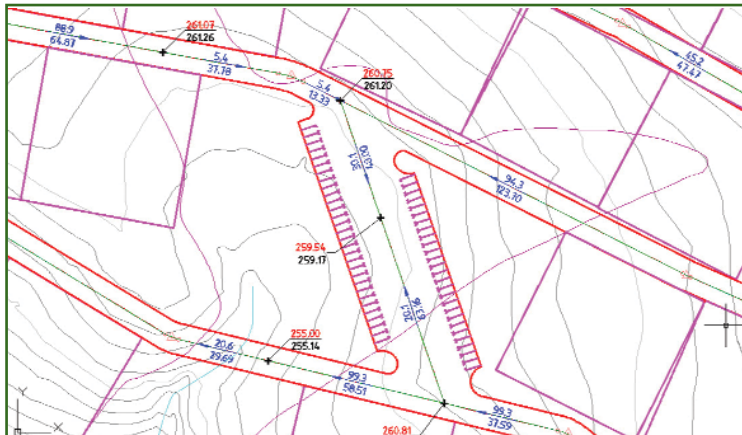


Рис. 14
Фрагмент проекта северной парковки

гаемых размеров участка (50x50 м) и необходимостью подъездов (в том числе пожарных) ко всем участкам. Уклон склонов определил схему проездов в виде серпантинов.

Учитывалось, что максимальная протяженность тупиковых проездов не должна превышать 150 м. В конце каждого из них была предусмотрена площадка для разворота размером не менее 15x15 м. Минимальная ширина проезда — 9 м. Наименьший радиус кривых в плане на серпантинах составляет 15 м. В целях пожарной безопасности и для удобства эксплуатации было запроектировано 3 въезда/выезда на территорию (рис. 13). Их местоположение обусловлено наличием в этих местах существующих проездов с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием.

Из-за больших уклонов рельефа планировочная схема участков предполагает наличие террас. Кроме того, коттеджи должны быть запроектированы с применением винтовых свай. С учетом количества участков (102) были спроектированы парковки для личных автомобилей: на 55 машиномест на севере и на 100 машиномест на юге (рис. 14).

Размещение парковок обусловлено рельефом местности и транспортной схемой. Согласно

СНиП 2.05.02–85* Актуализированная редакция. «Автомобильные дороги», продольный уклон площадок под парковки не превышает 40‰, продольный уклон проездов — 100‰, а минимальный продольный уклон составляет 5‰. Продольные профили проездов строились в AutoCAD Civil 3D и GeoniCS.

▼ **Моделирование траекторий движения транспортных средств в наиболее сложных участках в модуле «Транспорт» программы GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia)**

Входящий в модуль «Транспорт» раздел Autopath содержит инструменты анализа движения транспортных средств в плане. При помощи этих инструментов был выполнен специ-

альный расчет, обеспечивший определение возможности безопасного маневрирования для личного транспорта будущих жильцов проектируемого комплекса. В программе была определена самая крупногабаритная модель легкового автомобиля, которая должна соответствовать условиям наиболее сложного вписывания.

Благодаря специальным алгоритмам, содержащимся в Autopath, смоделированное движение колесных транспортных средств почти не отличается от реального поведения машины на дороге. Это позволяет в кратчайшие сроки проверить габаритные контуры заданного транспортного средства с учетом плана организации движения по данному участку задолго до начала строительства. Такие расчеты при анализе участка могут также способствовать наглядному выявлению несоответствий габаритных величин до различных объектов инфраструктуры при стандартных маневрах.

Интерфейс программы GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia) гармонично интегрируется в среду AutoCAD Civil 3D, что, в свою очередь, способствует простому и сквозному проектированию с расширением функций и инструментов графической среды.

Для анализа в модуле GeoniCS Автомобильные дороги

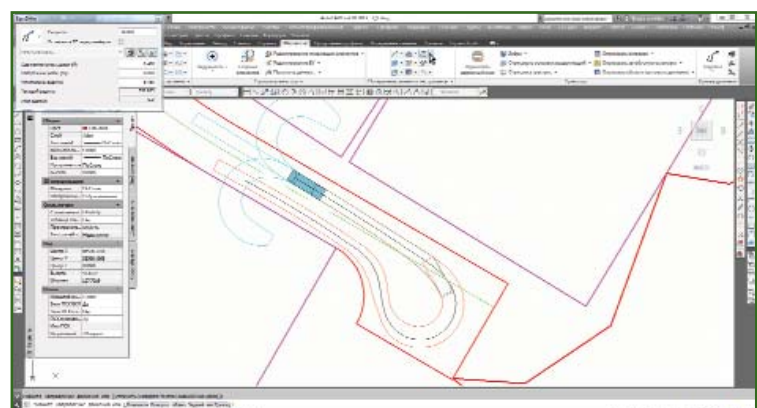


Рис. 15
Анализ траектории движения легкового транспорта в плане

(Plateia) «Транспорт» были намечены разворотные площадки и парковочные места под личный легковой транспорт (рис. 15).

При анализе в данном проекте не выявлено нарушений. Все участки позволяют выполнить предусмотренные проектом организации движения маневры.

▼ Проектирование инженерных коммуникаций в AutoCAD Civil 3D

Работа над проектом ливневой канализации на территории экологического курортно-рекреационного комплекса в Сочи была непростой. После выполнения основной части проекта, касающейся генерального плана, специалисты отдела приступили к планировке на выделенной под строительство территории сетей для перехвата ливневых вод с нескольких десятков индивидуальных участков, проездов и прилегающих к ним территорий и парковок. Площадка размером чуть более 52 га имеет поперечный уклон в основном в сторону прибрежной зоны — с северо-востока на юго-запад. Через территорию проектирования проходят несколько существующих сетей, которые было необходимо учитывать при разработке вариантов раскладки новых.

План сетей был создан средствами AutoCAD Civil 3D в соответствии с ориентацией размещения участков по территории и направлением стока ливневых вод (рис. 16). С учетом вертикальной планировки были намечены предполагаемые точки сбора воды, которые при трассировании сетей ливневой канализации пришлось скорректировать из-за технологических сложностей.

При проектировании инженерных коммуникаций очень важно иметь возможность просматривать и проверять в трехмерном виде взаимодействие созданных и существующих

объектов (рис. 17). Это позволяет уже на ранних стадиях выявить те ошибки, которые невозможно определить в плоскости. Таким образом, система автоматизированного проектирования повышает производительность и качество выполняемых работ на различных этапах проектирования.

Итогом работы, касающейся безнапорных инженерных сетей для сбора и отвода всех дождевых осадков на территории экологического курортно-рекреационного комплекса, стала система ливневой канализации.

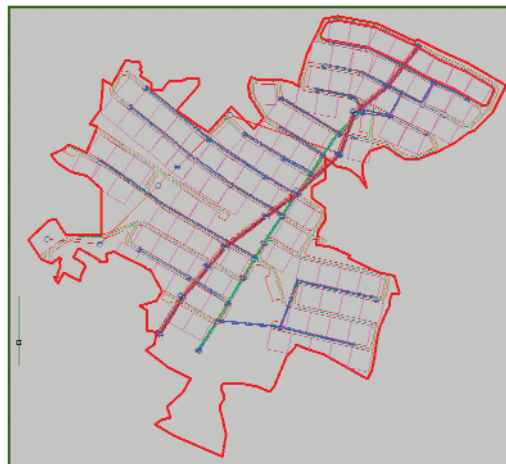


Рис. 16
Схема участков и план сетей

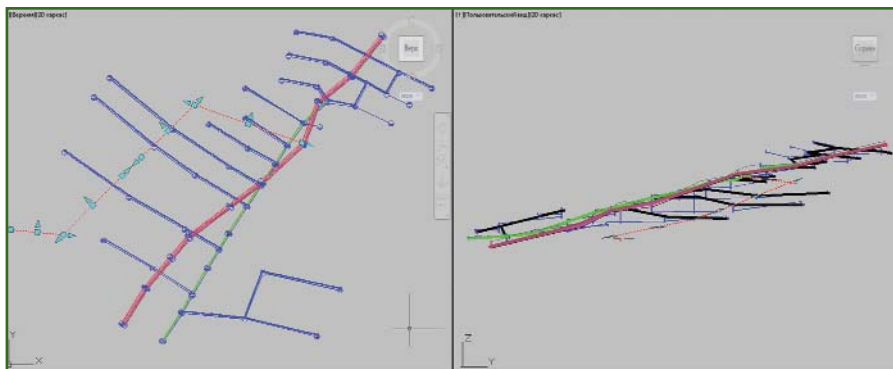


Рис. 17
Сети в плане и в трехмерном виде

В проекте предусматривалась возможность применения специальных водоочистных сооружений, расчет производительности которых проводился отдельно. При этом учитывались объемы поверхностного стока ливневых вод для данного климатического района, типы грунтов и особенности рельефа. После очистки ливневые воды можно будет использовать в промышленных целях, для полива или пожарного водопровода. Дальнейшее применение этих вод в проекте не прорабатывалось, а предлагалось как один из вариантов.

Таким образом, сочетание AutoCAD Civil 3D и GeoniCS позволяет максимально эффективно использовать преимущества каждой из программ для реше-

ния самых сложных задач. Сложность работы профессионального коллектива в сочетании с передовыми программными решениями позволила разработать проектную документацию в максимально сжатые сроки.

RESUME

There are given the stages and results of the design decisions made by the specialists from the CSoft department of research, master plan and transportation and implemented in the project «Eco-resort and recreation complex in Sochi». It is shown that a combination of the AutoCAD Civil 3D and GeoniCS software applications can maximize the benefits of each of these programs for even the most complex tasks.