

УДК 528.4(711.1)

**Хевук А.В.**

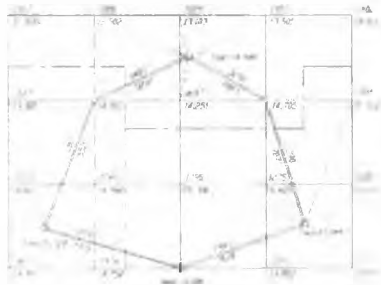
*Научный руководитель: Кандыбо С.Н.*

## ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА МЕСТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР AUTOCAD

Одной из первостепенных и основных задач инженерного благоустройства является вертикальная планировка, обеспечивающая допустимые уклоны улиц, дорог, проездов и территории для оптимального размещения зданий, промышленных предприятий и различных сооружений, обеспечение водоотведения ливневых, талых вод, систем ВИК. Преобразование существующего рельефа с целью приспособления городской территории для эксплуатации и строительства осуществляется на основании проекта вертикальной планировки. В современном градостроительстве к функциональным площадкам относят спортивные: гольфполя, автокартинги, стадионы и др., в парковых зонах: детские, аттракционные площадки, придорожный сервис: АЗС, автостоянки и др. В зависимости от местных условий и вида поверхности, проектирование вертикальной планировки выполняют методом проектных горизонталей, проектных отметок, профилей или комбинацией этих методов [1,2,3].

Метод проектных горизонталей позволяет наиболее полно отразить проектируемый рельеф и произвести планировку на всей территории с одинаковой степенью точности, что особенно важно при незначительных уклонах местности. Сущность метода состоит в том, что на план с геодезической подосновой, где показан (фактический) естественный рельеф в горизонталях и нанесены все проектные решения в плане, наносят проектные горизонтали, отображающие проектный рельеф. В зависимости от рельефа и масштаба составляемого плана, высоту сечения проектных горизонталей устанавливают равной 0,1; 0,2; 0,5 м. Преимуществом данного метода является совмещение горизонтального и вертикального решений, что обеспечивает наглядность проектного документа и упрощает подготовку и производство геодезических разбивочных и строительных работ.

При вертикальной планировке наиболее проблематичный фактор — перемещение грунта. В настоящее время, наряду с традиционными методами проектирования, все шире применяются системы автоматизированного проектирования. Для автоматизации процессов проектирования используют системы автоматизированного проектирования (САПР) GeoniCS, AutoCAD Civil 3D или систему CREDO. Объемы программного комплекса CREDO



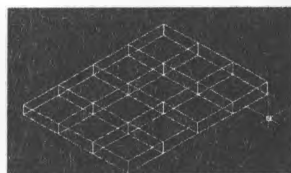
**Рисунок 1** – *Схема-журнал нивелирования по квадратам с исходными данными и вычисленными отметками*

Исходными данными для вертикальной планировки площадок функционального назначения служат материалы топографических съемок (в том числе, результаты нивелирования поверхности по квадратам или профилям) или координаты и высоты точек, полученные с цифровой модели местности (ЦММ). В качестве исходных данных будем использовать материалы нивелирования поверхности по квадратам (рис. 1) со стороной квадрата 40 м с вычисленными отметками вершин.

Рассмотрим решение вертикальной планировки с использованием САПР Autodesk AutoCAD 2014. После запуска программы, выбираем пункт меню Слои «Свойства слоёв» создаем следующие слои (рис.2): горизонтали проектные; горизонтали фактические; квадраты; линия нулевых работ; объёмы; проектная плоскость; фактическая поверхность; секущие плоскости.

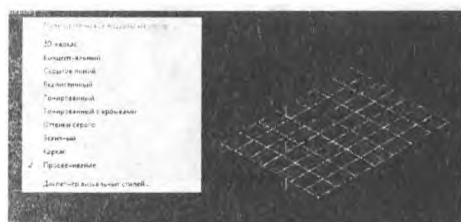


**Рисунок 2 – Создание слоёв**

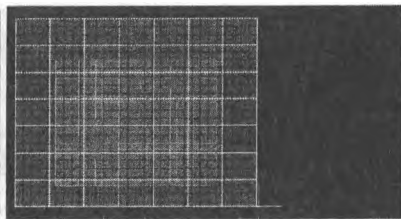


**Рисунок 3 – Создание фактической поверхности земли**

В слое «Квадраты» строим сетку с заданной стороной квадратов, с привязкой угла сетки к принятой системе координат. Для создания фактической поверхности земли, перейдём в режим отображения «ЮЗ-Изометрия», и используя инструмент «Отрезок», отложим высоты всех углов всех квадратов (рис.3). Далее соединяем вершины полученных отрезков с помощью инструмента «Сплайн» поочерёдно в разных направлениях. Для создания поверхности выбираем инструмент «Сетевая поверхность» из вкладки «Поверхность» и выделим все построенные «сплайны». Для удобства восприятия можно перейти в визуальный стиль «Просвечивание»: (рис. 4).



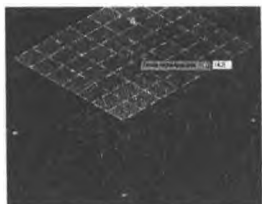
**Рисунок 4 – Отображение фактической поверхности**



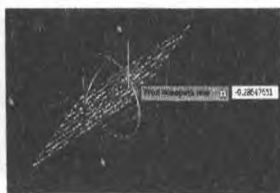
**Рисунок 5 – Создание проектной плоскости**

Для создания проектной плоскости с заданным уклоном делаем активным слой «Проектная плоскость» и строим поверхность так, чтобы ее центр совпал с центром построенной сетки квадратов (рис.5). Пусть необходимо запроектировать наклонную площадку с продольным и поперечным уклоном 5% с соблюдением баланса земляных работ. Вычислим угол наклона площадки

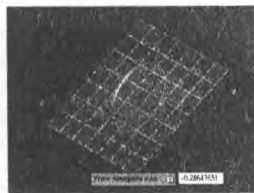
$\nu = \arctg(0,005) = 0.28647651^\circ$  и отметку центра тяжести фактической поверхности, например  $H_{цт} = 14,20$  м. В том, случае если наклонная (или горизонтальная) площадка проектируется без учета баланса земляных работ, проектная отметка выбирается в зависимости от фактических элементов рельефа с учетом взаимной увязки элементов ситуации и рельефа. Переходим в вид «ЮЗ-Изометрия», выделяем созданную плоскость и нажимаем левой кнопкой мыши по вертикальной стрелке «гизмо», отводим указатель мыши вверх и вводим высоту центра тяжести фактической поверхности земли  $H_{цт}$ , нажимаем «Enter» (рис.6). Далее выбираем инструмент «3D-поворот» и поворачиваем плоскость на необходимый угол в продольном и поперечном направлениях (рис.7). Преимуществом такого метода проектирования является наглядность построения наклонной площадки.



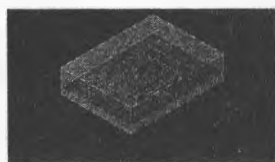
**Рисунок 6 – Совмещение отметки центра тяжести поверхности**



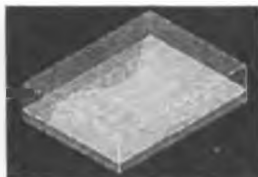
**Рисунок 7 – Поворот проектной плоскости в продольном и поперечном направлениях**



Для вычисления объемов земляных работ делаем активным слой «Объём» и с помощью инструмента «Ящик» создадим параллелепипед с основанием равным стороне сетке квадратов (рис.8). Далее выбираем инструмент «Сечение» и последовательно, используя в качестве секущих плоскостей проектную и фактическую поверхности, отсекаем верхнюю и нижнюю часть параллелепипеда (рис.9). Далее удаляем верхнюю и нижнюю части параллелепипеда и для наглядности обозначаем выемку и подсыпку различными цветами (рис.10).



**Рисунок 8 – Создание параллелепипеда**



**Рисунок 9 – «Отсечение» параллелепипеда**



**Рисунок 10 – Отображение выемки и подсыпки**

Для вычисления объема подсыпки введём с клавиатуры команду «МАССХАР», нажимаем «Enter», выделяем насыпь и также нажимаем «Enter». Объем подсыпки отобразится в окне характеристик (рис.11). Аналогичные действия выполняются для расчета объема выемки.

Эффективность работ по вертикальной планировке определяют следующие технико-экономические показатели [1,2].

- наименьший объем земляных работ при наибольшей эффективности проектных решений;

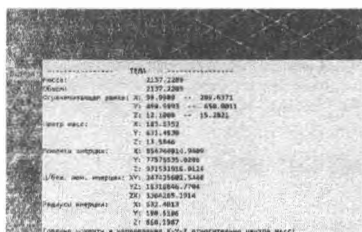
- одинаковый объем выемки и подсыпки (баланс земляных масс), когда отпадает необходимость в вывозе грунта с планируемой территории или привозе его;

- при подсчете баланса объем выемки умножают на коэффициент остаточного разрыхления грунта, который равняется 1.01-1.025- для песчаных грунтов, 1.015-1.05 - для суглинистого грунта и 1.04-1.09- для глинистых грунтов. Разница не должна превышать 4-5% объема выемки и подсыпки

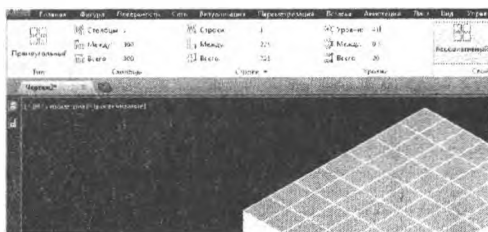
- сокращение дальности перемещения грунта (транспортного объема) с участков выемки и подсыпки.

Основными документами проекта вертикальной планировки являются план организации рельефа и картограмма земляных работ.

Для построения фактических и проектных горизонталей, а также линии нулевых работ необходимо создать вспомогательную поверхность в текущем слое «Секущие плоскости» с помощью инструмента «Плоская поверхность», совпадающую по размерам с сеткой квадратов. Далее при помощи инструмента «Прямоугольный массив» на вкладке «Главная» необходимо установить следующие значения: «Столбцы: 1» и «Строки: 1», в колонке «Уровни» значение «Между» равно высоте сечения рельефа (в нашем случае «Между: 0 5), значение «Уровни» установим такое, чтобы значение «Всего» было больше отметок всех точек наших поверхностей (рис. 12).



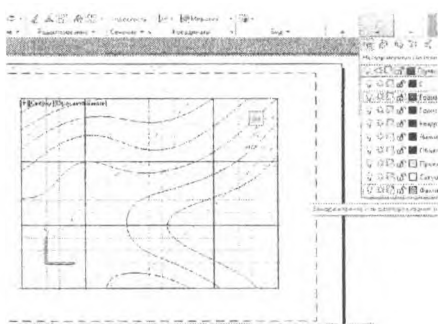
**Рисунок 11 – Вычисление объема подсыпки**



**Рисунок 12 – Установка значений прямоугольного массива**

Далее в текущем слое «Фактические горизонтали» выбираем инструмент «Извлечь пересечения» между созданным массивом секущих плоскостей и фактической поверхностью. Аналогично строят проектные горизонтали и линии нулевых работ.

Для создания плана организации рельефа на вкладке «Лист 1», задаем нужный масштаб, например, 1:1000: в AutoCAD следует выбрать 1:1 (т.к. по умолчанию рабочее пространство в AutoCAD измеряется миллиметрами). В экране вида «заморозим» ненужные слои и при помощи инструмента «Однорочный текст» подпишем горизонтали (рис. 13.) и зарамочное оформление в соответствии с условными знаками. Для построения картограммы земляных работ на вкладке «Лист 2» выполняю аналогичные действия, и подписываю расстояния до точек нулевых работ от вершин квадратов с помощью инструмента «Линейный» (рис. 14.) [4].



**Рисунок 13 – Создание плана организации рельефа**



**Рисунок 14 – Создание картограммы земляных работ**

#### Список цитированных источников

1. СТБ 2073-201 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения чертежей генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. - 40 с.
2. СНБ 3.01.04-02 Градостроительство. Планировка и застройка населенных пунктов. – Мн., 2002.
3. Леонтович В.В. Вертикальная планировка городских территорий. М.: Высш. шк., 1985. – 119 с.
4. Полещук, Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014. БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.