

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра экологии и географии

**СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В ИННОВАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ*

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2024*

УДК 004.9:001.895(076.5)
ББК 16.2я73+65.011.151я73
С40

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 29.02.2024.

Составитель: старший преподаватель кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова **А.Б. Торбенко**

Р е ц е н з е н т :

доцент кафедры фундаментальной и прикладной биологии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук, доцент *Л.М. Мержвинский*

С40 Системы автоматизированного проектирования в инновационной деятельности : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ / сост. А.Б. Торбенко. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – 40 с.

Рассматриваются возможности применения САПР в проектировании природно-техногенных и техногенных геосистем на примере платформы nanoCAD. В учебное издание включены материалы для лабораторных занятий и список литературы. Предназначается для магистрантов специальности 7-06-0532-01 География, а также всех студентов и преподавателей, которые интересуются вопросами использования систем автоматизированного проектирования в приложении к решению вопросов создания, анализа и представления природно-техногенных объектов, поверхностей и других элементов геосистем в рамках осуществления инновационной деятельности.

УДК 004.9:001.895(076.5)
ББК 16.2я73+65.011.151я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1. Знакомство с платформой nanoCAD как примером современной системы автоматизированного проектирования (САПР). Применение стандартных средств проектирования nanoCAD	5
Задание 1	5
Задание 2	5
ТЕМА 2. Использование многофункционального растрового редактора nanoCAD	13
Задание 3	13
ТЕМА 3. Приложение nanoCAD GeoniCS: решение прикладных задач при проектировании элементов техногенных геосистем	22
Задание 4	22
Задание 5	30
ЛИТЕРАТУРА	39

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые методические рекомендации предназначены для магистрантов специальности «География» и включают работы по курсу «Системы автоматизированного проектирования в инновационной деятельности».

Цель изучения дисциплины – формирование у магистрантов знаний, умений и навыков для получения инновационных результатов на основе применения САПР в различных отраслях хозяйства и охраны природы.

Задачи, решаемые в ходе выполнения лабораторных работ по курсу:

- освоение базового понятийно-терминологического аппарата САПР;
- освоение методики создания проектов в среде САПР;
- формирование понимания особенностей интеграции САПР и ГИС;
- рассмотрение САПР как инструмента научно-инновационной деятельности.

В системе получения высшего образования у географов вопросам автоматизированного проектирования в рамках курсов, так или иначе связанных с геоинформационными системами, отводится определенное количество учебного времени, поскольку в настоящее время наблюдается тесная интеграция САПР и ГИС. Выполнение предлагаемых лабораторных работ совместно с изучением теоретического материала на базе доступной в образовательной среде Беларуси и широко применяемой в отечественной инженерной, строительной, землеустроительной сферах программной платформе nanoCAD позволяет ознакомиться с основными инструментами и возможностями САПР, применение которых является неотъемлемым элементом, а иногда и основой научно-инновационной и практической деятельности географов в различных отраслях хозяйства. Данное учебное издание призвано ознакомить будущих географов с технологиями получения высокоточной разноплановой первичной информации о географических объектах, а также способами ее автоматизированной обработки и интерпретации.

ТЕМА 1. ЗНАКОМСТВО С ПЛАТФОРМОЙ NANOCAD КАК ПРИМЕРОМ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР). ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ NANOCAD

Цель. Познакомиться на примере платформы nanoCAD с возможностями систем автоматизированного проектирования.

ЗАДАНИЕ 1. На основе руководства пользователя и материалов приведенных в списке использованных источников информации изучить возможности nanoCAD в сфере проектирования.

ЗАДАНИЕ 2. Создать проект дома с коммуникациями и отражением внутреннего устройства пространства по эскизу (рис. 1) и техническому заданию. Исходные файлы для выполнения задания доступны по ссылке в системе SDO ВГУ имени П.М. Машерова в курсе «САПР в инновационной деятельности».

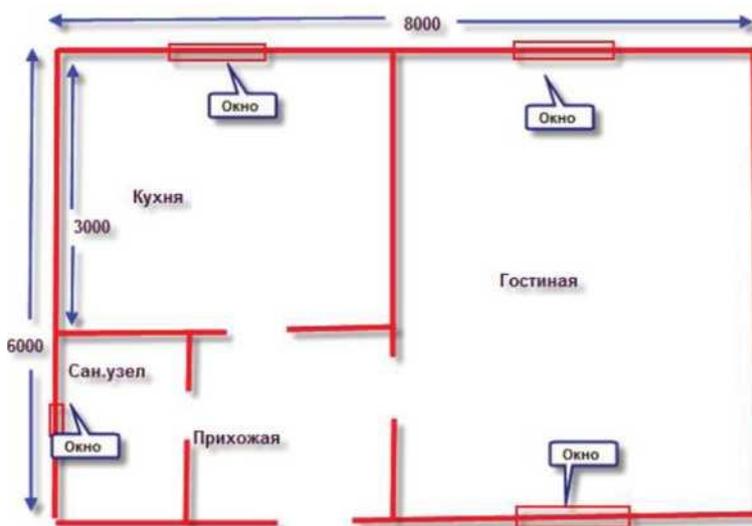


Рис. 1. Эскиз на проектирование дома

Техническое задание

1. Внешние (несущие) стены выполнены из деревянного бруса толщиной 200 мм.
2. Стены перегородки – каркасные, 50*50 мм, обшитые с двух сторон вагонкой.
3. Окна в кухне и гостиной – деревянные стеклопакеты 1500*1500 мм.
4. Окно в санузел 600*600 мм, с высотой установки 1600 мм.
5. Двери:
 - 5.1. входная дверь 900*2000 мм;
 - 5.2. в гостиную и кухню 800*2000 мм;
 - 5.3. в санузел 600*2000 мм.

6. Вся проектную документацию выполнять на листах А3 (420*297 мм) альбомной конфигурации в масштабе 1:50.

Ход выполнения работ

1. Основные построения

Построение. Этап 1. Стены (текущий слой 0).

1. Рисуем прямоугольник 8000*6000 мм.
2. При помощи команды ПОДОБИЕ с расстоянием смещения 200 мм создаем внешние стены (указываем внутрь прямоугольника).
3. При помощи команды РАЗБИТЬ превращаем оба прямоугольника в отрезки.
4. Отрезком соединим середины внутренних горизонтальных отрезков.
5. При помощи команды ПОДОБИЕ с расстоянием смещения 100 мм создаем внутреннюю несущую стену (сначала указываем внутрь правого прямоугольника, потом внутрь левого прямоугольника).
6. Удаляем отрезок из п. 4.
7. При помощи команды ОБРЕЗАТЬ удаляем внутренние горизонтальные перегородки.
8. При помощи команды ПОДОБИЕ с расстоянием смещения 3000 мм создаем внутреннюю стену будущей кухни.
9. Выполняем команду ПОДОБИЕ с расстоянием смещения 75 мм, применяя ее к только что созданному отрезку, указываем вниз.
10. При помощи команды ПОДОБИЕ с расстоянием смещения 2400 мм формируем будущую прихожую.
11. ПОДОБИЕ с расстоянием 75 мм создает стену-перегородку между прихожей и санузлом.
12. Применяем команду ОБРЕЗАТЬ в тех местах, где образовались ненужные пересечения. Чертеж должен в точности соответствовать показанному на рис. 2.

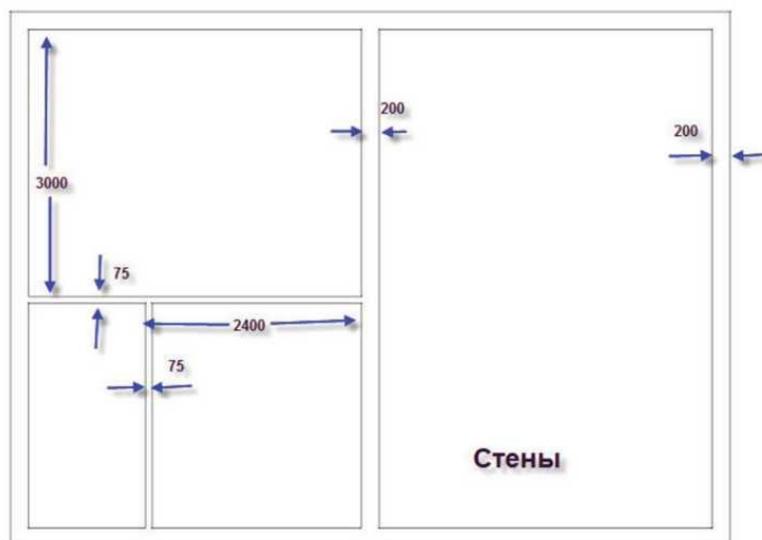


Рис. 2. Построение. Этап 1. Стены

Данное построение можно выполнить, используя другие методы работы, но чертеж должен быть такой, как на рис. 2.

Построение. Этап 2. Двери и окна

Построение дверного проема для входной двери (остальные проемы строятся аналогично).

1. При помощи команды ПОДОБИЕ построим отрезок, параллельный внутренней части стены, отделяющей гостиную от прихожей, с расстоянием смещения 400 мм.
2. Продлим этот отрезок за нижнюю ручку вниз чертежа на произвольное расстояние.
3. При помощи команды ПОДОБИЕ построим отрезок, параллельный только что построенному отрезку, с расстоянием смещения 1000 мм (мы строим проем, то есть полотно 900 мм плюс толщина коробки 2x50 мм, итого 1000 мм).
4. Применяем команду ОБРЕЗАТЬ в тех местах, где образовались ненужные пересечения.
5. Из точки, где находится ось дверной петли, рисуем окружность радиусом 1000 мм.
6. Соединяем центр окружности с квадрантом.
7. Применяем команду ОБРЕЗАТЬ в тех местах, где образовались ненужные пересечения, и УДАЛИТЬ – там, где нет пересечений, а ненужные дуги присутствуют.
8. То же, для дверей в комнату и кухню. Дверь в санузел находится точно посередине стены, отделяющей это помещение от коридора.
9. Создадим окно в кухне. Из середины отрезка – внутренняя сторона кухни – рисуем отрезок, направленный вертикально вверх. Длина произвольная.
10. При помощи команды ПОДОБИЕ построим два отрезка, параллельных только что построенному отрезку, с расстоянием смещения 750 мм.
11. Применяем команду ОБРЕЗАТЬ в тех местах, где образовались ненужные пересечения, и УДАЛИТЬ для остатка отрезка п. 9 между стенами.
12. Соединяем середины отрезков между стенами. Получаем окно в кухне.
13. При помощи команды ЗЕРКАЛО отражаем полученное окно относительно вертикальной оси 1 (рис. 3). Саму ось рисовать необязательно. Достаточно включить режим ОРТО и указать две точки на предполагаемой оси, используя привязку Середина и резиновую нить.
14. Применяя тот же прием для вновь построенного окна, отразим его вдоль горизонтальной оси симметрии 2 (рис. 3).



Рис. 3. Построение. Этап 2. Двери и окна

2. Создание слоев проекта

Согласно п. 6 технического задания, всю проектную документацию будем выполнять на листах А3 (420x297 мм) альбомной конфигурации в масштабе 1:50. Кроме того, все работы выполняем согласно указаниям ГОСТ 2.303-68 ЕСКД «Линии» и СТБ 2255-2012 «Основные требования к документации строительного проекта» (СПДС). Назначим основную линию $5 = 0,5$ мм. Основной линией должны быть нарисованы стены несущие, рамки и штампы. Остальные слои будут иметь толщину (вес) от $(1/3-1/2)5$.

Имя	Цвет	Тип линий	Вес линий
0	белый	сплошная	по умолчанию
Стены несущие	белый	сплошная	0.5
Стены перегородки	белый	сплошная	0.25
Двери	белый	сплошная	0.25
Окна	белый	сплошная	0.25
Мебель	белый	сплошная	0.25
ЭО	красный	сплошная	0.13
Размеры	белый	сплошная	0.13
Тексты	белый	сплошная	0.13

Таблица 1. Слои проекта

В табл. 1 присутствуют слои, которые понадобятся в процессе работы над проектом. Их можно создавать заранее или по мере необходимости. Разместим уже созданные объекты на предназначенные для них слои. Выполнив команду Обход слоев (либо их последовательную изоляцию), увидим то, что на рис. 4. В случае ошибок разместите объекты на правильные слои.

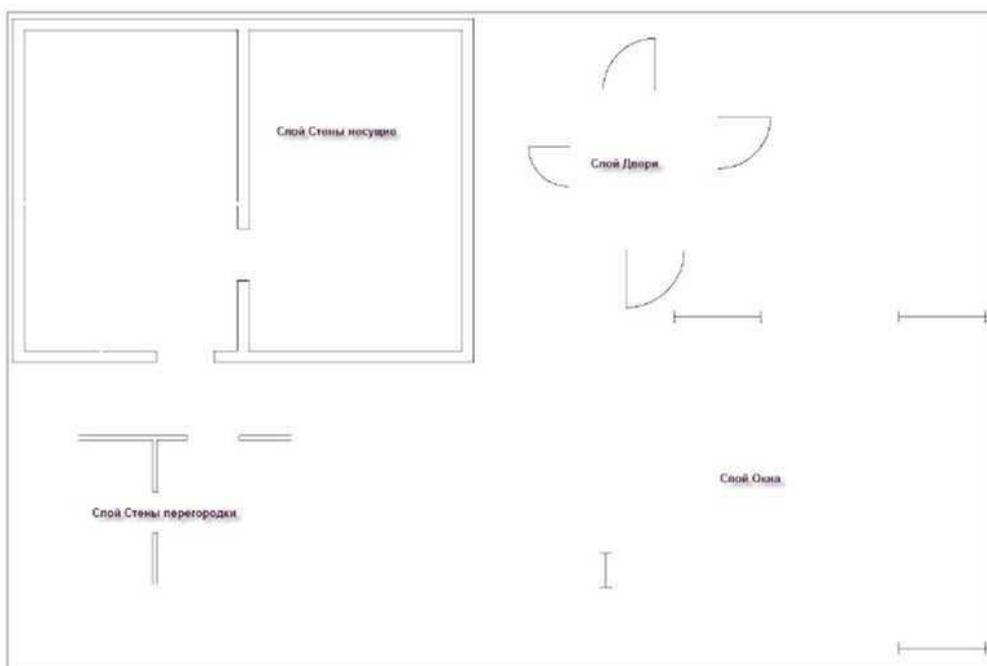


Рис. 4. Проверка правильности размещения объектов на слою

В диалоговом окне Слои проделанная работа отображается как показано на рисунке 5.

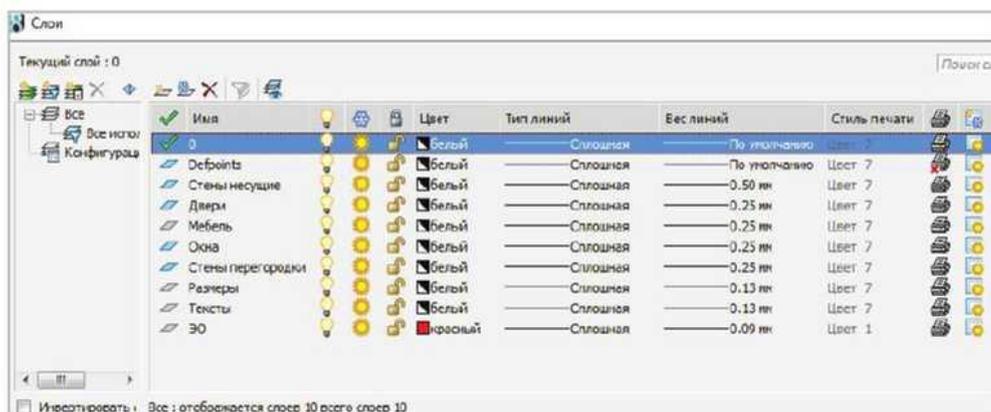


Рис. 5. Слои проекта

3. Мебель и электрооборудование

Распакуйте архив и сохраните файл Мебель в рабочую папку (см. SDO).

Сделаем текущим слой Мебель. Вызовем Обозреватель файлов и укажем путь к файлу Мебель. Слева, в области структуры, найдем заголовок Блоки и, выполнив щелчок по этому слову, увидим все находящиеся в файле описания блоков. Перетащим их в пространство модели (рис. 6). Расставьте мебель как посчитаете нужным. Если не хватает, создайте недостающие блоки.

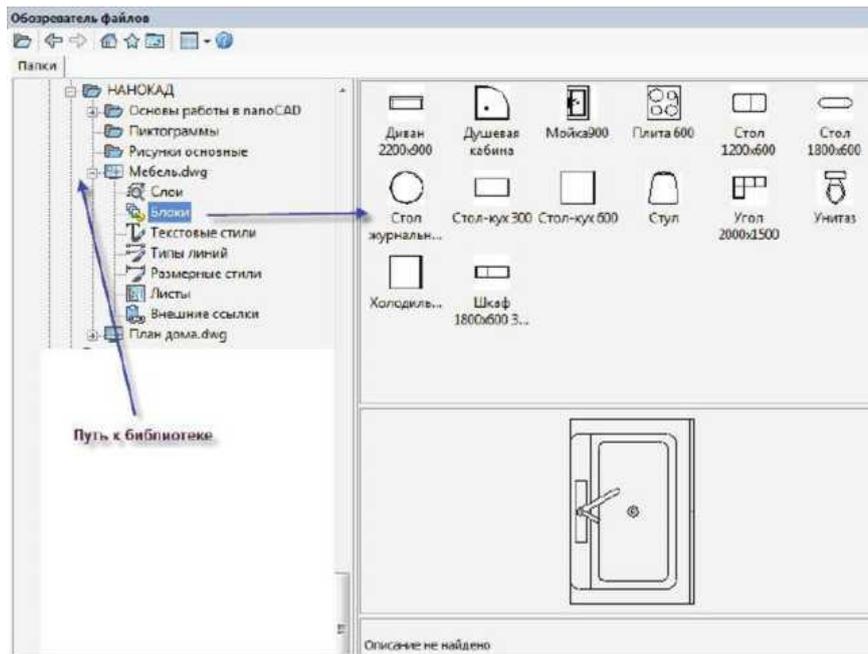


Рис. 6. Расстановка мебели

Сделаем текущим слой ЭО. Включим режим ОРТО и нарисуем несколько отрезков или полилиний, идущих вдоль стен. Можно на короткое время отключить объектные привязки и заблокировать все слои, кроме текущего. Эти объекты будут обозначать электрические провода, проложенные, как правило, вдоль стен дома. Обращаем внимание, что это упрощенная схема, которая служит для иллюстрации возможностей платформы и не отвечает всем требованиям проектирования электросетей.

4. Нанесение размеров

1. Установим масштаб оформления в строке состояния 1:50 (рис. 7). Масштаб оформления и масштаб вывода на печать, как правило, совпадают.
2. Установим текущим слой Размеры.
3. Установим текущим размерный стиль СПДС.
4. Отключим слои Двери, Мебель, ЭО.
5. Заблокируем все слои, кроме текущего слоя Размеры (необязательно).
6. Нанесем первый размер от правого внешнего угла дома до начала дверного проема. Для этого выберем инструмент линейный размер и выполним щелчок мышью на правом внешнем угле дома, затем по началу дверного проема, а перед тем, как нанести размерную линию, наберем в командной строке 500¹ и нажмем Enter. Процесс нанесения первого размера проиллюстрирован на рис. 8.

¹ По ГОСТ 2.307-68 размерная линия должна отстоять от объекта на 7...10 мм. $500 : 50 = 10$, следовательно, при масштабе вывода на печать 1:50 размерная линия будет располагаться на листе бумаги корректно.

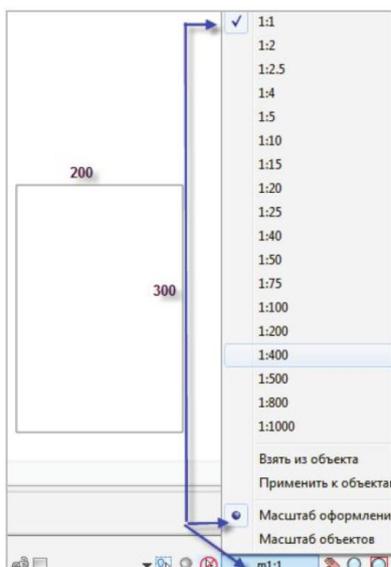


Рис. 7. Настройка масштаба оформления

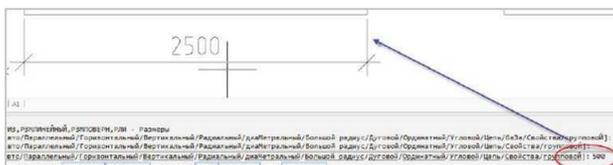


Рис. 8. Выбор положения размерной линии

В строительстве принято наносить размеры «цепочкой». Продолжим наносить размеры, используя инструмент цепочка. Следующий размер «цепляется» к концу предыдущего – рис. 9.

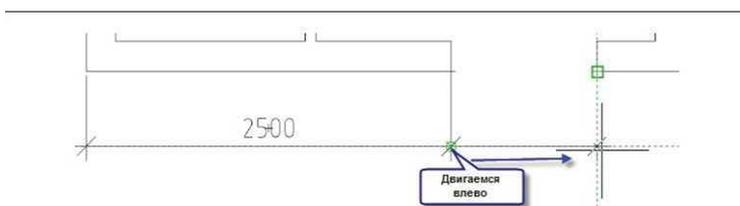


Рис. 9. Нанесение размера Цепочка

5. Создание текстов

Нанесем целевые назначения помещений и их площади. Для этого:

1. Создадим вспомогательный слой Площади. Свойства его произвольные, но сразу включим запрет вывода на печать.
2. Сделаем слой текущим и обведем прямоугольником все наши помещения.
3. Воспользуемся панелью инструментов Сведения. Выберем на ней инструмент Общая площадь и при запросе команды Выбор объектов укажем на нужную нам полилинию. В командной строке прочитаем площадь полилинии, в данном случае это площадь комнаты в квадратных мм (рис. 10). Нам придется сделать это четыре раза для разных помещений, записав вручную результаты, переведя их, естественно, в квадратные метры. Этот способ может показаться вам несколько несовременным. Так

оно и есть. При более глубоком изучении системы вы узнаете, что есть специальные текстовые объекты – поля, которые позволят сделать это автоматически. Более того, при изменении полилинии площади будут автоматически пересчитываться.

4. Делаем текущим слой Тексты. Устанавливаем текущий текстовый стиль ГОСТ 2.304. При помощи многострочного текста создаем надписи, как на рис. 11.

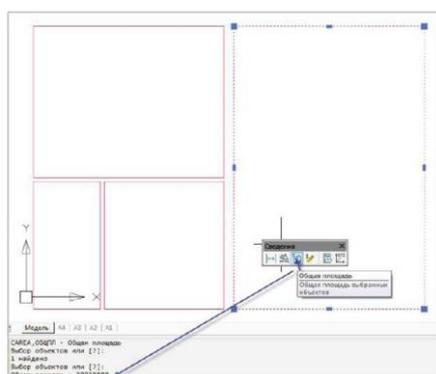


Рис. 10. Слой Площади

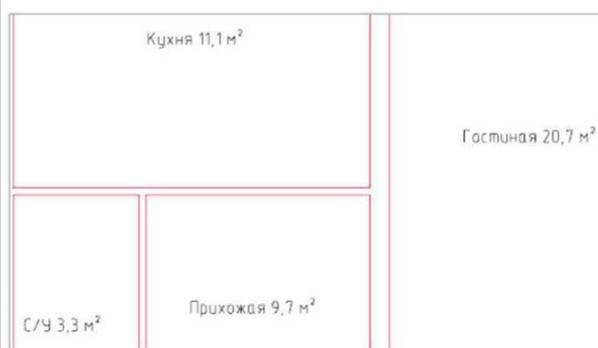


Рис. 11. Слой Тексты

6. Завершение работы над проектом

Включаем все слои и выключаем слой Площади. В окне программы увидим результат (рис. 12). Проверьте, чтобы все объекты были расположены на своих слоях, все слои обладали теми свойствами, с которыми будут выходить на печать.

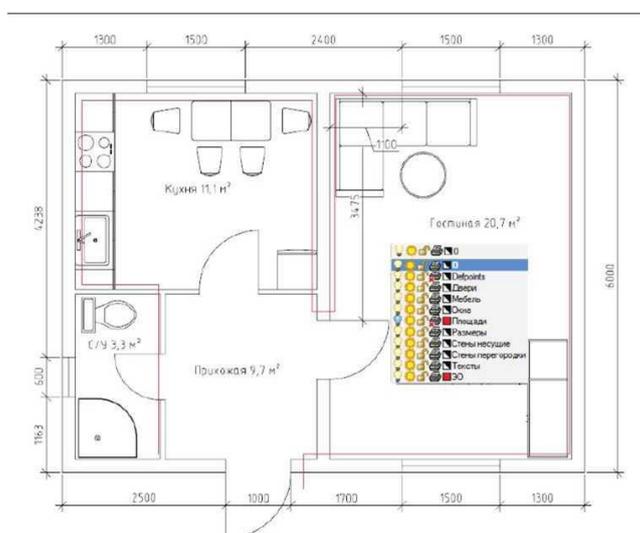


Рис. 12. Проект-стадия П²

² Стадия П разрабатывается для определения градостроительных, архитектурных, художественных, экологических, технических, технологических, инженерных решений объекта, сметной стоимости строительства. П разрабатывается на основании задания на проектирование. Разделы стадии П даются в четкой и лаконичной форме, без чрезмерной детализации, в составе и объеме, достаточном для основания проектных решений, а также определения сметной стоимости строительства.

ТЕМА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАСТРОВОГО РЕДАКТОРА NANOCAD³

Цель: рассмотреть функционал растрового редактора NanoCAD на примере построения поверхности по горизонталям.

ЗАДАНИЕ 3. Построить поверхность по горизонталям, взятым из изображения «Картограмма зимней ветрозащиты территорий». Исходные файлы для выполнения задания доступны по ссылке в системе SDO ВГУ имени П.М. Машерова в курсе «САПР в инновационной деятельности».

Ход выполнения работы.

1 этап. Подготовка растра.

1. Загружаем исходное изображение в *.dwg-документ⁴. Для этого используем команду *IMAGEATTACH* (*Вставка растра*). Выбираем растр «gradostroitelny_analiz.tif». Точка вставки – координаты 0,0,0. И нажимаем *OK* (рис. 1).

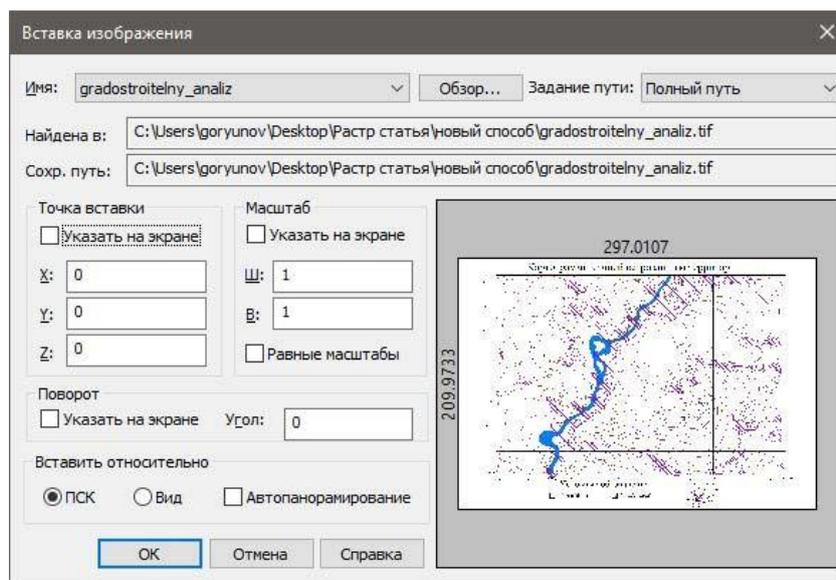


Рис 1. Вставка исходного изображения в *.dwg-файл

2. Обрезаем растр, так как горизонтали находятся не на всем изображении (рис. 2). Обрезать растр – команда *CROPBYRECT* (*Обрезка растра по прямоугольнику*).

3. Преобразуем цветное изображение в монохромное, чтобы векторизация была как можно более точной и корректной (рис. 3). Команда

³ По материалам официального сайта разработчика: <https://www.nanocad.ru/press/technical-articles/mnogofunktsionalnuu-rastrovuyu-redaktor-dlya-proektirovshchikov/>

⁴ Изображение для работы может быть разных форматов, так как модуль «Растр» работает с *.tif, *.tiff, *.bmp, *.jpg, *.jpeg, *.png, *.pcx, *.gif, *.ecw.

Binarization (Бинаризация): выбрать растр и запустить команду. Для того чтобы удалить лишнюю информацию, нужно перейти во вкладку *Диапазон* (диалоговое окно *Бинаризация*). Чтобы изменить цвет, нужно нажать на кнопку напротив слоя. Чтобы часть цветов данных осталась на монохромном изображении, укажем их с помощью кнопки *Взять пробу*. В пространстве модели выбираем цвет полилинии в нескольких местах – это улучшит конвертацию. Получивший результат увидим в окне предварительного просмотра (рис. 4).



Рис. 2. Обрезка по прямоугольнику

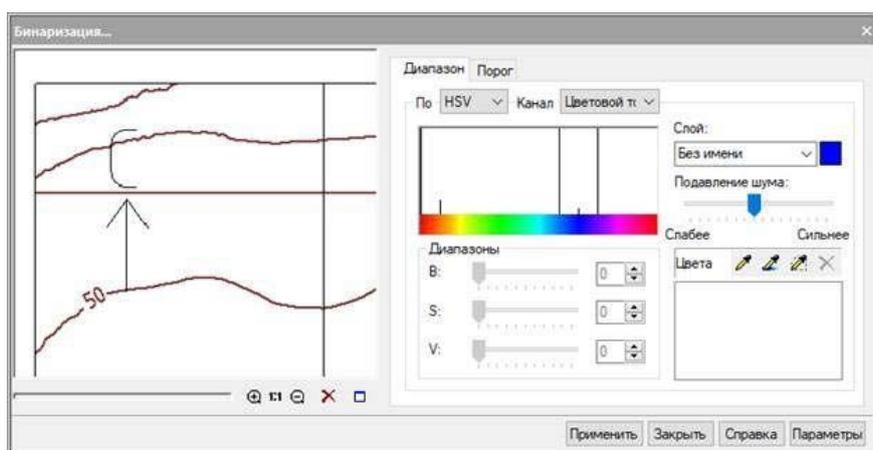


Рис. 3. Бинаризация

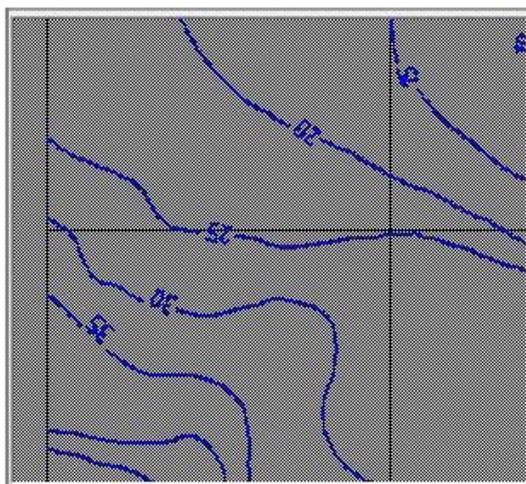


Рис. 4. Окно предварительного просмотра

Если выбраны лишние цвета, удалите их отметку с помощью кнопки *Удалить цвет*.

После проверки правильности полученных данных нажимаем *Применить*. Закрываем диалоговое окно. Чтобы посмотреть результат, выбираем цветной растр и переносим его командой *MOVE*, потому что полученный монохромный растр находится под цветным.

4. На растре часто остаются лишние объекты, которые надо удалить вручную. Для удаления лишних объектов используется команда *RASTERERASER* (*Ластик*). Вводим в пикселях размер ластика в командную строку или укажем на экране и удаляем ненужные данные (рис. 5).

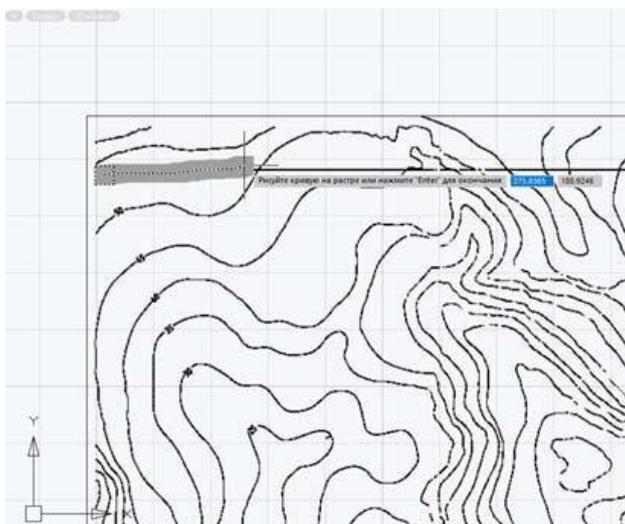


Рис. 5. Удаление объектов через команду Ластик

2 этап. Векторизация.

Векторизуем полученное монохромное изображение. В модуле «Растр» доступно два способа векторизации:

- автоматический: нужно ввести параметры, не требует ручного контроля, используется на любом типе растра;
- полуавтоматический (трассировка): эффективно устраняет дефекты векторных объектов.

Рассмотрим оба способа. Для полилиний применяем трассировку. Размещаем их автоматически на слое «0». А для текстов – автоматическую векторизацию. И создаем для них слой «Текст».

5. Командой *R2VSetup* настроим параметры преобразования.

5.1. Откроется диалоговое окно *Параметры преобразования*. Совершаем переход на вкладку *Распознавание*. Отмечаем с помощью флажков *Полилинии* и *Текстовая область [OCR]*. Полилинии нужны для работы с векторными данными после преобразования.

5.2. Во вкладке *Параметры* настраиваем работу алгоритмов распознаваемых примитивов (рис. 6).

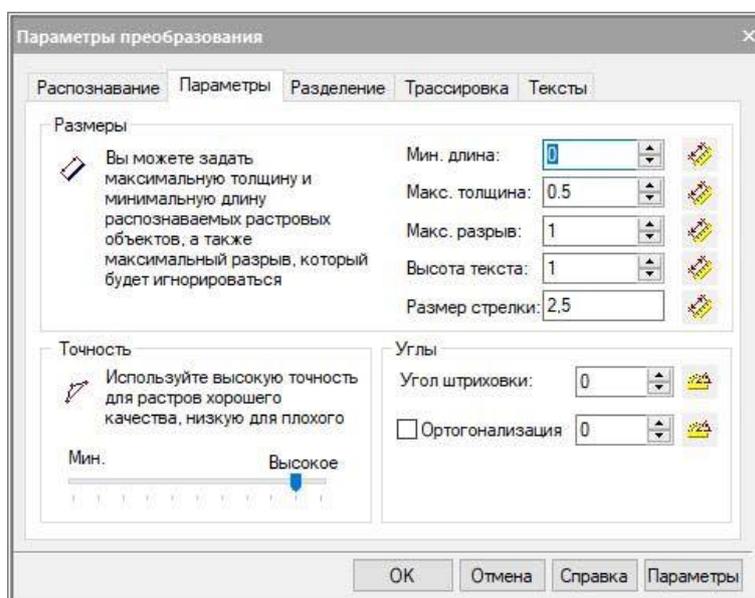


Рис. 6. Параметры преобразования

Поставим точность в область высоких значений. Размеры с помощью кнопки *Измерить значение* указываем на растре.

5.3. Переходим во вкладку *Трассировка*, выбираем *Автопродление векторов* для форсированного выбора.

5.4. Вкладка *Тексты* (рис. 7) – задаем произвольную ориентацию, перекрытие графикой и отдельно стоящие буквы. В таблице высот выбираем «1» для результирующего текста, потому что высота исходного текста приближена к этому значению. Для распознавания только цифр нужно добавить шаблоны слов «%D».

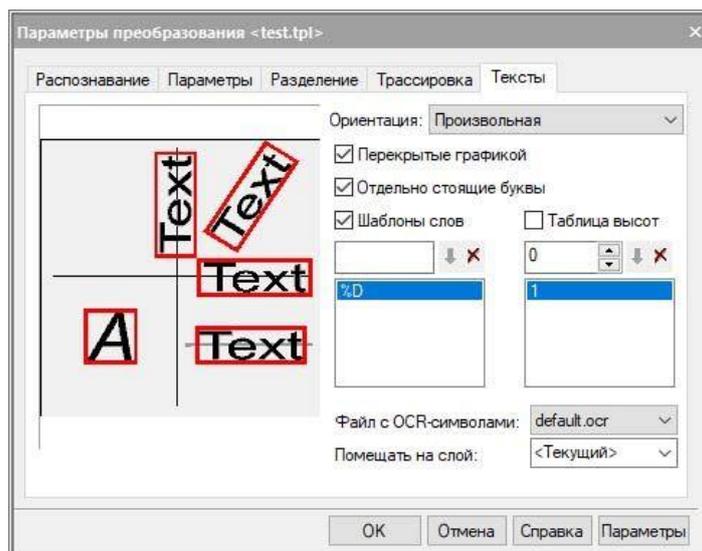


Рис. 7. Преобразование текстов

5.5. Чтобы сохранить настройки, нажимаем на «Параметры» и «Сохранить». Настройки можно загрузить через «Параметры» и «Открыть», выбрав необходимый файл из архива *pline.tpl* (ссылка на скачивание в начале публикации). Нажимаем *OK* для выхода из диалогового окна.

6. Начинаем трассировку полилиний. Выбираем с помощью команды *MakeVectorAndEraseRaster* режим *Создание вектора и стирание растра*. Далее нажимаем кнопку *Трассировка полилинии* и поочередно указываем полилинии на растре. Для перехода на следующий объект следует нажать *ENTER*.

Если получилось так, что трассировка выбрала неверное направление, как показано на рис. 8, отмените сегмент в командной строке: *Отменить сегмент*.

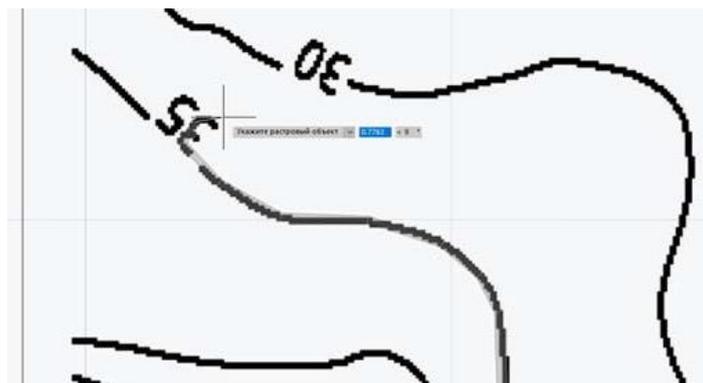


Рис. 8. Неверный сегмент

При обнаружении пробелов, выберите *Нарисовать сегмент*. Обязательное условие: горизонтали не должны прерываться. Если такое случилось используйте для редактирования векторных полилиний инструмент *pltools* (ссылка на скачивание в начале публикации).

7. Установим свойство *Глобальная ширина* равным нулю. С помощью команды *QSELECT* (*Быстрый выбор*) укажем все полилинии и в функциональной панели *Свойства* установим значение 0 (рис. 9). Результат на рис. 10.

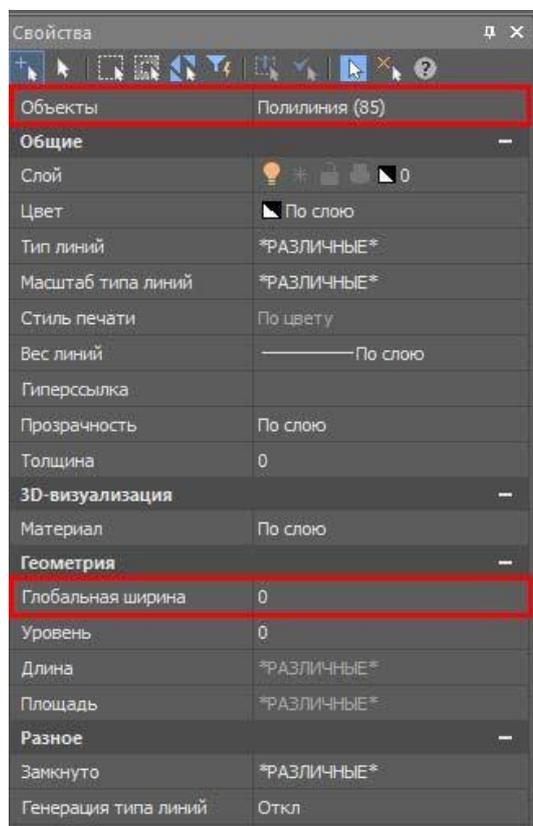


Рис. 9. Свойства

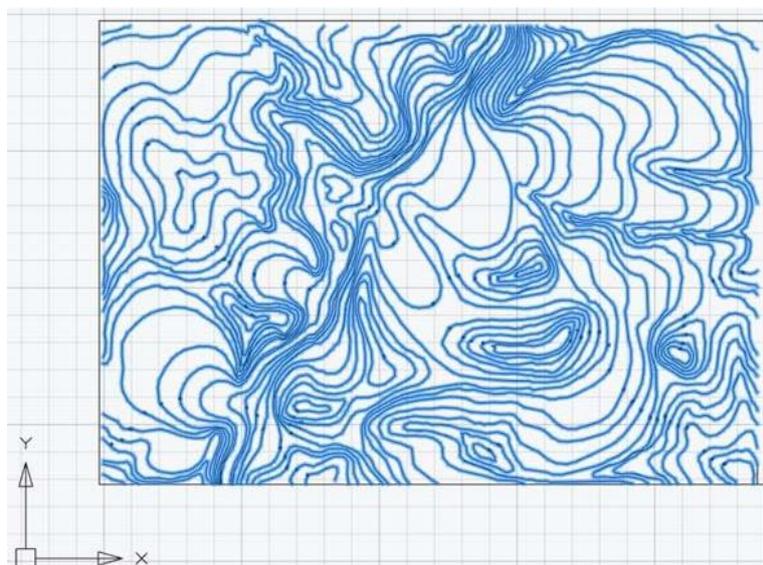


Рис. 10. Векторные полилинии

8. Чтобы узнать, какие данные остались после трассировки, копируем изображение и переносим его. Оставшийся растровый «мусор» (рис. 11) удаляем командой *SpeckleRemover* (Удаление мусора). Кнопка *Измерить максимальный размер* используется для указания величины растрового мусора. Указываем и нажимаем *Применить*. Если мусор остается, удаляем его Ластиком.

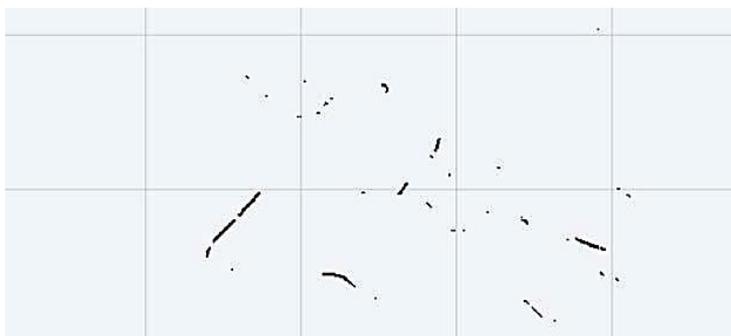


Рис. 11. Растровый мусор

9. Заходим в параметры преобразования *R2VSetup* (рис. 12). Но указываем только *Текстовая область [OCR]* во вкладке *Распознавание*: обработка повернутых цифр не приведет к корректным результатам.

Автоматическая конвертация реализуется через выбор растра и использование команды *R2VConvertor*. В случае неверного распознавания текста – правим вручную.

В случае абсолютно не распознанного текста с помощью команды *STYLE* (Текстовые стили) устанавливаем по умолчанию текстовый стиля *Standard* и применяем команду *RTEXTEDITCMD* для нераспознанного текста: выделяем текст, начиная с горизонтальной линии (рис. 13).

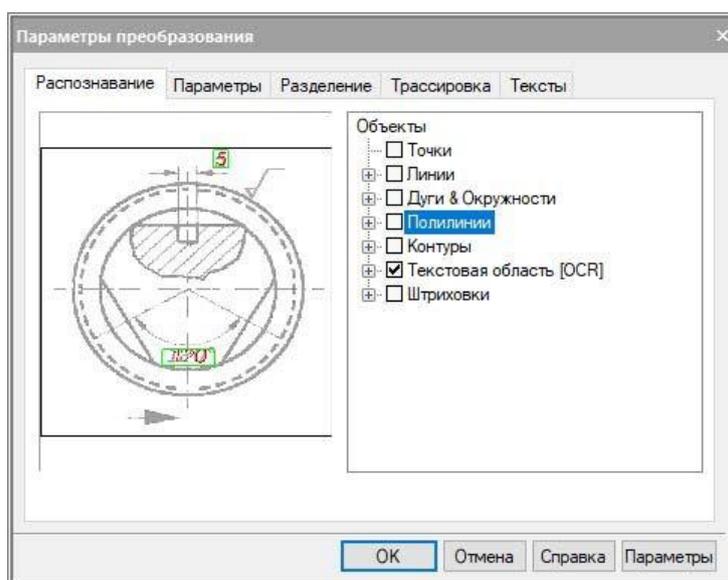


Рис. 12. Распознавание текста

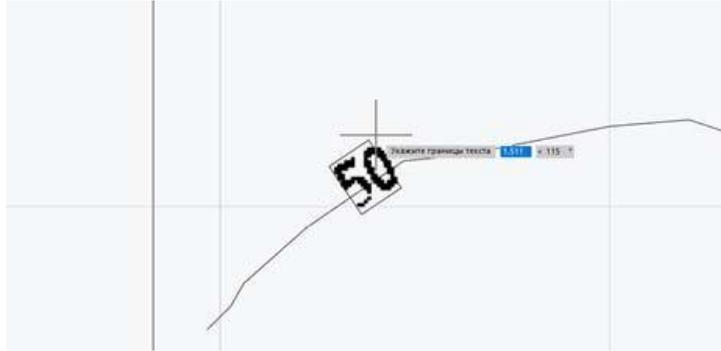


Рис. 13. Нераспознанный текст

10. Завершаем работу с модулем «Растр» удалением всех растровых изображений. Объединением нескольких полилиний в одну командой *PEDIT* (*Редактирование полилиний*) → *Несколько* (выбираем полилинии) → *Добавить* приводим векторную графику к нормальному виду. Аналогично шагу 7 используем быстрый выбор и выделяем только тексты. Приводим их к единому формату через функциональную панель *Свойства*: стиль – *Standard*, *Высота* – 1.

11. Поднимаем полилинии на нужный уровень с помощью утилиты *isolines.lsp*). Когда приложение *APPLOAD* подгрузится, применяем команду *isolines*. После выбора слоя для текста и полилиний нажимаем *OK* (рис. 14).

Для дальнейшей работы используем приложение nanoCAD GeoniCS, которое работает так же на базе Платформы nanoCAD, как и использованный ранее модуль «Растр».

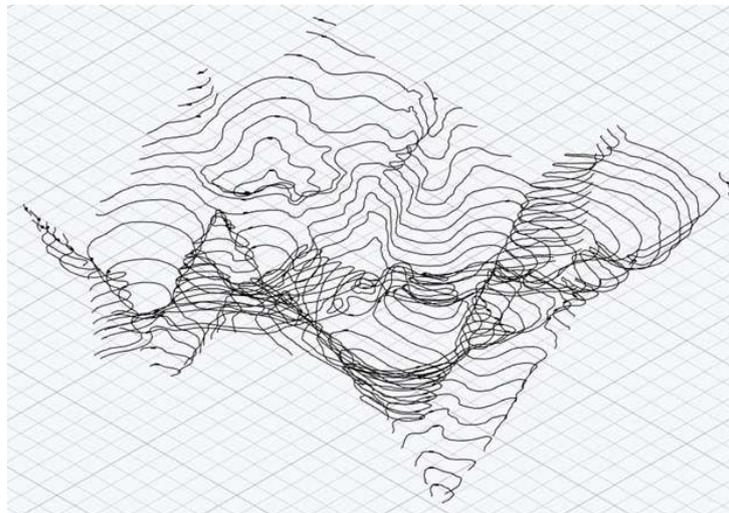


Рис. 14. Поднятие полилиний на уровни

12. Используем команду *GcExplorer* и создаем проект в nanoCAD GeoniCS: контекстное меню в разделе *Поверхность* → *Создать поверхность* (рис. 15). Также в контекстном меню в разделе *Поверхность: Данные TIN* → *Горизонталы* → *Добавить данные горизонталей* (рис. 16) подгружаем горизонталы в проект. В командной строке указываем по *Слою*

и любую горизонталь. Нажимаем *ENTER*. Далее вызываем контекстное меню в разделе с названием поверхности, с которой работаем. Выбираем *ПОСТРОИТЬ*. В диалоговом окне *Свойства поверхности* данные оставляем по умолчанию (рис. 17).

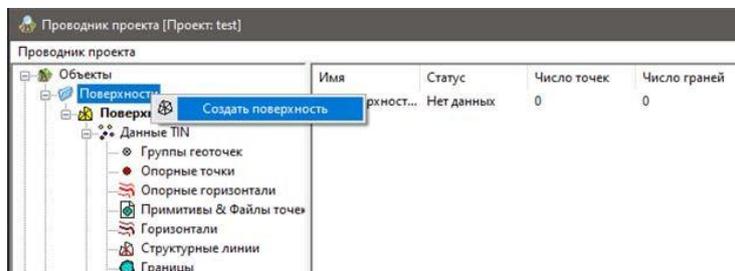


Рис. 15. Создание поверхностей

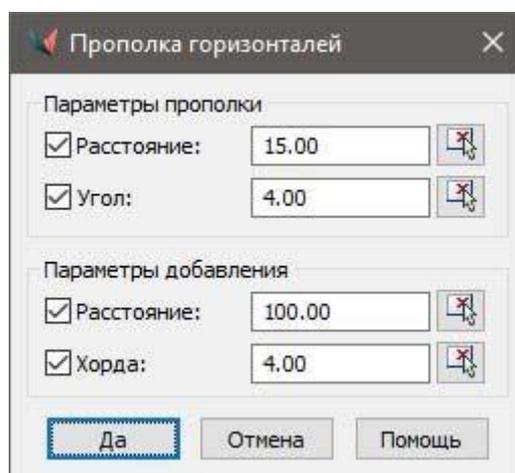


Рис. 16. Прополка

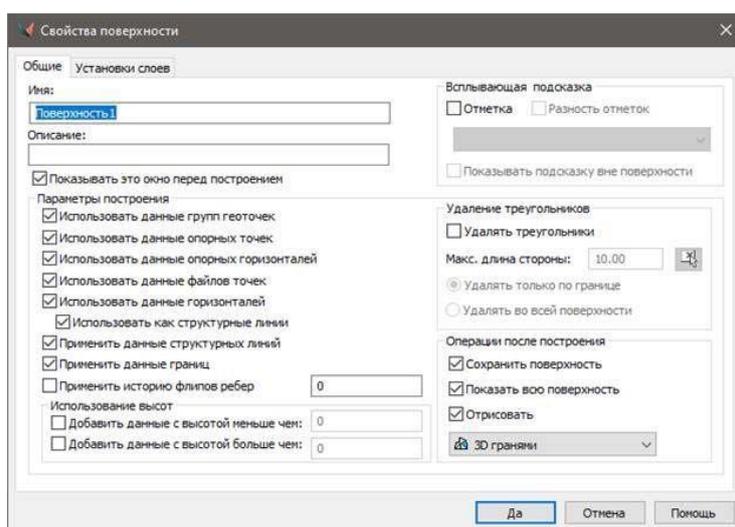


Рис. 17. Свойства

После получения сообщения об успешном построении поверхности с информацией о количестве полученных треугольников можно увидеть итоговый результат на рис. 18.

Для выполнения данной задачи нам понадобились только возможности платформы nanoCAD.

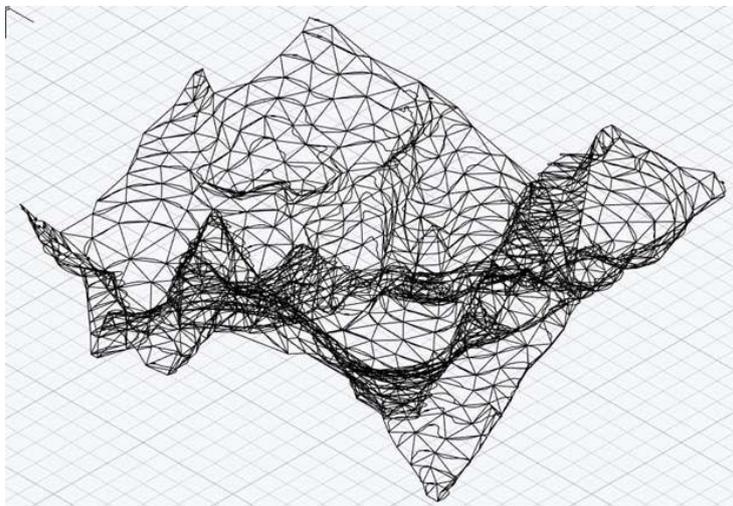


Рис. 18. Поверхность по растровому изображению

ТЕМА 3. ПРИЛОЖЕНИЕ NANOCAD GEONICS: РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

Цель: изучить возможности приложения nanoCAD GeoniCS на примере решения прикладных задач при проектировании элементов техногенных геосистем в сфере дорожного строительства и добывающей промышленности.

ЗАДАНИЕ 4. Отрисовать и создать используя возможности модуля «Генплан» nanoCAD GeoniCS проект участка автомобильной дороги в поверхности⁵. Исходные файлы для выполнения задания доступны по ссылке в системе SDO ВГУ имени П.М. Машерова в курсе «САПР в инновационной деятельности».

Ход выполнения работы

Важность отрисовки дорог по поверхности объясняется необходимостью корректного их отображения на 3D-модели рельефа, при построении профилей инженерных сетей, картограммы и т.д.

⁵ По материалам разработчика: <https://habr.com/ru/companies/nanosoft/articles/560044/>

Существует три способа отрисовки дорог с бордюрами и обочинами в проектируемой поверхности: 1) Структурные линии по проездам; 2) Подобию; 3) Опорные горизонталы. В настоящей работе рассмотрим вариант использования способа построения дорог и проездов с помощью *Структурных линий по проездам*.

Подготовка. Создайте проект в рамках продукта nanoCAD Геоника. Для этого используйте вкладку *GeoniCS* → *Открыть проект (чертеж)* (рис. 1).

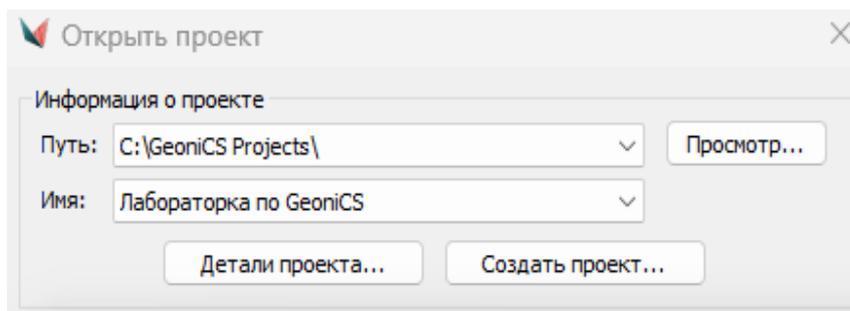


Рис. 1. Открытие или создание проекта

Создайте проект под именем «Лабораторная 1 по GeoniCS», заполните при необходимости поле *Описание* под кнопкой *Детали проекта*. После создания проекта в шапке программы nanoCAD Геоника появится название проекта: [Проект: Лабораторная 1 по GeoniCS].

Создайте новую поверхность. Для этого откройте проводник проекта: вкладка *GeoniCS* → *Проводник проекта*.

В диалоговом окне проводника (в дереве навигации объектов проекта) установите курсор мыши на разделе *Поверхности*, нажмите правую кнопку мыши (далее по тексту – ПКМ) и выберите команду *Создать поверхность*.

На основании данных (см. SDO), создайте поверхность с существующим рельефом под названием «Черная» и проектируемую поверхность под названием «Красная».

После создания поверхностей выполните настройки вертикальной планировки. Для этого укажите, в какую поверхность будут вноситься изменения, и какая поверхность будет существующей. Откройте настройки вертикальной планировки: вкладка *Вертикальная* → *Установки*. На вкладке *Общие* укажите в качестве существующей поверхности – «Черная» и в качестве проектируемой – «Красная».

После завершения настроек поверхности приступайте к простановке опорных точек в чертеже. Проставьте точки по оси проезда⁶: выберите команду *Вертикальная* → *Опорные точки* → *Задать точку на осях проездов*. Введите значения опорных точек (рис. 2).

⁶ На вкладке *Вертикальная* → *Установки* → *Опорные точки* можно настроить отображение опорных точек (*Стили точек*)

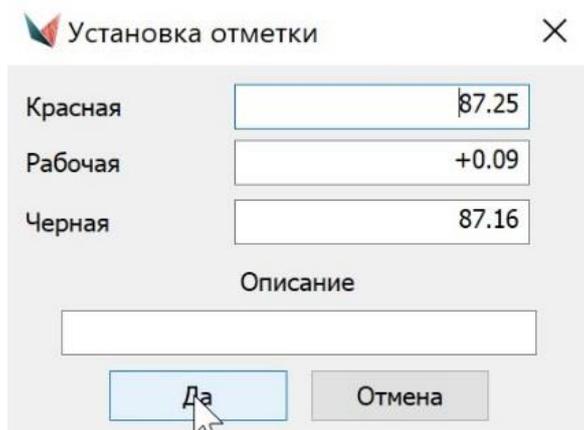


Рис. 2. Ввод значений опорных точек

При простановке опорных точек можно задавать отметку самостоятельно, а можно использовать инструмент *Уклоноуказатель*, задавая продольный уклон: *Вертикальная* → *Опорные точки* → *Уклоноуказатель*. В этом случае после указания опорных точек между ними отрисовывается уклоноуказатель. Чтобы изменить расстояние между опорными точками, зайдите в диалоговое окно *Редактирование уклона и опорных точек*, параметр *Расстояние*. Изменение расстояния приводит к пересчету местоположения и красной отметки опорной точки, открытой для редактирования, величина уклона при этом остается прежней (рис. 3).

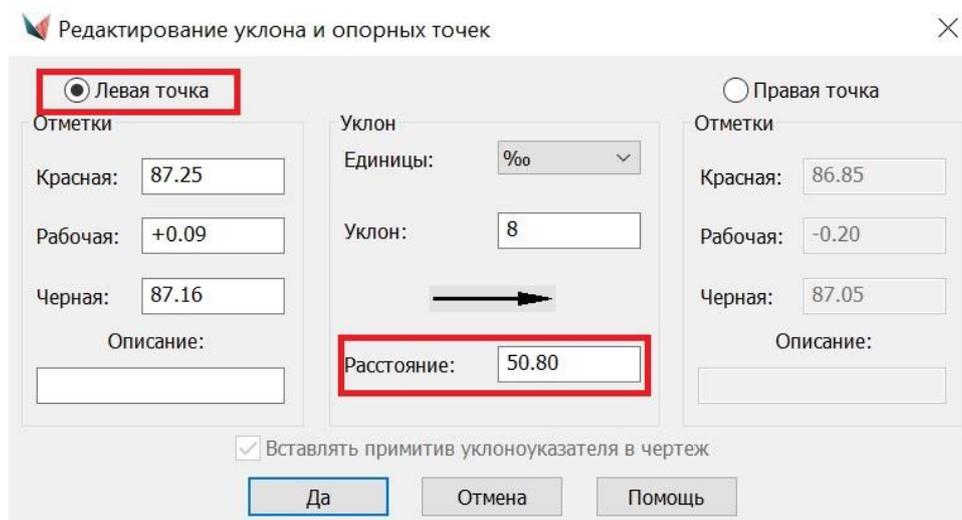


Рис. 3. Диалоговое окно «Редактирования уклона и опорных точек» в процессе редактирования

После простановки опорных точек по осям проезда постройте поверхность для того, чтобы отрисованные точки учитывались в поверхности: *Вертикальная* → *Построить*. В открывшемся окне *Свойства поверхности* нажмем кнопку *Да*. Теперь построенный проезд выглядит так, как на рис. 4.

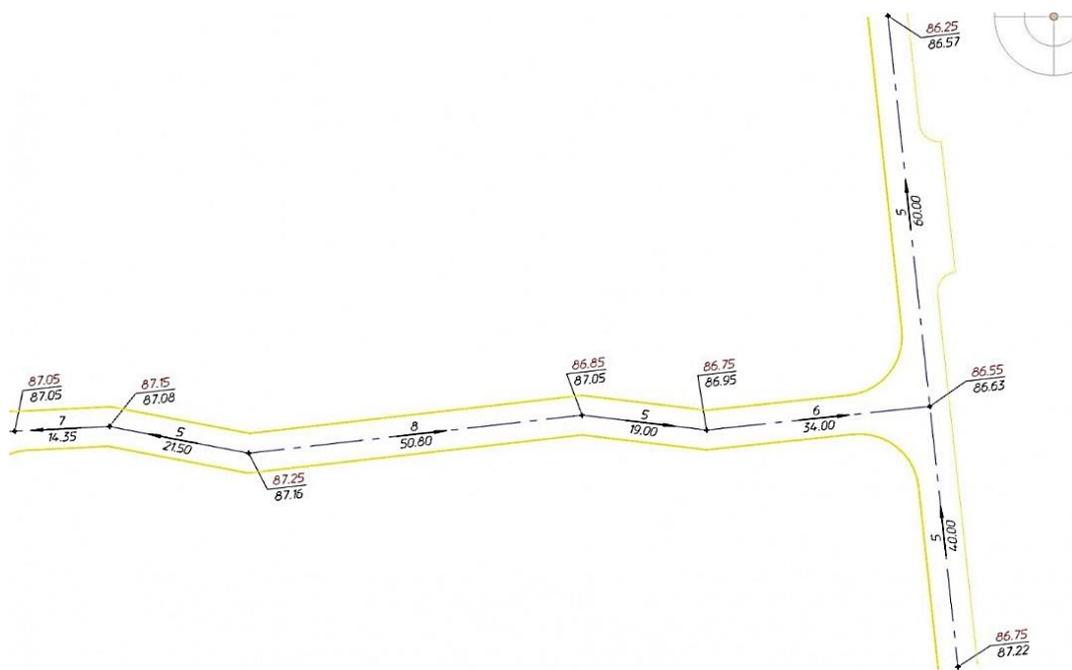


Рис. 4. Пример проезда с опорными точками по проездам и уклоноуказателями

На этом подготовка исходных данных завершена. Перейдем к созданию проездов.

Структурные линии по проездам. Этот способ, как правило, используется при протяженных проездах с небольшим количеством примыканий и уширений. Рассмотрим два варианта использования способа построения проездов с помощью *Структурных линий по проездам*.

1. Отрисовка проездов с бордюрами с использованием стандартной команды модуля «Генплан» «Структурные линии по проездам».

Вызовем диалоговое окно *Структурные линии по проездам: Вертикальная* → *Структурные линии по проездам*. Откроется диалоговое окно, в котором задайте параметры поперечного сечения проезда: выберите ось проезда, укажите начальную и конечную опорные точки проезда, между которыми хотите построить структурные линии. «Начальная» и «Конечная» точки могут быть любыми точками проезда, между которыми нужен заданный поперечный профиль. Типовой поперечный уклон может изменяться на всей длине проезда. Обработку перекрестков и примыкания произведите через сопряжение: *Утилиты* → *Редактор контуров* → *Сопряжение геонив.* В открывшемся диалоговом окне укажите радиус сопряжения (рис. 5).

В случае если на длине проезда есть уширения или «карманы», необходимо произвести редактирование структурной линии разрыва. Для этого наведите указатель мыши на требующий редактирования элемент и нажатием ПКМ вызовите команду *Редактор элементов*. Выберите инструмент *Вставить вершину* и вставьте вершины в проезд (рис. 6).

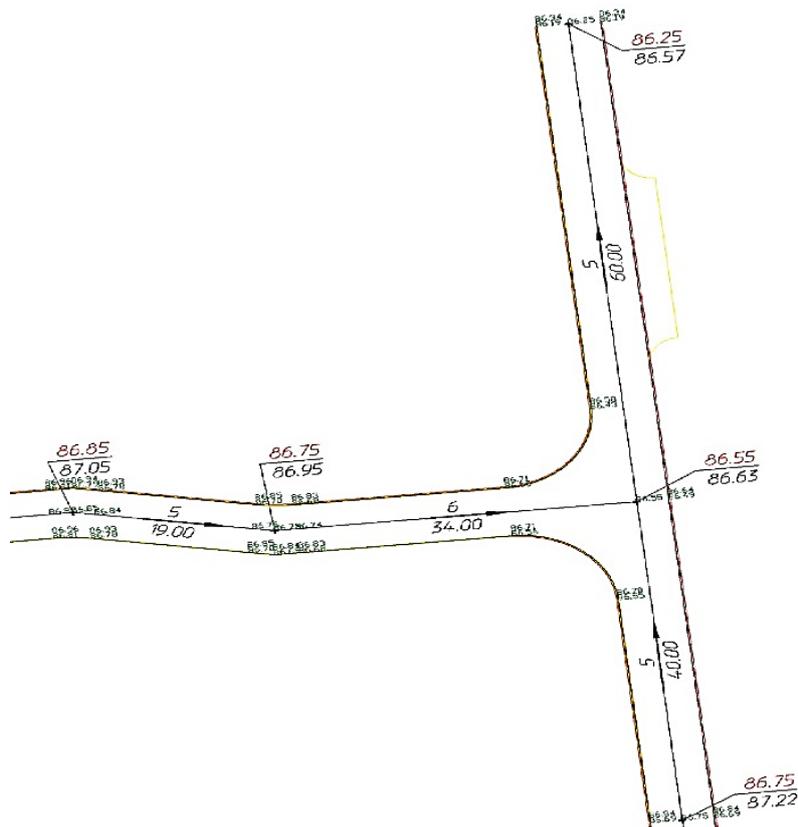


Рис. 5. Пример выполнения перекрестка командой «Сопряжение геонов»

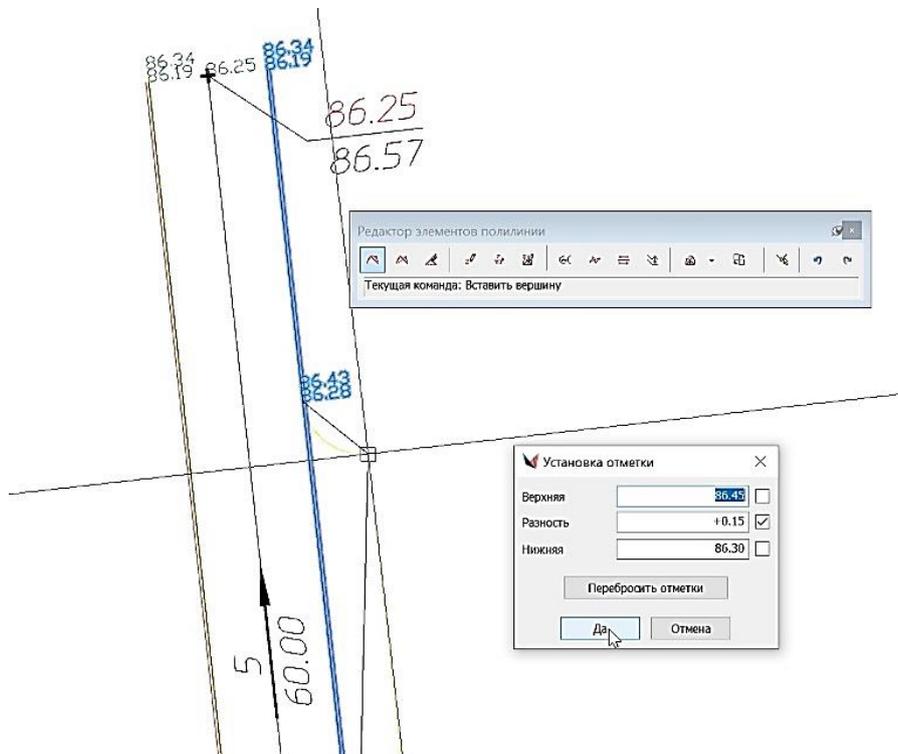


Рис. 6. Вставка новых вершин в процессе редактирования структурной линии разрыва

Там, где необходим дуговой элемент, выбираем в редакторе полилиний инструмент *Изменить тип сегмента* (рис. 7).

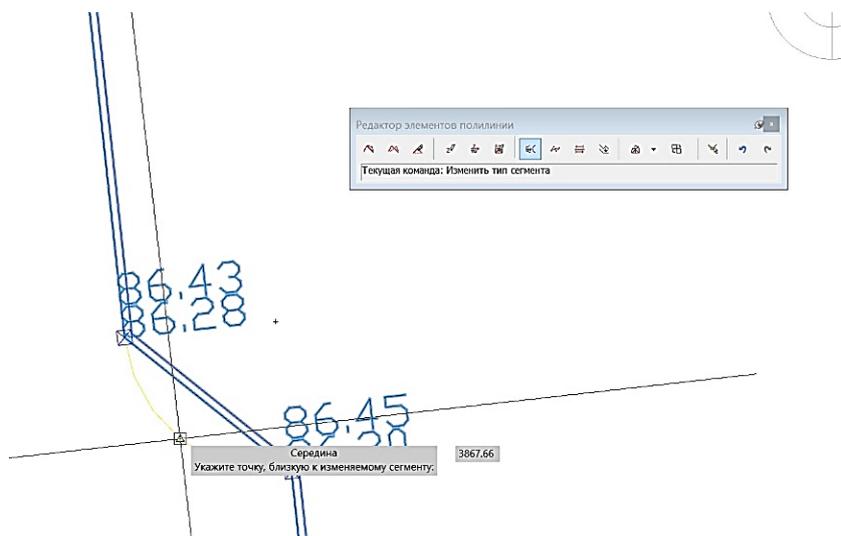


Рис. 7. Изменение типа сегмента

Далее – *Изменить уклон*. Укажите первую и вторую точки на структурной линии. Укажите отметки для редактирования, если изменится уклон на структурной линии разрыва. «Карман», получившийся после редактирования структурной линии разрыва готов (рис. 8).

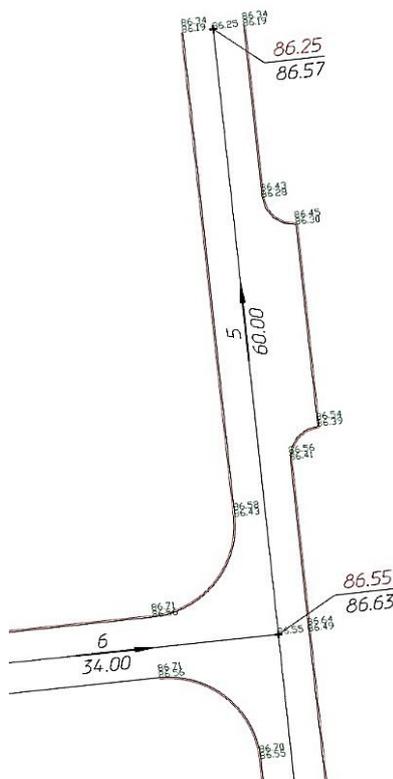


Рис. 8. Образец выполнения «кармана» или уширения проезда

Обратите внимание, что вершины полилинии, которая служит осью проезда, должны точно совпадать с опорными точками, иначе команда может не сработать.

Созданные структурные линии по проездам необходимо добавить в поверхность. Выберите структурные линии и определите их в проектируемую поверхность: *Рельеф* → *Структурные линии* → *Определить из чертежа*.

Для проверки корректности построения проезда в поверхности постройте поперечное сечение: командой nanoCAD *Полилиния* или *Отрезок* создайте секущую линию в том месте, где хотите посмотреть сечение, затем ПКМ нажмите на секущую линию и в открывшемся меню выберите *Просмотреть сечение*. Откроется диалоговое окно *Сечение поверхности* (рис. 9).

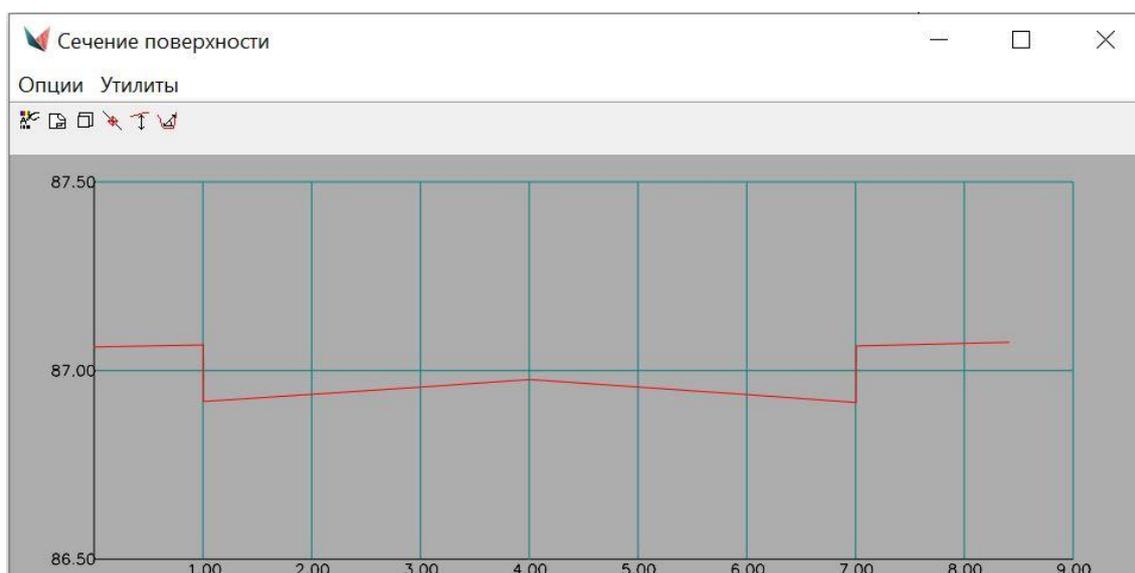


Рис. 9. Диалоговое окно «Сечение поверхности»

Результат проведенной работы – правильно построенный проезд с заданным сечением.

Отрисовка проездов с обочинами инструментом *Структурные линии по проездам*.

Используйте исходные данные из раздела «Подготовка», где созданы опорные точки по проездам и на их основе построена поверхность.

Далее вызовите диалоговое окно *Структурные линии по проездам* (*Вертикальная* → *Структурные линии по проездам*), в котором зададим нужные нам параметры поперечного сечения проезда.

Уберем галочку с бордюра и поставим на тротуаре, зададим отрицательные уклоны для правильного отображения обочин. На рис. 10 представлено поперечное сечение нашего проезда.

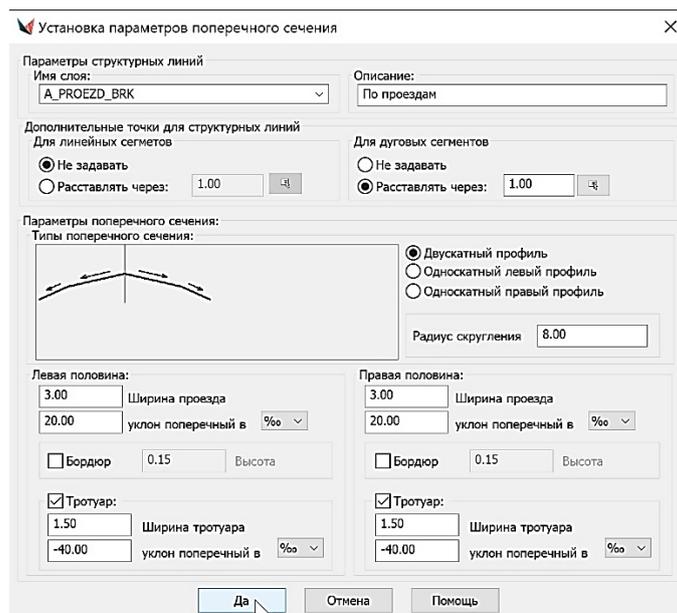


Рис. 10. Диалоговое окно «Установка параметров поперечного сечения» в процессе редактирования

Как и в первом способе, выберем ось проезда, укажем опорные точки проезда, между которыми построим структурные линии по проезду. В поверхность структурные линии мы добавим чуть позже.

Обработку перекрестков и примыкания производим через сопряжение: *Утилиты* → *Редактор контуров* → *Сопряжение геонов* (рис. 11).

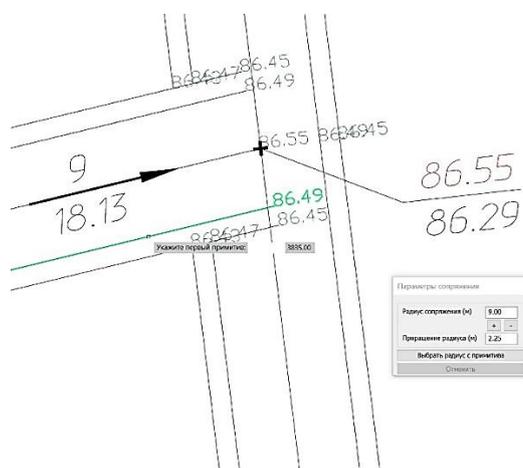


Рис. 11. Пример выполнения перекрестка с обочинами командой «Сопряжение геонов»

Выделим полученные структурные линии и добавим их в проектируемую поверхность: *Рельеф* → *Структурные линии* → *Определить из чертежа*.

Для проверки корректности построения проезда в поверхности построим поперечное сечение. Стандартными средствами платформы (примитив *Полилиния* или *Отрезок*) нарисуем секущую линию в нужном нам

месте, укажем секущую линию в чертеже и вызовем ПКМ команду *Просмотреть сечение* (рис. 12). Диалоговое окно *Сечение поверхности* отобразит полученный результат (рис. 13).

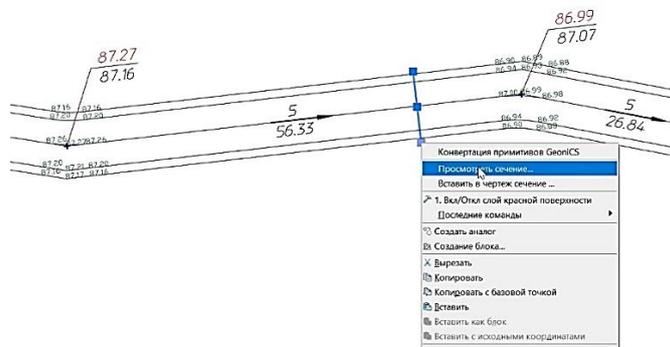


Рис. 12. Вызов команды «Просмотреть сечение»

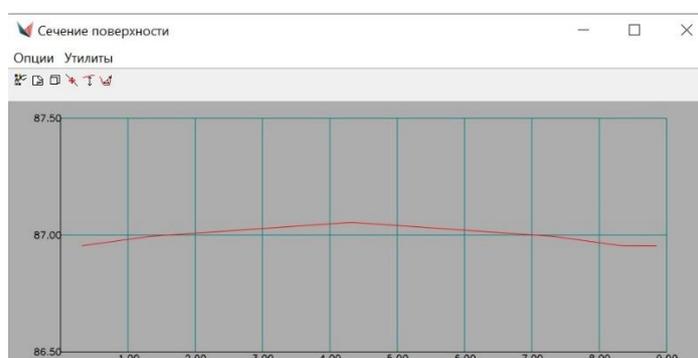


Рис. 13. Диалоговое окно «Сечение поверхности»

Результат проведенной работы – правильно построенный проезд с заданным сечением.

ЗАДАНИЕ 5. Используя возможности модулей «Геомодель» и «Топоплан» nanoCAD GeonICS освоить работу с точками, создание трехмерной модели карьера, построение разрезов и сечений, расчет объемов земляных работ. проект участка автомобильной дороги в поверхности⁷. Исходные файлы для выполнения задания доступны по ссылке в системе SDO ВГУ имени П.М. Машерова в курсе «САПР в инновационной деятельности».

Ход выполнения работы

Загрузка точек съемки

В маркшейдерии работа с точками имеет ключевое значение. Точки GeonICS – геоточки – создаются по данным съемки и являются основой для построения модели карьера или склада. nanoCAD GeonICS позволяет

⁷ По материалам разработчика: <https://www.nanocad.ru/press/technical-articles/nanocad-geonics-programmnyy-kompleks-dlya-resheniya-marksheyderskikh-zadach/>

импортировать точки в базу данных из предварительно созданного текстового файла, различными способами создавать новые геоточки вручную, а также преобразовывать их из объектов чертежа (текста, блоков, окружностей и т.д.).

В программе сформирован набор утилит для работы с точками. Одна из них обеспечивает построение полилинии/3D-полилинии по номерам и группам точек (например, для оконтуривания бровки откоса). Есть возможность экспортировать данные о геоточках в текстовый файл либо файл Excel, которые впоследствии будут загружены в прибор для размещения точек на местности.

Созданные геоточки хранятся в базе данных проекта и доступны для вставки в любой чертеж. Поскольку вся информация хранится в проекте, со многими объектами nanoCAD GeonICS можно работать в фоновом режиме.

Создание 3D-модели карьера

Инструменты nanoCAD GeonICS позволяют создавать трехмерную модель поверхности по точкам съемки. Точки можно объединять в группы по разным критериям, например по дате съемки. Таким образом, программа позволяет хранить в базе данных информацию о разных периодах съемки.

Помимо геоточек, в качестве исходных данных для построения 3D-модели поверхности могут использоваться горизонтали, структурные линии и примитивы чертежа. Построенная поверхность редактируется стандартными средствами программы (переброс ребра, добавление и удаление точек и граней, добавление границ). Использование разных типов исходных данных позволяет создать точную и детализированную модель поверхности.

Наличие трехмерной модели карьера обеспечивает возможность проектировать элементы уступов карьера и отвалов, вести учет добытых объемов, пополнять маркшейдерскую документацию и т.д. Пример съемки карьера с уступами показан на рис. 1 и 2.



Рис. 1. План с уступами

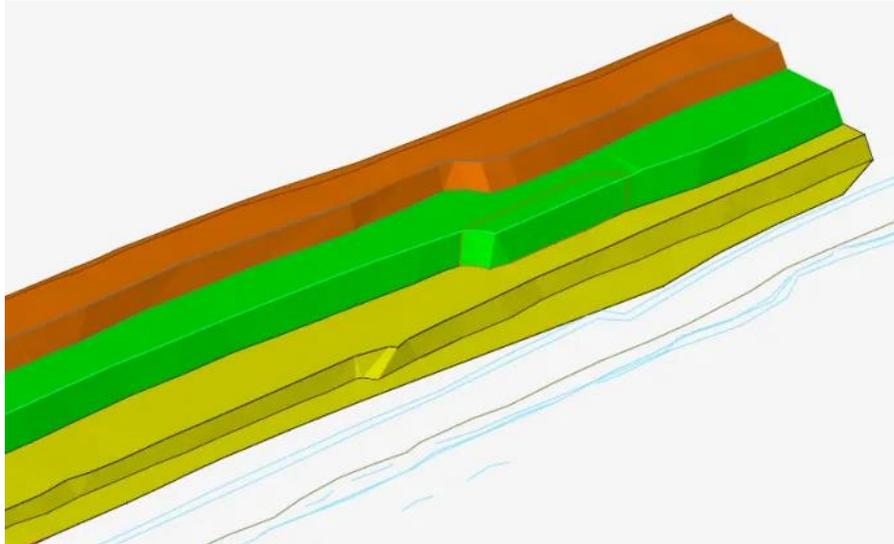


Рис. 2. 3D-модель карьера

Съемка карьера также может быть выполнена с помощью лазерного сканирования и обработана в сторонних программах. В дальнейшем ее можно загрузить в nanoCAD GeonICS как точки или поверхности. Поддерживается загрузка поверхностей из других программ – в формате LandXML. Поверхность, построенная по съемке с БПЛА, представлена на рис. 3.

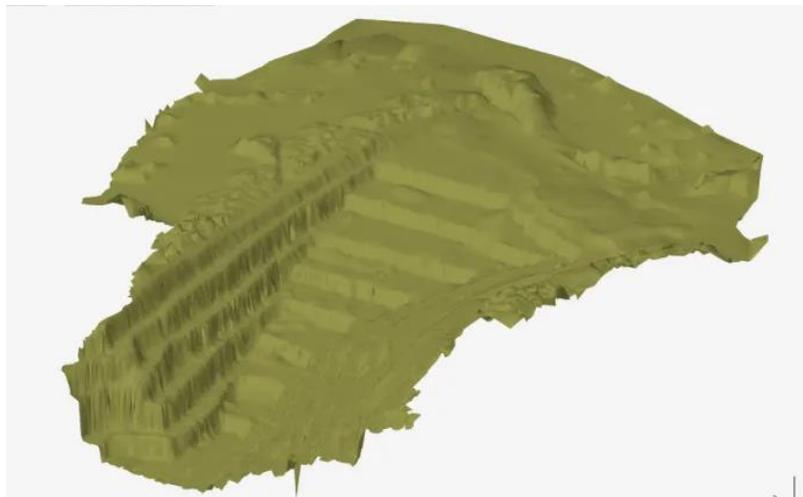


Рис. 3. Модель карьера, построенная по съемке с БПЛА

После построения поверхности возможен ее анализ. Доступны различные операции: создание сводной поверхности (вычитание), перемещение и масштабирование поверхности, врезка одной поверхности в другую. На рис. 4 показан участок поверхности, раскрашенный по диапазону высотных отметок с выводом легенды.

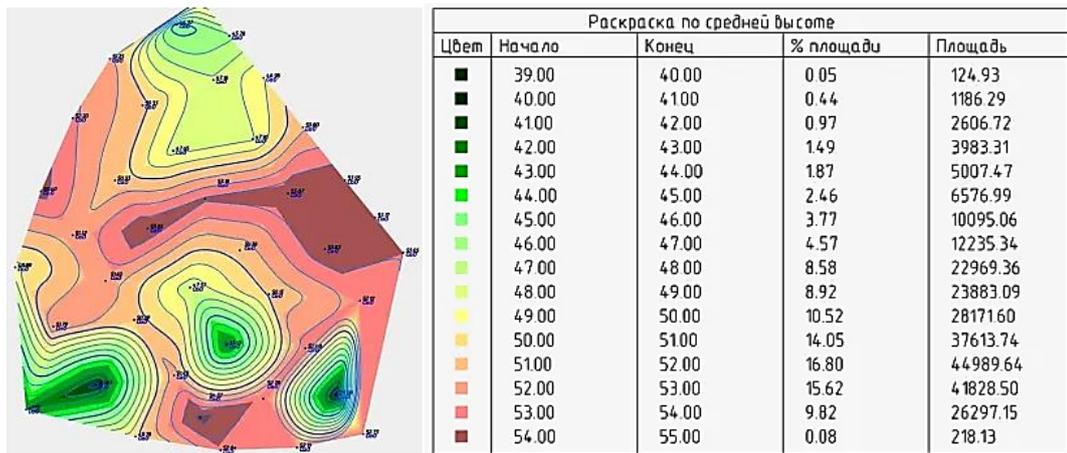


Рис. 4. Раскраска поверхности по характеристикам

Проектирование уступов, отвалов и съездов

Трехмерная модель карьера является основным источником данных для дальнейшего проектирования, планирования и расчетов. С помощью инструментов программы можно построить динамические профили по проектным и фактическим данным и осуществлять их пополнение (рис. 5).

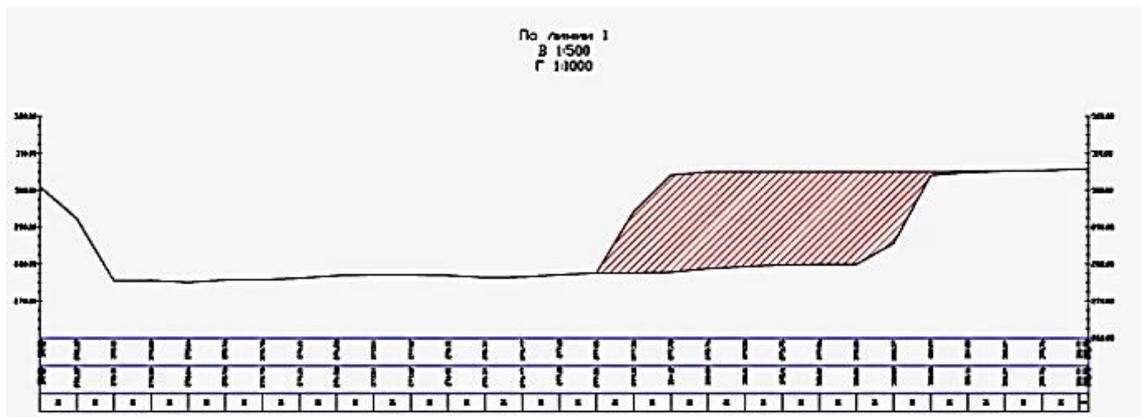


Рис. 5. Пополнение профиля. Штриховкой обозначен отработанный уступ

Возможно построение как «быстрого профиля» для анализа поверхностей, так и профиля с более подробной информацией о поверхностях и объектах чертежа. На него можно выводить данные о вертикальной и горизонтальной геометрии поверхностей, информацию о пересечениях с объектами чертежа и скважины, сформированную в модуле «Геомодель». Динамическая связь профиля с поверхностями позволяет получать актуальные данные по поверхности (рис. 6–7).

Помимо оценки проектной и существующей модели программа позволяет проектировать подъездные дороги и съезды.

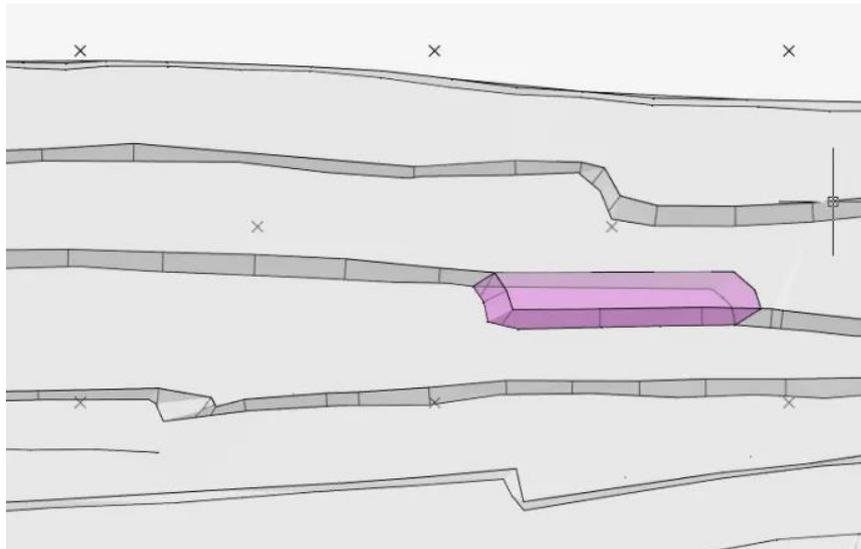


Рис. 6. План отработки

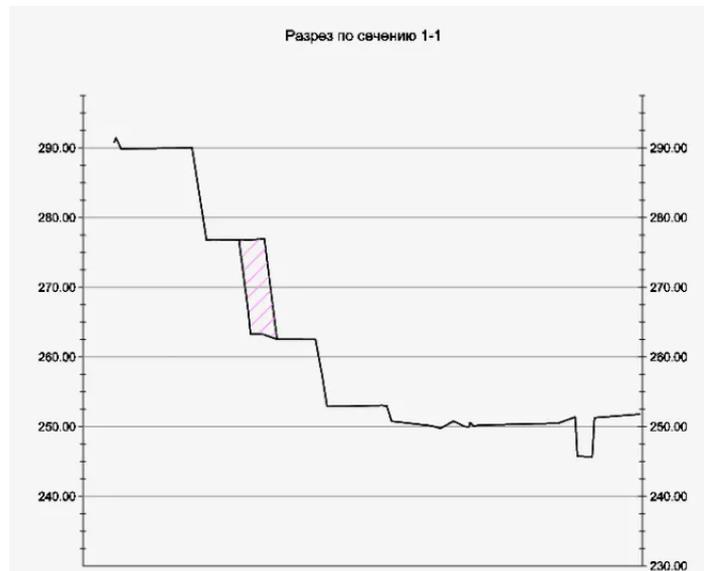


Рис. 7. Профиль

Наконец, в nanoCAD GeoniCS можно проектировать расположение отвалов вскрышных пород с использованием инструмента *Проектный откос* (рис. 8).

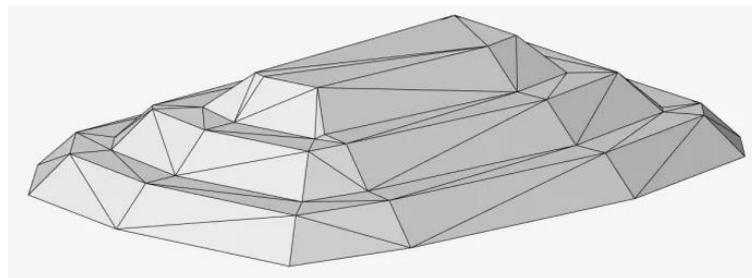


Рис. 8. Результат работ, выполненных в nanoCAD GeoniCS

Расчет объемов и площадей

Модель является основой для расчета объемов горных работ. nanoCAD GeonICS поддерживает три способа расчета объемов между поверхностями в контуре:

1. Картограмма (рис. 9). Позволяет рассчитывать объем методом квадратов по отметкам в узлах картограммы.



Рис. 9. Картограмма

2. Метод призм. Использует геометрию исходных поверхностей и выдает максимально точное значение объемов (рис. 10–11).

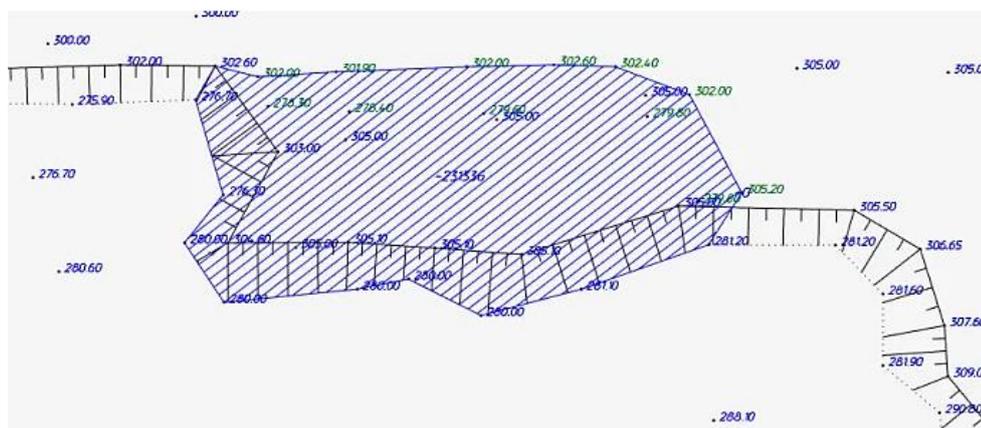


Рис. 10. Вычисление объема добытого ископаемого

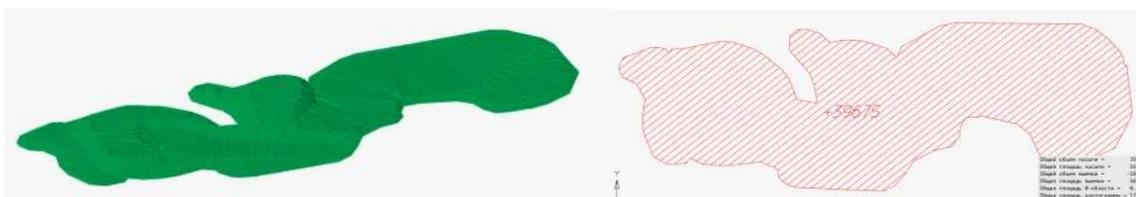


Рис. 11. Вычисление объема склада

3. Метод сечений (рис. 12–14). Помогает рассчитать объем по заранее построенным сечениям, учитывая площадь сечений и расстояние между ними.



Рис. 12. Расчет объема по сечениям. Сечения отображены на плане

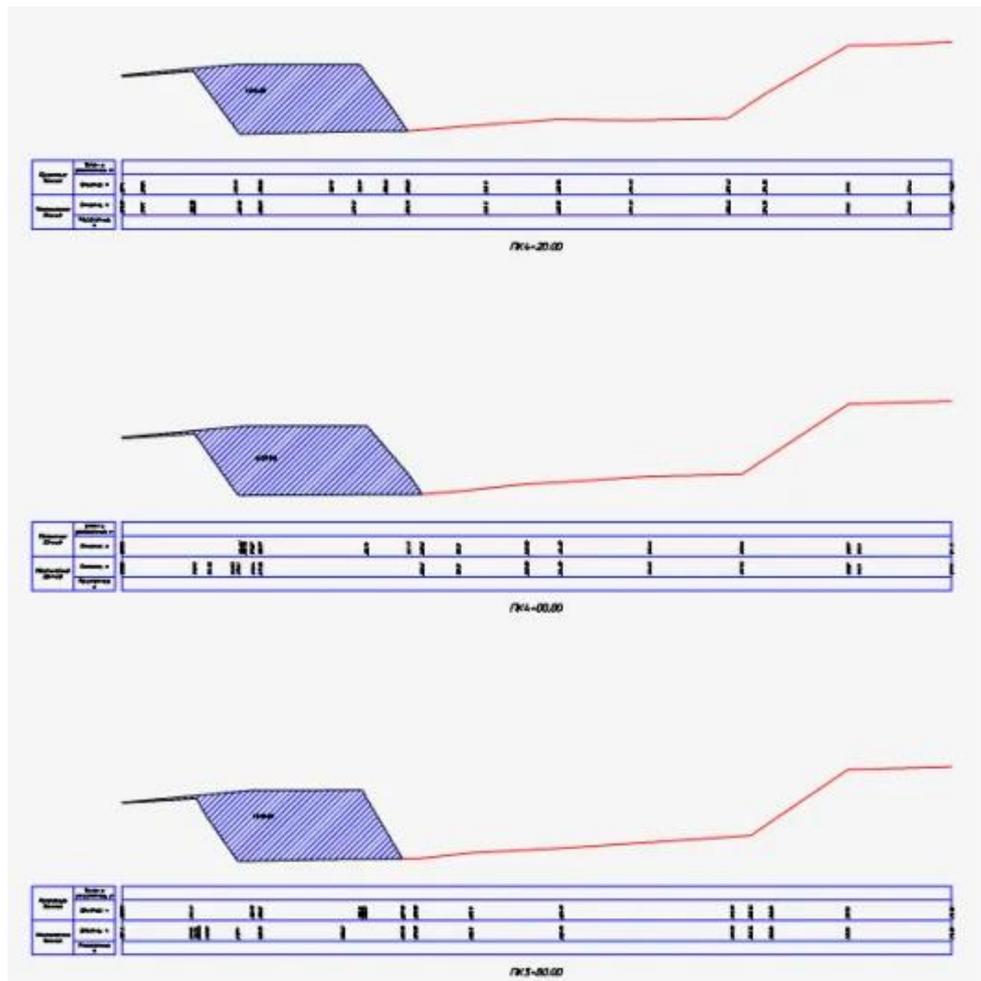


Рис. 13. Окна сечений по карьеру с шагом 20 м

Выемка							
Обозначение профиля	Название сечения	Пикет, м	Площадь профиля, кв. м	Полусумма площадей, кв. м	Расстояние, м	Объем земляных работ, куб. м	Накопленный объем, куб. м
1	ПК - 002+80.00	2+80.00	0.00	5.68	20.00	75.75	75.75
2	ПК - 003+00.00	3+00.00	11.36	697.47	20.00	10135.45	10211.19
3	ПК - 003+20.00	3+20.00	1383.57	1482.91	20.00	29635.91	39847.11
4	ПК - 003+40.00	3+40.00	1582.24	1546.61	20.00	30929.45	70776.55
5	ПК - 003+60.00	3+60.00	1510.98	1529.53	20.00	30589.84	101366.39
6	ПК - 003+80.00	3+80.00	1548.08	1603.83	20.00	32070.20	133436.59
7	ПК - 004+00.00	4+00.00	1659.59	1597.98	20.00	31951.68	165388.20
8	ПК - 004+20.00	4+20.00	1536.36	1460.23	20.00	29191.35	194579.54
9	ПК - 004+40.00	4+40.00	1384.09	1206.31	20.00	24038.43	218617.97
10	ПК - 004+60.00	4+60.00	1028.53	572.90	20.00	9954.07	228572.04
11	ПК - 004+80.00	4+80.00	117.28	70.28	20.00	1285.30	229857.34
12	ПК - 005+00.00	5+00.00	23.27				
Грант, не вошедший в поперечные профили						0.00	
Итого						229857.34	

Рис. 14. Результат расчета объемов по сечениям

Разрезы по профильным линиям являются неотъемлемой частью маркшейдерской документации. Благодаря инструментам модуля «Сечения» можно одновременно выполнять оформление, пополнять документацию (оформление сечений) и подсчитывать объемы по сечениям.

Выпуск документации

Необходимая документация (рис. 15) – чертежи плана, профилей, сечений, а также ведомости и таблицы – создаются в программе на основе цифровой модели.

Применение модуля «Топоплан» позволяет упростить оформление сводного плана горных работ. В программе есть инструменты, отрисовывающие штриховку бортов откосов. Вид штриховки полностью открыт для настройки.

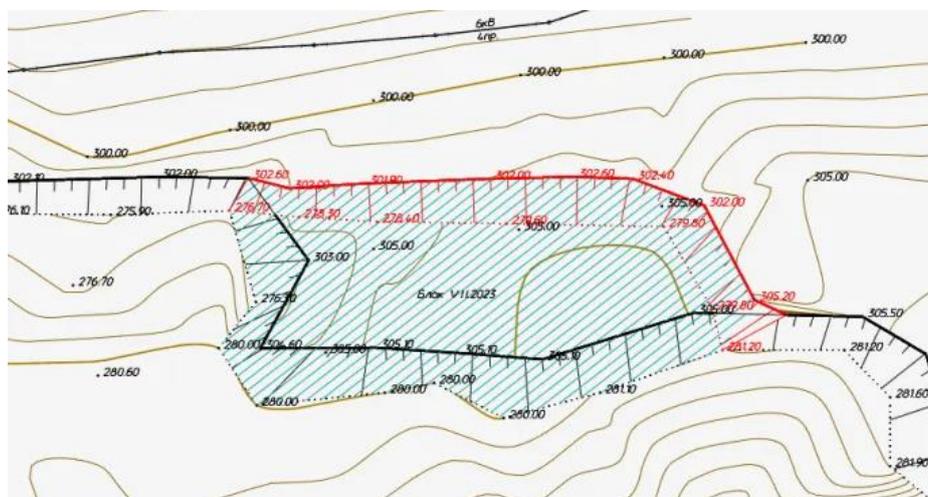


Рис. 15. Проектный документ, сформированный в пакоCAD GeoniCS

Для отрисовки условных знаков дорог, сетей, пунктов съемки существует специальная база, которая включает в себя точечные, линейные и площадные знаки.

Импорт/экспорт данных

При работе со сторонними программами может возникнуть необходимость передачи данных nanoCAD GeoniCS. Помимо того, что Платформа nanoCAD напрямую работает с форматами *.dwg (это ее штатный формат) и *.dxf, данные о поверхностях, точках, группах точек и трассах можно импортировать и экспортировать в формате LandXML. Этот же формат будет полезен при обмене данными между специалистами различных отделов.

Таким, образом, трехмерную модель карьера, созданного в nanoCAD GeoniCS, можно использовать как для ведения горных работ, так и в процессе проектирования. Модель является основой при определении объемов работ. Поддержка актуальности цифровой модели помогает отслеживать изменения, решать текущие и планировать будущие задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Платформа nanoCAD. Версия 24.1. Руководство пользователя (электронное издание) / Нанософт разработка. – 2024. – 1763 с.
2. Габидулин, В.М. Основы работы в nanoCAD / В.М. Габидулин; под ред. М. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 176 с.
3. Полещук, Н.Н. Путь к nanoCAD / Н.Н. Полещук. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 365 с.
4. Кувшинов, Н.С. NanoCAD Plus 10. Адаптация к учебному процессу / Н.С. Кувшинов. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 344 с.
5. Кувшинов, Н.С. NanoCAD Механика. Инженерная 2D и 3D компьютерная графика: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 528 с.
6. Бачурина, С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству: в 3 ч. / С.С. Бачурина. – М.: ДМК Пресс, 2021. – Ч. 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. – 128 с.
7. Бачурина, С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству: в 3 ч. / С.С. Бачурина. – М.: ДМК Пресс, 2022. – Ч. 3: Примеры лучших практик использования цифровых моделей в градостроительстве. – 192 с.
8. Бачурина, С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству: в 3 ч. / С.С. Бачурина. – М.: ДМК Пресс, 2021. – Ч. 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. – 106 с.
9. NanoCAD GeonICS 24.1: руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geonics.ru/index.html?geonics.htm>. – Дата доступа: 29.09.2024.
10. Дикалов, А. Эффективное использование «горячих» клавиш внутри комплекса программ nanoCAD [Электронный ресурс] / А. Дикалов // Официальный сайт компании «Нанософт». – Режим доступа: <https://www.nanocad.ru/press/technical-articles/effektivnoe-ispolzovanie-goryachikh-klavish-vnutri-kompleksa-programm-nanocad/>. – Дата доступа: 29.09.2024.
11. Пулина, А. NanoCAD GeonICS: программный комплекс для решения маркшейдерских задач [Электронный ресурс] / А. Пулина // Официальный сайт компании «Нанософт». – Режим доступа: <https://www.nanocad.ru/press/technical-articles/nanocad-geonics-programmnyy-kompleks-dlya-resheniya-marksheyerskikh-zadach/>. – Дата доступа: 29.09.2024.
12. Папшева, Ю. План и продольный профиль автомобильной дороги – создание и оформление инструментами nanoCAD GeonICS [Электронный ресурс] / Ю. Папшева // Официальный сайт компании «Нанософт». – Режим доступа: <https://www.nanocad.ru/press/technical-articles/plan-i-prodolnyy-profil-avtomobilnoy-dorogi-sozdanie-i-oformlenie-instrumentami-nanocad-geonics/>. – Дата доступа: 29.09.2024.

Учебное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

Составитель

ТОРБЕНКО Андрей Борисович

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Л.В. Рудницкая

Подписано в печать 10.10.2024. Формат 60x84^{1/16}. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,17. Тираж 9 экз. Заказ 136.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.