

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплинам
«Технология строительного производства»
и «Строительство автомобильных дорог»
для студентов специальностей

1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",

1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)",

1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог",

1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий"
дневной и заочной форм обучения

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Технология строительного производства» и «Строительство автомобильных дорог» соответствуют учебным программам и охватывают наиболее важные разделы дисциплин.

Указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 03 01 «Строительство автомобильных дорог», 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (строительство)», 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий».

В указаниях изложена методика выполнения лабораторных работ по технологическому проектированию комплекса работ по вертикальной планировке строительной площадки, где используются программы, разработанные на кафедре ТСП.

Указания рекомендуются также и для использования при разработке раздела ТСП при выполнении дипломного проекта.

Методические указания позволят студентам изучить и применить теоретический материал для определения объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадок, расчета среднего расстояния перемещения грунтовых масс при проектировании технологии производства земляных работ, а также получить практические навыки определения коэффициента уплотнения грунта при возведении земляных сооружений.

СОСТАВИТЕЛИ: В.Н. Пчелин, доцент

Т.В. Игнатюк, ассистент

Н.В. Лешкевич, ст. преподаватель

Н.В. Черноиван, доцент, к.т.н.

В.П. Щербач, доцент

Г.И. Юськович, доцент, к.т.н.

В.П. Чернюк, доцент, к.т.н.

В.И. Юськович, доцент, к.т.н.

Т.Н. Тюшкевич, ст. преподаватель

И.С. Воскобойников, ст. преподаватель

Рецензент: заместитель генерального директора по производству,
начальник ПТО КУП «Брестжилстрой», Н.А. Карпешко

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
Лабораторная работа №1	7
1. Цель и задачи лабораторной работы.....	7
2. Исходные данные для выполнения лабораторной работы.....	7
3. Определение объемов работ	10
3.1. Способы определения объемов	10
3.2. Разбивка строительной площадки на квадраты	10
3.3. Разбивка строительной площадки на треугольники.....	10
3.4. Определение черных отметок вершин квадратов и треугольников.....	10
3.5. Определение средней планировочной отметки.....	12
3.6. Определение красных отметок вершин	12
3.7. Определение рабочих отметок вершин.	13
3.8. Построение линии нулевых работ (п.н.р.).....	13
3.9. Определение частных объемов.	14
3.10. Построение линии откосов	16
3.11. Определение объемов откосов	17
3.12. Составление сводной балансовой ведомости.	18
4. Расчет объемов земляных масс при планировке площадки с помощью программы "TSP"	19
4.1. Ввод данных	20
4.2. Вывод результатов	24
4.3. Результаты расчета объемов грунтовых масс при вертикальной планировке строительной площадки, приведенной на рисунке 1.4	24
5. Определение объемов подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ.....	27
6. Оценка результатов расчета объемов грунтовых масс, выполненных методом треугольных и квадратных призм.....	29
7. Выполнение лабораторной работы и составление отчета	29
8. Составление ведомости земляных масс	30
9. Контрольные вопросы к ЛР № 1	31

Лабораторная работа №2	32
1. Цель и задачи лабораторной работы	32
2. Выбор метода определения L_{cp}	32
3. Определение приведенных объемов пунктов выемки и насыпи	33
4. Определение положения центров тяжести пунктов выемки и насыпи	34
5. Определение среднего расстояния перемещения грунта	36
5.1. Определение среднего расстояния перемещения грунта аналитическим методом	36
5.2. Определение среднего расстояния перемещения грунта на основе шахматной балансовой ведомости	37
5.3. Составление картограммы распределения грунта земляных масс	39
6. Анализ результатов, полученных при определении L_{cp}^{nn} , полученного аналитическим методом и методом шахматного баланса	39
7. Выполнение лабораторной работы и составление отчета	40
8. Контрольные вопросы	40
 Лабораторная работа №3	 41
1. Цели и задачи лабораторной работы	41
2. Предварительный выбор методов производства работ	41
3. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам	41
3.1. Подбор скреперов	41
3.2. Подбор бульдозеров	43
4. Определение производительности ведущих машин для производства земляных работ	45
4.1. Определение производительности скрепера	45
4.2. Определение производительности бульдозера	51
5. Подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам	57
5.1. Срезка растительного слоя	57
5.2. Окучивание отвозимого в отвал из планировочной выемки грунта	58
5.3. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта	59
5.4. Уплотнение грунта планировочной насыпи	59

6. Составление калькуляции затрат труда	64
7. Построение календарного графика производства работ	66
8. Определение технико-экономических показателей	68
8.1 Продолжительность выполнения работ, см	68
8.2 Трудоемкость единицы объема работ, чел.-см./Е	68
8.3 Выработка на одну чел.-см., Е/чел.-см	68
9. Порядок выполнения и содержание отчета	69
10. Контрольные вопросы	69

Литература	70
------------------	----

Приложения к методическим указаниям по курсу ТСП	71
§Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами	72
§Е2-1-6. Срезка растительного слоя грейдерами	73
§Е2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами	74
§Е2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей	78
§Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками	79
§Е2-1-30. Уплотнение грунта прицепным решетчатым катком	81
§Е2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками	83
§Е2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком	85
§Е2-1-33. Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной	86
§Е2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами	86
§Е2-1-36. Окончательная планировка площадей бульдозерами	87
§Е2-1-37. Планировка верха земляных сооружений грейдерами	88
§Е2-1-39. Планировка откосов насыпей и выемок автогрейдерами	89
§Е2-1-40. Планировка откосов бульдозерами с откосниками	90

ВВЕДЕНИЕ

Снижение стоимости, сокращение сроков, повышение производительности труда и качества строительных работ может привести к существенному экономическому эффекту

В связи с этим повышение знаний будущих инженеров-строителей в области технологии строительного производства, оценке качества строительных работ имеет большое значение. Выполнение лабораторных работ по кафедре «технология строительного производства» позволит студентам углубить и расширить теоретические знания, получить практические навыки при проектировании технологии и выполнении строительно-монтажных работ, более глубоко и подробно ознакомиться с действующими техническими нормативными правовыми документами в области строительного производства.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Технология строительного производства», «Строительство автомобильных дорог» соответствуют учебным программам и охватывают наиболее важные разделы дисциплины, которые изучаются студентами специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 03 01 «Строительство автомобильных дорог», 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (строительство)», 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий».

Методические указания позволят студентам изучить и применить теоретический материал для определения объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадок, расчета среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь площадки, при проектировании технологии производства земляных работ, а также получить практические навыки определения коэффициента уплотнения грунта при возведении земляных сооружений.

Лабораторная работа №1

Оценка результатов расчета объемов грунтовых масс, выполненных методом треугольных и квадратных призм

1. Цель и задачи лабораторной работы

Целью выполнения лабораторной работы является закрепление теоретических знаний и их практическое применение при определении объемов грунтовых масс методами треугольных и квадратных призм при вертикальной планировке площадки под нулевой баланс либо под заданную отметку. а также сравнительный анализ результатов расчета этими методами в зависимости от рельефа местности.

В процессе выполнения работы студенты производят расчет объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадки методами треугольных и квадратных призм с применением компьютерной программы и частичным повторением расчетов вручную. Определяется абсолютная и относительная разница в результатах расчетов по двум методам. выполняется сравнительный анализ.

2. Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Исходные данные устанавливаются по шифру студента, который состоит из первой буквы фамилии и двух последних цифр зачетной книжки.

Положение левого нижнего угла площадки определяется по плану участка на пересечении линий первой буквы и последней цифры шифра. Сама площадка распространяется вправо на три и вверх – на два квадрата. Значение горизонтали n соответствует цифрам шифра.

Основной способ определения объемов планировочных работ определяется суммой цифр шифра:

- способ треугольных призм – для нечетных значений суммы;
- способ квадратных призм – для четных значений.

Вид разрабатываемого грунта (n – песок, $сп$ – супесь, $сг$ – суглинок, $г$ – глина), способ планировки площадки ($НБ$ – нулевой баланс, $Н_3$ – заданная отметка), значения уклонов и их направление определяются по таблице 1 и примечанию. Размер стороны квадрата a , шаг горизонталей $ш$ и дальность транспортирования грунта L по таблице 2.

Пример:

Для шифра **И23** площадка на плане участка выделена штриховкой. Значение горизонтали $n=23$ м. Объемы планировочных работ определяются по способу треугольных призм. Вид разрабатываемого грунта – глина, способ планировки – заданная отметка. Уклоны: $i_1 = +0,004$ (направление уклона совпадает с направлением i_1 на плане участка); $i_2 = -0,003$ (направление уклона противоположно направлению i_2 на плане участка, т.е. уклон направлен вниз). Размер стороны квадрата $a=75$ м, шаг горизонталей $ш=0,5$ м, дальность транспортирования грунта – $L=4$ км

Отчет по лабораторной работе оформляется на стандартных листах формата А4 (210×297мм) в соответствии со стандартом университета и содержит следующие разделы:

- исходные данные для выполнения лабораторной работы;
- определение черных, красных и рабочих отметок;
- построение линии нулевых работ и линии откосов;
- определение объемов выемки и насыпи, как объемов частных фигур;
- составление сводной балансовой ведомости;
- определение абсолютной и относительной разницы в результатах расчетов по методу треугольных и квадратных призм, сравнительный анализ результатов.

Таблица 1.1

Первая буква шифра	Грунт	Планировка	Значение уклона i_1	Значение уклона i_2
А	г	Нз	0,001	0,001
Б	сг	НБ	0,002	0,001
В	сп	Нз	0,003	0,001
Г	п	НБ	0,004	0,002
Д	г	Нз	0,005	0,002
Е	сг	НБ	0,001	0,002
Ж	сп	Нз	0,002	0,003
З	п	НБ	0,003	0,003
И	г	Нз	0,004	0,003
К	сг	НБ	0,005	0,002
Л	сп	Нз	0,001	0,000
М	п	НБ	0,003	0,001
Н	г	Нз	0,000	0,004
О	сг	НБ	0,000	0,005
П	сп	Нз	0,003	0,002
Р	п	НБ	0,001	0,004
С	г	Нз	0,001	0,003
Т	сг	НБ	0,005	0,000
У	сп	Нз	0,003	0,002
Ф	п	НБ	0,002	0,003
Х	г	Нз	0,001	0,003
Ц	сг	НБ	0,002	0,004
Ч	сп	Нз	0,001	0,003
Ш	п	НБ	0,003	0,002
Щ	г	Нз	0,003	0,003
Э	сг	НБ	0,004	0,003
Ю	сп	Нз	0,005	0,002
Я	п	НБ	0,002	0,004

Таблица 1.2

Цифра шифра	Размер стороны квадрата, м (по последней цифре шифра)	Шаг горизонталей, м по первой цифре шифра)	Дальность транспортирования грунта, км (по последней цифре шифра)
1	85	1,3	5,0
2	45	0,5	4,5
3	75	1,1	4,0
4	70	0,9	3,5
5	60	0,8	3,0
6	65	0,7	2,5
7	55	1,0	2,0
8	50	0,6	1,5
9	80	1,2	1,0
0	40	0,4	0,3

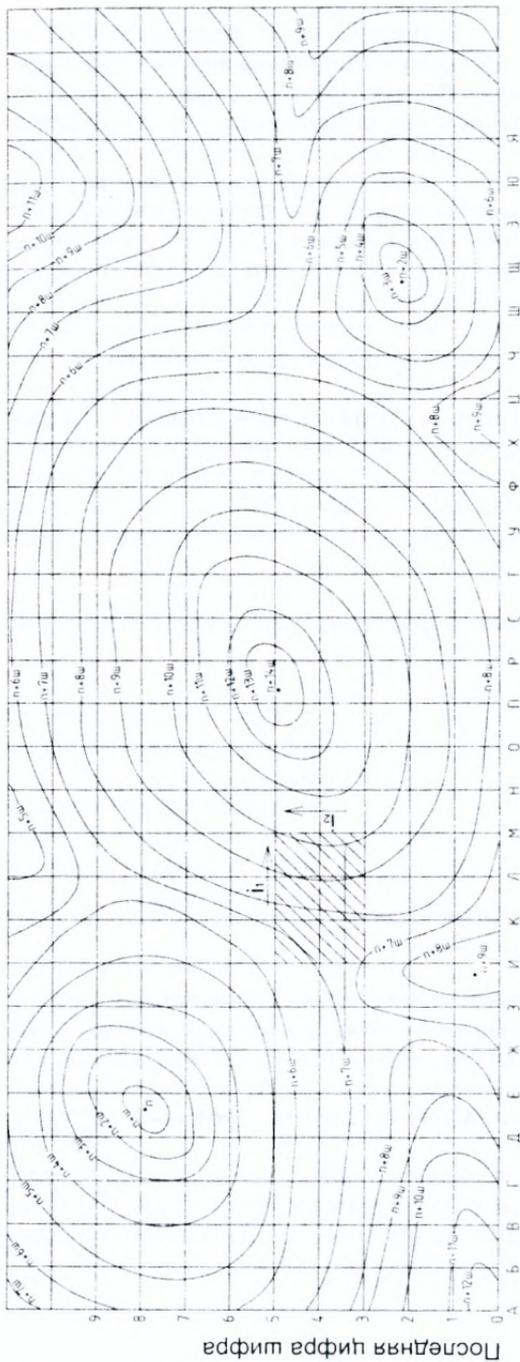
Примечания: 1. Направление уклона i_1 принимается по первой цифре шифра. Для четных значений направление уклона совпадает с направлением i_1 на плане участка, для нечетных значений направление уклона i_1 имеет противоположное направление.

2. Направление уклона i_2 принимается по последней цифре шифра. Для четных значений направление уклона совпадает с направлением i_2 на плане участка, для нечетных значений направление уклона i_2 имеет противоположное направление.

$$3. H_3 = \frac{H_{min} + H_{max}}{2},$$

где: $(H_{min}$ – наименьшее значение черной отметки, м, H_{max} – наибольшее значение черной отметки, м).

План участка



Последняя цифра шифра

Буква шифра

3. Определение объемов работ

3.1. Способы определения объемов

Для определения объемов грунтовых масс площадку разбивают на элементарные фигуры, находят объем каждой из фигур и затем суммируют эти объемы.

В зависимости от того, на какие фигуры в плане разбивается площадка, существуют следующие способы определения объемов планировочных работ:

способ квадратных призм (площадку разбивают на квадраты);

способ треугольных призм (квадраты дополнительно разбивают диагональю на треугольники).

Из указанных способов самым точным является способ треугольных призм, а самым простым – способ квадратных призм.

3.2. Разбивка строительной площадки на квадраты

Сторону квадрата при разбивке принимают такой, чтобы через квадрат проходило не менее одной, но не более двух горизонталей (рисунок 1.1). В этом случае обеспечивается максимальная точность расчетов при минимальных затратах труда или машинного времени (в задании площадка уже разбита на квадраты).

3.3. Разбивка строительной площадки на треугольники



Рисунок 1.1 – Проведение диагонали в квадрате

При определении объемов способом треугольников каждый квадрат дополнительно разбивается диагональю на треугольники. Диагональ в квадрате проводится по изломам рельефа (рисунок 1.1). Разбивка площадки на треугольники приведена на рисунке 1.2.

3.4. Определение черных отметок вершин квадратов и треугольников (отметок поверхности земли)

Осуществляется графоаналитическим методом на основе интерполяции (рисунок 1.2), если вершина расположена между горизонталями (вершина 2), или экстраполяции, если вершина расположена за пределами горизонталей (вершина 1).

Для этого через вершину проводится прямая до пересечения с рядом расположенными двумя горизонталями таким образом, чтобы расстояние между этими горизонталями по этой прямой было минимальным (т. е. прямая должна являться линией наибольшего ската).

Черная отметка i -й вершины определяется по формуле:

$$H_i = H \pm \frac{\Delta \cdot b}{l_{\text{мин}}}, \text{ м.} \quad (1.1)$$

где H – отметка ближайшей к вершине горизонтали, м;

Δ – разность между большей и меньшей отметками смежных горизонталей, м;

b – расстояние от вершины i до близлежащей горизонтали;

l_{\min} – наименьшее расстояние между смежными горизонталями по прямой, проходящей через рассматриваемую вершину;

b и l_{\min} определяются посредством замеров на плане площадки, мм или см.

Знак «плюс» ставится в том случае, если при движении от ближайшей горизонтали к вершине происходит подъем, а знак «минус», если спуск.

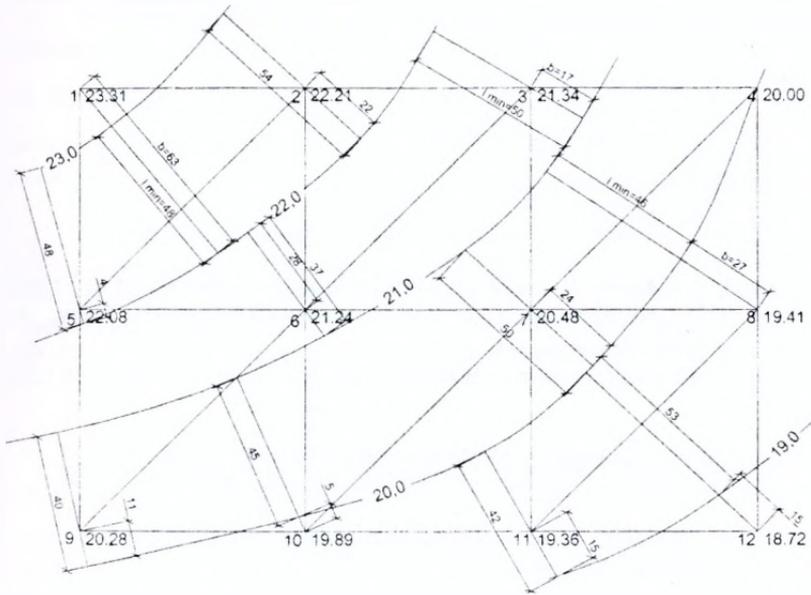


Рисунок 1.2 – Схема к определению черных отметок поверхности земли

Например, для вершины №1 на рисунке 3.2:

Если принять $H = 22,0$ м. $\Delta = 23,0 - 22,0 = 1,0$ м; тогда $b = 63$; $l_{\min} = 48$

$H_1 = 22,0 + 1,0 \cdot 63/48 = 23,31$ м.

Если принять $H = 23,0$ м. $\Delta = 23,0 - 22,0 = 1,0$ м; тогда $b = 63 - 48 = 15$ и $l_{\min} = 48$

$H_1 = 23,0 + 1,0 \cdot 15/48 = 23,31$ м.

Для остальных вершин:

$H_2 = 22,0 + 1,0 \cdot 22/54 = 22,21$ м.

$H_3 = 21,0 + 1,0 \cdot 17/50 = 21,34$ м.

$H_4 = 20,00$ м.

$H_5 = 22,0 + 1,0 \cdot 4/48 = 22,08$ м.

$H_6 = 22,0 - 1,0 \cdot 28/37 = 21,24$ м.

$H_7 = 20,0 + 1,0 \cdot 24/50 = 20,48$ м.

$H_8 = 20,0 - 1,0 \cdot 27/46 = 19,41$ м.

$H_9 = 20,0 + 1,0 \cdot 11/40 = 20,28$ м.

$H_{10} = 20,0 - 1,0 \cdot 5/45 = 19,89$ м.

$H_{11} = 19,0 + 1,0 \cdot 15/42 = 19,36$ м.

$H_{12} = 19,0 - 1,0 \cdot 15/53 = 18,72$ м.

Определение всех черных отметок оформляется в отчете по форме, приведенной выше.

3.5. Определение средней планировочной отметки

Существуют два способа планировки площадки:

— под нулевой баланс (при этом расчетом определяется такая отметка проектной плоскости, которая обеспечивает равенство объемов выемки и насыпи, т. е. в этом случае грунт перемещается только в пределах строительной площадки);

— под заданную отметку (при этом отметка проектной плоскости задана, что определяет возможность существенного отличия объемов выемки и насыпи и приводит к увеличению затрат на транспортирование грунта)

Таким образом, определение средней планировочной отметки производится только в случае планировки под нулевой баланс по выражениям:

для способа квадратных призм:

$$H_{\text{СП}}^{\text{КВ}} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 4 \cdot \sum H_4}{4 \cdot n}, \text{ м}; \quad (1.2)$$

для способа треугольных призм:

$$H_{\text{СП}}^{\text{ТР}} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 3 \cdot \sum H_3 + \dots + 8 \cdot \sum H_8}{3 \cdot n}, \text{ м}, \quad (1.3)$$

где H_1, H_2, \dots, H_8 – черные отметки вершин квадратов в формуле (1.2) или треугольников (1.3), принадлежащих, соответственно, одному, двум... восьми квадратам или треугольникам, м;

n – количество квадратов в формуле (1.2) или треугольников – в формуле (1.3).

Например, для площадки, изображенной на рисунке 1.3.2:

$$H_{\text{СП}}^{\text{КВ}} = \frac{(23.31 + 20.00 + 20.28 + 18.72) + 2 \cdot (21.21 + 21.34 + 19.41 + 19.36 + 19.89 + 22.08) + 4 \cdot (21.24 + 20.48)}{4 \cdot 6} = 20.74 \text{ м}$$

$$H_{\text{СП}}^{\text{ТР}} = \frac{H_1 + H_2 + 2 \cdot (H_3 + H_4) + 3 \cdot (H_5 + H_6 + H_7 + H_8) + 6 \cdot (H_9 + H_{10})}{3 \cdot 12} = \frac{(23.31 + 18.72) + 2 \cdot (20.00 + 20.28) + 3 \cdot (22.21 + 21.34 - 22.08 - 19.41 + 19.89 + 19.36) + 6 \cdot (21.24 + 20.48)}{3 \cdot 12} = 20.72 \text{ м}$$

3.6. Определение красных отметок вершин

(отметок проектной плоскости)

Производим по выражению:

$$H_{\text{К}i} = (H_{\text{СП}}^{\text{КВ}} \cdot H_{\text{СП}}^{\text{ТР}} \cdot H_3) + i_1 \cdot X_i + i_2 \cdot Y_i, \text{ м}, \quad (1.4)$$

где i_1, i_2 – уклоны строительной площадки вдоль осей X и Y , соответственно;

X_i и Y_i – координаты вершины i в системе координат XOY , м;

H_3 – заданная планировочная отметка, м.

В формулу (1.4) в скобках подставляется:

при планировке под нулевой баланс – $H_{\text{СП}}^{\text{КВ}}$; $H_{\text{СП}}^{\text{ТР}}$;

при планировке под заданную отметку – $H_3 = \frac{23.31 + 18.72}{2} = 21.02 \text{ м}$

Для соблюдения нулевого баланса начало координат должно располагаться в центре площадки (рисунок 1.4). Направление оси X назначается противоположно направлению уклона i_1 , а оси Y - противоположно направлению i_2 .

Например, для вершины №3 (рисунок 1.4) красная отметка при планировке под нулевой баланс (по способу треугольных призм) равна:

$$H_{кз} = 20,72 + 0,002 \cdot (-15) + 0,001 \cdot (+30) = 20,72 \text{ м};$$

$$H_{к9} = 20,72 + 0,002 \cdot (+45) + 0,001 \cdot (-30) = 20,78 \text{ м}.$$

3.7. Определение рабочих отметок вершин

Осуществляем по формуле

$$h_i = H_k - H_{i1}, \text{ м.} \quad (1.5)$$

Например, для вершины 2 (рисунок 1.4) рабочая отметка равна:

$$h_2 = 20,78 - 22,21 = -1,43 \text{ м}.$$

Если h_i меньше 0, значит, мы имеем дело с выемкой. если же h_i больше 0 – с насыпью.

3.8. Построение линии нулевых работ (л.н.р.)

Линия нулевых работ представляет собой линию пересечения проектной плоскости с поверхностью земли. Л. н. р. пересекает ту сторону квадрата или треугольника, на концах которой рабочие отметки имеют разный знак. Положение л.н.р. на стороне квадрата или треугольника определяется по формуле:

$$l_{i-j} = \frac{h_i \cdot b}{|h_i| + |h_j|}, \text{ м,} \quad (1.6)$$

где l_{i-j} – расстояние от вершины с номером i до точки, принадлежащей л. н. р., м;

h_i – рабочая отметка вершины с номером i , м;

h_j – рабочая отметка вершины j на другом конце пересекаемой л. н. р. стороны, м;

b – длина стороны квадрата или треугольника ("а" или "а $\sqrt{2}$ ", если пересекается диагональ), м.

Например, для стороны 3-4 (рисунок 3.3):

$$l_{3-4} = \frac{0,62 \cdot 30}{0,62 + 0,66} = 14,53 \text{ м}; \quad l_{4-3} = \frac{0,66 \cdot 30}{0,62 + 0,66} = 15,47 \text{ м}$$

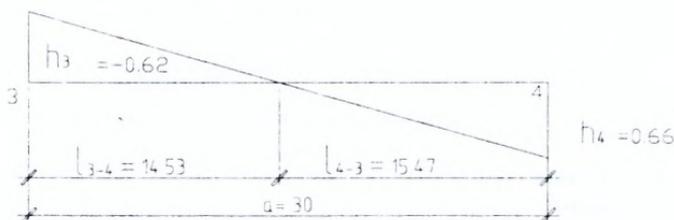


Рисунок 1.3 – Схема к определению положения л. н. р. аналитическим или графическим способом

При графическом расчете положение л. н. р. на стороне квадрата или треугольника определяется следующим образом: в вершинах откладываются в масштабе рабочие отметки и соединяются между собой. Точка пересечения этой линии со стороной квадрата или треугольника является точкой л. н. р.

Для построения л.н.р. полученные на сторонах точки соединяются между собой прямыми линиями (рисунок 1.4).

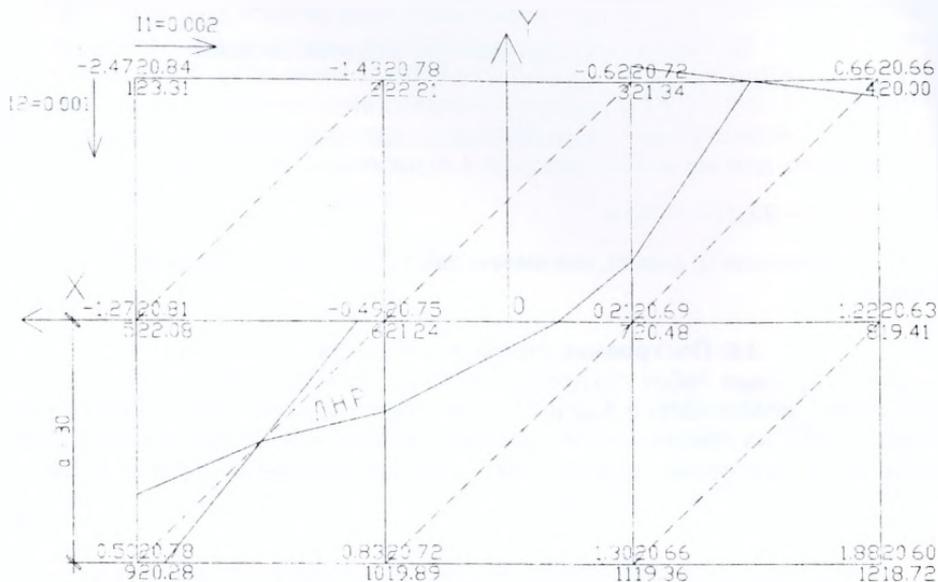


Рисунок 1.4 – Схема к определению красных, рабочих отметок и построению л. н. р.

3.9. Определение частных объемов

3.9.1. Определение частных объемов целых квадратов и треугольников (не пересекаемых л.н.р.)

а) при определении объемов способом квадратных призм (рисунок 1.5):

$$h_1 \quad a \quad h_2 \quad V_n = \frac{a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4} \quad (1.7)$$

где h_1, h_2, h_3, h_4 – рабочие отметки вершин квадрата,

a м.

a – длина стороны квадрата м.

h_3

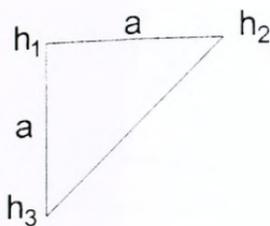
h_4

Для квадрата №1 на рисунке 1.4.2:

$$V_1 = \frac{30^2 \cdot (-2.45 - 1.41 - 0.47 - 1.25)}{4} = -1255.5 \text{ м}^3$$

Рисунок 1.5 – Схема целого квадрата

б) при определении объемов способом треугольных призм (рисунок 1.6):



$$V_n = \frac{a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3)}{6} \quad (1.8)$$

где h_1, h_2, h_3 – рабочие отметки в вершинах треугольника, м.

Для треугольника №12 на рисунке 4.1

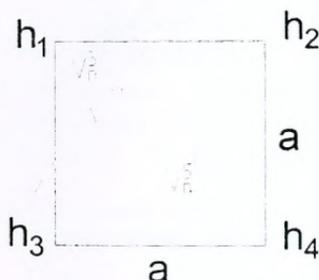
$$V_{12} = \frac{30^2 \times (1,22 + 1,88 + 1,30)}{6} = 660,00 \text{ м}^3$$

Рисунок 1.6 – Схема целого треугольника

3.9.2. Определение объемов переходных квадратов и треугольников, пересекаемых л. н. р.

а) при определении объемов способом квадратных призм.

При переходном квадрате 1-го типа (рисунок 1.7) вначале по формуле (1.7) находим балансный объем V_n . Затем находим объем треугольной части квадрата по формуле:



$$V_n^3 = \frac{a^2 \cdot h_1^3}{(|h_1| + |h_2|) \cdot (|h_1| + |h_3|) \times 6} \quad (1.9)$$

где h_1 – рабочая отметка вершины, принадлежащей треугольной части квадрата, м;

h_2, h_3 – рабочие отметки вершин, располагаемых по сторонам квадрата напротив вершины с отметкой h_1 , м.

На заключительном этапе находим объем пятиугольной части квадрата V_n^5 :

Рисунок 1.7 – Схема переходного квадрата 1-го типа

$$V_n^5 = V_n - V_n^3, \text{ м}^3. \quad (1.10)$$

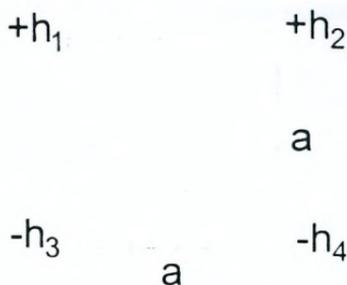
Для квадрата №2 на рисунке 4.1 объемы равны:

$$V_2 = \frac{30^2 \cdot (-1,41 - 0,60 + 0,23 - 0,47)}{4} = -506,25 \text{ м}^3$$

$$V_2^3 = \frac{30^2 \cdot (0,23)^3}{6 \cdot (|0,23| + |-0,47|) \cdot (|0,23| + |-0,60|)} = +3,14 \text{ м}^3$$

$$V_2^5 = -506,25 - (3,14) = -509,39 \text{ м}^3$$

При переходном квадрате 2-го типа (рисунок 1.8) объемы насыпи и выемки определяются по выражениям:



$$V_n^H = \frac{a^2}{4} \cdot \left(\frac{h_1^2}{|h_1| + |h_3|} + \frac{h_2^2}{|h_2| + |h_4|} \right), \text{ м}^3 \quad (1.11)$$

$$V_n^B = \frac{a^2}{4} \cdot \left(\frac{h_3^2}{|h_3| + |h_1|} + \frac{h_4^2}{|h_4| + |h_2|} \right), \text{ м}^3 \quad (1.12)$$

В выражениях (1.11, 1.12) знак объема определяется знаком рабочих отметок в числителе.

Рисунок 1.8 – Схема переходного квадрата 2-го типа

Для квадрата №4 объемы выемки и насыпи равны (рисунок 1.4):

$$V_4^* = \frac{30^2}{4} \cdot \left(\frac{(-1,25)^2}{|-1,25| + |0,52|} + \frac{(-0,47)^2}{|-0,47| + |0,85|} \right) = -236,28 \text{ м}^3$$

$$V_4^* = \frac{30^2}{4} \cdot \left(\frac{(0,52)^2}{|0,52| + |-1,25|} + \frac{(0,85)^2}{|0,85| + |-0,47|} \right) = +157,53 \text{ м}^3$$

б) при определении объемов способом треугольных призм.

Вначале по формуле (1.8) находим балансовый объем V_n . Затем находим объем треугольной части треугольника:

$$V_n^3 = \frac{a^2 \cdot h_1^3}{6 \cdot (|h_1| + |h_2|) \cdot (|h_1| + |h_3|)}, \text{ м}^3 \quad (1.13)$$

Объем четырехугольной части треугольника равен:

$$V_n^4 = V_n - V_n^3, \text{ м}^3 \quad (1.14)$$

В формулах "n" – номер квадрата или треугольника.

Для треугольника №5 на рисунке 1.4

$$V_5 = \frac{30^2 \cdot (-0,62 + 0,21 + 0,66)}{6} = 37,50 \text{ м}^3$$

$$V_5^3 = \frac{30^2 \cdot (-0,62)^3}{6 \cdot (|-0,62| + |0,66|) \cdot (|-0,62| + |0,21|)} = -33,65 \text{ м}^3$$

$$V_5^4 = -37,50 + 33,65 = -3,85 \text{ м}^3$$

3.10. Построение линии откосов

Откосы устраиваются с целью обеспечения устойчивости планировочной площадки как разновидности постоянного земляного сооружения. Угол откоса постоянных земляных сооружений принимается не более угла естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии.

Таблица 1.3 – Значения m для постоянных выемок и насыпей

Состояние грунта	Грунт						
	песок			супесь	суглинок		глина
	мелко-зернистый	средне-зернистый	крупно-зернистый		легкий	средний	
Сухой	2,25	2,0	1,75	1,75	1,25	0,75	1,0
Влажный	1,75	1,5	1,5	1,75	1,75	1,25	1,5
Мокрый	2,75	2,25	2,0	2,75	2,75	4,75	3,75

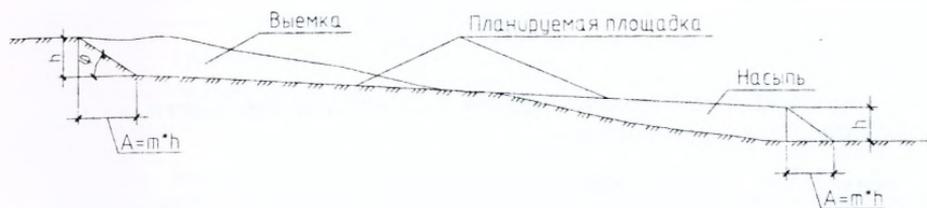


Рисунок 1.10 – Схема к определению заложения откосов

Крутизна откоса определяется отношением высоты откоса h к заложению откоса

A , т. е. $\operatorname{tg} \alpha$. Заложение откоса является горизонтальной проекцией откоса. Коэффициент откоса m – величина обратная крутизне откоса.

Принимаем, что за пределами строительной площадки поверхность земли горизонтальна (рисунок 1.10), в этом случае заложение откоса в каждой из вершин треугольников или квадратов по контуру площадки определяется по формуле:

$$A = m \cdot h, \text{ м}, \quad (1.15)$$

где m – коэффициент откоса, принимаемый по таблице 3;

h – рабочая отметка, м.

Для построения линии откосов по контуру площадки откладываем в вершинах вычисленные заложения и полученные точки соединяем прямыми (рисунок 1.11, 1.12).

3.11. Определение объемов откосов

А. Объем угловых откосов, представляющих собой пирамиду с квадратным основанием $m \cdot h \times m \cdot h$, находим по выражению (объемы 1-го типа):

$$V_1^{\text{отк}} = \frac{m^2 \cdot h^3}{3}, \text{ м}^3, \quad (1.16)$$

$$V_1^{\text{отк}} = \frac{1,5^2 \cdot 2,47^3}{3} = 11,30 \text{ м}^3.$$

Б. Объемы откосов 2-го типа, представляющих собой призматойд с треугольным основанием, находим по формуле:

$$V_2^{\text{отк}} = \frac{a \cdot m \cdot (h_1^2 + h_2^2)}{4}, \text{ м}^3, \quad (1.17)$$

$$V_2^{\text{отк}} = \frac{30 \cdot 1,5 \cdot ((-2,47)^2 + (-1,43)^2)}{4} = -91,64 \text{ м}^3.$$

Знак объема, вычисляемого по формуле (1.17, 1.18), определяется знаком рабочих отметок h_i и h_j .

В Объем откосов 3-го типа, представляющих собой пирамиду с треугольным основанием, определяем по формуле:

$$V_3^{\text{отк}} = \frac{a \cdot m \cdot h^3}{6 \cdot (|h_i| + |h_j|)}, \text{ м}^3, \quad (1.18)$$

$$V_4^{\text{отк}} = \frac{30 \cdot 1,5 \cdot (-0,62)^3}{6 \cdot (|-0,62| + |0,66|)} = 1,40 \text{ м}^3.$$

3.12. Составление сводной балансовой ведомости.

Производим в форме таблицы:

Таблица 1.4 – Сводная балансовая ведомость

Приход грунта (выемка)		Расход грунта (насыпь)		
Объект	Геометрический объем, м ³	Объект	Объем, м ³	
			геометрический	с учетом K_{OP} (0,03)
Планировочная выемка	$\sum V_1 = 2038,34$	Планировочная насыпь	$\sum V_2 = 2059,34$	$\frac{\sum V_2}{1 + K_{OP}} = \frac{2059,34}{1 + 0,03} = 1999,36$
Откосы выемки	$\sum V_{\text{отк}} = 227,13$	Откосы насыпи	$\sum V_{\text{отк}} = 181,76$	$\frac{\sum V_{\text{отк}}}{1 + K_{OP}} = \frac{181,76}{1 + 0,03} = 176,46$
Всего	$\sum V = 2265,47$			$\sum V_2 = 2175,83$

Примечание: В таблице приведены цифры для площадки на рисунке 1.4

В случае планировки под нулевой баланс без учета котлована или траншеи должно соблюдаться условие (баланс):

$$\Delta = \frac{\sum 1 - \sum 2}{\max(\sum 1, \sum 2)} \cdot 100\% \leq 5\% \quad (1.19)$$

Для примера из таблицы 1.4:

$$\Delta = \frac{2265,47 - 2175,83}{2265,47} \cdot 100\% = 3,96\% < 5\% \text{ – условие соблюдается.}$$

В случае соблюдения условия (1.19) разрешается разбросать объемы до получения полного баланса (равенства объемов) пропорционально объемам квадратов (треугольников).

При несоблюдении проверки (1.19) определяется поправка к средней планировочной отметке по формуле:

$$\Delta h^1 = \frac{(\sum 1 - \sum 2) \cdot (1 + K_{OP})}{F_{пл}} \quad (1.20)$$

Откорректированные с учетом Δh^1 рабочие отметки, объемы планировочной выемки, насыпи и откосов заносятся в сводную балансовую ведомость (таблица 1.4) и проверяется условие (1.19).

При планировке под заданную отметку равенство объемов, как правило, не соблюдается. В этом случае разница между $\Sigma 1$ и $\Sigma 2$ показывает, сколько грунта нужно привезти либо вывезти.

В этом случае если разность ($\Sigma 1 - \Sigma 2$) – положительна, то в сводной балансовой ведомости в графу «расход грунта» вводится объект «кавалер» с объемом, равным ($\Sigma 1 - \Sigma 2$), при отрицательной разности в графу «приход грунта» вводится объект «карьер» или «резерв» с объемом ($\Sigma 1 - \Sigma 2$).

Таблица 1.5 – Коэффициенты разрыхления основных грунтов K_p , $K_{ор}$.

Грунты	Коэффициенты разрыхления	
	первоначальный, K_p	остаточный, $K_{ор}$
Песок	1,10...1,15	0,02...0,05
Супесь	1,12...1,17	0,03...0,05
Глина мягкая, жирная	1,24...1,30	0,04...0,07
Глина ломовая, сланцевая	1,28...1,32	0,06...0,09
Суглинок легкий, лессовидный	1,18...1,24	0,03...0,06
Суглинок тяжелый	1,24...1,30	0,05...0,08
Гравелисто-галечниковый	1,16...1,20	0,05...0,08
Растительный	1,20...1,25	0,03...0,04
Лесс мягкий	1,18...1,24	0,03...0,06
Лесс твердый	1,24...1,30	0,04...0,07
Торф	1,24...1,30	0,08...0,10
Скальные грунты	1,45...1,50	0,20...0,30

4. Расчет объемов земляных масс при планировке площадки с помощью программы "TSP"

Для автоматизированного расчета объемов земляных масс необходимо подготовить следующую информацию:

1. По таблице 1.1, в соответствии с шифром, определить вид разрабатываемого грунта, способ планировки площадки, уклоны площадки. По таблице 1.2 – размер стороны квадрата и шаг горизонталей.

2. Определить черные отметки вершин квадратов и треугольников.

3. По таблице 1.5 определить коэффициент остаточного разрыхления грунта $K_{ор}$, по таблице 1.3 – коэффициент откоса m постоянных выемок и насыпей.

4. При планировке под заданную отметку вычислить $H_3 = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$.

5. При определении объемов по методу треугольных призм разбить квадраты на треугольники.

6. В компьютерной сети университета в разделе "Сетевые приложения" находим раздел "Программы кафедры ТСП" и запускаем программу "Программа подсчета объемов земляных масс".

7. В окна ввода ввести исходную информацию в соответствии с правилами ввода. При вводе имени файла для записи результатов, имена файлов расчета по методу квадратных и методу треугольных призм должны быть различными.

8. После ввода исходной информации появляется окно "Графические результаты". При щелчке левой клавишей мыши в области этого окна, программа автоматически загрузит AutoCAD, если щелкнуть по символу закрытия файла, то программа возвратится к вводу исходной информации, при этом введенная информация сохраняется и ее можно корректировать.

9. После загрузки AutoCADa:

а) открыть файл «ТСП»;

б) в меню «Tools» выбрать строчку «RunScript...» и в появившемся окне выбрать двойным щелчком левой клавиши мыши файл с расширением .scr. После открытия файла сохранить его с расширением .dwg на диск R пользователя.

10. С помощью программы "TSP" рассчитать объемы грунтовых масс по методу квадратных и треугольных призм.

11. Текстовые файлы будут записаны с заданными в строке ввода именами и расширением .txt, пакетные файлы AutoCADa с расширением .scr, а графические с расширением – .bmp на диск R зарегистрированного в сети пользователя.

Для этого выполняем ввод исходных данных и вывод результатов расчета в соответствии с правилами ввода.

При сообщении, что расчет по методу квадратных призм невозможен (квадрат пересекают две линии нулевых работ) выполнить расчет по методу треугольных призм, первый раз разбивку на треугольники задать программе, второй раз разбивку задать обратной машинной разбивке.

4.1. Ввод данных

1. Форма "Исходные данные". В представленной форме требуется выполнить ввод исходных данных для расчета объемов земляных масс. Переход между окнами ввода осуществляется либо щелчком левой клавиши мыши по соответствующему окну ввода, либо требуется ввести данные в следующие окна ввода.

1.1. Окно ввода "Количество квадратов по горизонтали". В соответствующем окне требуется ввести количество квадратов по горизонтали в соответствии с разбивкой площадки. Их число может быть от **2** до **9**. При выходе численного значения за указанные границы либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.2. Окно ввода "Количество квадратов по вертикали". В соответствующем окне требуется ввести количество квадратов по вертикали в соответствии с разбивкой площадки. Их число может быть от **2** до **9**. При выходе численного значения за указанные границы либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.3. Окно ввода "Размер стороны квадрата, м". В соответствующем окне требуется ввести размер стороны квадрата в метрах в соответствии с разбивкой площадки. Вводимый размер может быть от **1 м** до **100 м**. При выходе численного значения за указанные границы либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.4. Окно ввода "Уклон, i_1 ". В соответствующем окне требуется ввести значение уклона вдоль горизонтальной стороны площадки. Для этого надо правильно указать знак уклона ("—" уклон направлен справа налево. "+" уклон направлен слева направо) и изменить последние цифры уклона в пределах от 0 до 100.

1.5. Окно ввода "Уклон, i_2 ". В соответствующем окне требуется ввести значение уклона вдоль вертикальной стороны площадки. Для этого надо правильно указать знак уклона ("—" уклон направлен сверху вниз. "+" уклон направлен снизу вверх) и изменить последние цифры уклона в пределах от 0 до 100.

1.6. Окно ввода "Коэффициент откоса, m ". В соответствующем окне требуется выбрать значение коэффициента откоса из предлагаемого списка (см. табл.3.1.). Для этого либо щёлкните левой клавишей мышки по окну ввода и выберите значение из появившегося списка, щёлкнув по нему также левой клавишей мышки, либо, перейдя в окно ввода по клавише "TAB", с помощью клавиш перемещения курсора выберите требуемое значение. При вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода любого, значения. В случае отсутствия достаточных данных для выбора принимайте значение, равное 1.0. Непосредственный ввод в окно с клавиатуры запрещён, поэтому буквенная и цифровая клавиатуры отключены.

1.7. Окно ввода "Коэффициент остаточного разрыхления, K_{op} ". В соответствующем окне требуется ввести значение коэффициента остаточного разрыхления грунта площадки (см. табл. 3.3.). Для этого надо изменить последние цифры коэффициента в пределах от 1 до 30. При выходе численного значения за указанные границы появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.8. Окно ввода "Способ определения объёмов планировочных работ". В соответствующем окне требуется выбрать способ определения объёмов планировочных работ из двух предложенных: **способа квадратных призм и способа треугольных призм**. Для этого либо щёлкните левой клавишей мышки по заданному способу, либо, перейдя в окно ввода по клавише "TAB", с помощью клавиш перемещения курсора выберите заданный способ. Выбранным считается тот способ с левой стороны, от названия которого кружок затемнён.

1.9. Окно ввода "Способ планировки площадки". В соответствующем окне требуется выбрать способ планировки площадки из двух предложенных: **нулевого баланса и проектной отметки**. Для этого либо щёлкните левой клавишей мышки по заданному способу, либо, перейдя в окно ввода по клавише "TAB", с помощью клавиш перемещения курсора выберите заданный способ. В случае выбора способа планировки по проектной отметке в форме «Исходные данные» появится окно ввода «Проектная отметка, m ». Выбранным считается тот способ с левой стороны, от названия которого кружок затемнён.

1.10. Окно ввода "Имя файла для записи результатов:". В соответствующем окне требуется ввести имя файла для записи результатов. Имя файла должно содержать от 1 до 10 букв (например, фамилия студента). Цифровая клавиатура в процессе ввода имени файла отключена. В случае ввода пустой строки появится сообщение об ошибке. Текстовый файл будет записан

с заданным в строке ввода именем и расширением .txt, пакетный файл AutoCADa с расширением .scr а графический с расширением – .bmp в ту же папку, где находится основная программа.

1.11. Окно ввода "Масштаб для фигур в AutoCAD". В соответствующем окне требуется ввести масштаб прорисовки фигур в AutoCAD. Он может быть от 1 до 9. При масштабе равном 1 один метр длины фигуры будет соответствовать 1 мм в окне AutoCAD. При выходе численного значения за указанные границы либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.12. Окно ввода "Масштаб для откосов в AutoCAD". В соответствующем окне требуется ввести масштаб прорисовки откосов в AutoCAD. Он может быть от 1 до 99. При выходе численного значения за указанные границы либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.13. Окно ввода "Проектная отметка, м". Это окно ввода появится только в случае выбора в окне ввода «Способ планировки площадки» проектной отметки. В соответствующем окне требуется ввести проектную планировочную отметку. Допускается вводить две цифры до десятичной точки и две цифры после десятичной точки, местоположение которой не меняется. В зависимости от расположения цифр программа самостоятельно форматирует значение. Например, если требуется ввести число "11", то правильным будет ввод: "11.", "11.0" и "11.00". При равенстве численного значения нулю либо при вводе пустой строки появится сообщение об ошибке, и программа потребует ввода верного значения.

1.14. Кнопка "Дальше". После завершения ввода исходных данных либо щелкните левой клавишей мышки по кнопке, либо, перейдя к кнопке по клавише "TAB", нажмите "Ввод" или "Пробел".

1.15. Кнопка "Справка". Выводит на экран окно помощи.

2. Форма "Чёрные отметки вершин". В представленной форме требуется выполнить ввод предварительно вычисленных чёрных отметок всех вершин квадратов. Форма появляется для ввода чёрной отметки каждой вершины. Непосредственно ввод чёрной отметки вершины осуществляется в окне ввода «Чёрная отметка вершины №N».

Переход от одной вершины к другой как в одном, так и в другом направлении, а также переход к последующей и предыдущей формам осуществляется с помощью кнопок: «Вперёд», «Назад».

Для удобства ввода необходимые данные отображаются в форме «Информационное окно».

2.1. Окно ввода "Чёрная отметка вершины №N". В соответствующем окне требуется ввести чёрную отметку вершины №N. Допускается вводить две цифры до десятичной точки и две цифры после десятичной точки, местоположение которой не меняется. В зависимости от расположения цифр программа самостоятельно форматирует значение. Например, если требуется ввести число "12", то правильным будет ввод "12.", "12.0" и "12.00". После подтверждения ввода нажатием кнопок "Вперёд" или "Назад" введенное значение чёрной отметки появляется на соответствующем месте в форме «Информационное окно».

2.2. Кнопка "Вперёд". Кнопка используется для перехода от одной вершины к другой в сторону **увеличения** их номеров и для перехода к следующей форме при нажатии кнопки в форме ввода чёрной отметки последней вершины квадрата.

2.3. Кнопка "Назад". Кнопка используется для перехода от одной вершины к другой в сторону **уменьшения** их номеров и для перехода к форме «Исходные данные» при нажатии кнопки в форме ввода черной отметки первой вершины квадрата.

3. Форма "Деление квадратов на треугольники". В представленной форме требуется выполнить деление квадратов на треугольники. Форма появляется для деления на треугольники каждого квадрата **только при определении объёмов планировочных работ способом треугольных призм**. В верхней строке формы указан номер делимого квадрата. Для определения местоположения диагонали, делящей квадрат на треугольники, либо щёлкните левой клавишей мышки по необходимым номерам вершин квадрата, либо с помощью клавиш перемещения курсора выберите необходимые номера. Диагональ соединит те вершины квадрата с левой стороны, от номеров которых кружок затемнён.

Переход от одного квадрата к другому как в одном, так и в другом направлении, а также переход к последующей и предыдущей формам осуществляется с помощью кнопок: **Вперёд, Назад**.

Для удобства деления необходимые данные отображаются в **форме Информационное окно**.

3.1. Кнопка "Вперёд". Кнопка используется для перехода от одного квадрата к другому в сторону **увеличения** их номеров и для перехода к форме **Графические результаты** при нажатии кнопки в форме деления последнего квадрата.

3.2. Кнопка "Назад". Кнопка используется для перехода от одного квадрата к другому в сторону **уменьшения** их номеров и для перехода к форме **Чёрные отметки вершин** при нажатии кнопки в форме деления первого квадрата.

4. Нажатие кнопок в формах.

Кнопку можно нажать двумя способами:

- 1) щёлкнув по ней левой клавишей мышки;
- 2) перейдя к кнопке по клавише "ТАВ", нажав "Ввод" или "Пробел".

5. Форма "Информационное окно". Форма "Информационное окно" не может непосредственно изменяться пользователем и играет вспомогательную роль: **при вводе чёрных отметок вершин:** чёрная отметка вершины, для которой открыта форма «Чёрные отметки вершин», выделяется красным цветом и подчёркиванием; все остальные чёрные отметки вершин отображаются чёрным цветом. Кроме того, отображённое численное значение чёрной отметки каждой вершины соответствует численному значению в памяти компьютера.

при делении квадратов на треугольники: диагональ, выбранная на данный момент в форме «Деление квадратов на треугольники» отображается при первичном вводе красной пунктирной линией; точно так же отображается диагональ при редактировании её местоположения в уже поделенном квадрате. Окончательно принятая и не изменяемая при просмотре диагональ отображается чёрной сплошной линией.

4.2. Вывод результатов

1. Форма "Графические результаты". Данная форма отображает в экранном масштабе площадку с нумерацией вершин, численными значениями чёрных, красных и рабочих отметок. Так же представлены линия нулевых работ и центры тяжести полученных фигур. Эта форма предназначена для предварительного контроля результатов расчёта.

2. Файл "Результаты.bmp". В данный файл записано содержимое формы «Графические результаты» для последующей обработки и распечатки посредством любых графических редакторов, воспринимающих формат bmp (например, Paint).

3. Файл "Результаты.txt". В данный файл записаны результаты расчёта в табличном виде для последующей обработки и распечатки посредством любых текстовых редакторов (например, Word).

4. Файл "Результаты.scr". Данный файл является пакетным файлом AutoCad. В него записаны результаты расчёта, позволяющие в окне AutoCad получить рисунок, подобный рис. 1.4.1. Для его запуска необходимо:

А. Загрузить AutoCAD;

В. Открыть файл «ТСП»;

С. В меню «Tools» выбрать строчку «RunScript...» и в появившемся окне выбрать двойным щелчком левой клавиши мыши файл "Результаты".

Примечания:

1. Имя файла может быть любым и задаётся в окне ввода «Имя файла для записи результатов:», «Результаты» – имя файла по умолчанию, т. е. если пользователь не изменит его в указанном окне ввода.

2. При проектировании под нулевой баланс при несоблюдении его условия, программа самостоятельно произведёт перерасчёт и его результаты запишет в файлы, указанные в пп. 2-4. При этом к их имени в конце будет добавлена единица, а старые файлы удалены не будут.

4.3. Результаты расчета объемов грунтовых масс при вертикальной планировке строительной площадки, приведенной на рисунке 1.4

Расчет объемов способом треугольных призм

Имя файла с результатами: " Площадка треугольник ";
Количество квадратов по горизонтали: 3;
Количество квадратов по вертикали: 3;
Размер стороны квадрата, м: 30;
Уклон, i1: 0.002 (направлен слева направо);
Уклон, i2: 0.001 (направлен сверху вниз);
Способ определения объемов планировочных работ: треугольных призм;
Способ планировки площадки: нулевой баланс;
Точность вычисления рабочих отметок: до 0.01 м;
Коэффициент откоса, m: 1.50;
Коэффициент остаточного разрыхления, Кор: 0.93.

ПРИМЕЧАНИЕ: НАЧАЛО КООРДИНАТ В ЛЕВОМ НИЖНЕМ УГЛУ ПЛОЩАДКИ

Таблица 1. Информация о вершинах.

№	Координаты	Отметка, м	Крас. черт.		
п/п	и, м	у, м	х, м	у, м	х, м
1	0	60	20.84	23.31	-2.47
2	30	60	20.78	22.21	-1.43
3	60	60	20.72	21.34	-0.62
4	90	60	20.66	20.00	0.66
5	0	30	20.81	22.08	-1.27
6	30	30	20.75	21.24	-0.49
7	60	30	20.69	20.48	0.21
8	90	30	20.63	19.41	1.22
9	0	0	20.78	20.28	0.50
10	30	0	20.72	19.89	0.83
11	60	0	20.66	19.36	1.30
12	90	0	20.60	18.72	1.88

Таблица 2. Информация о вершинах.

№	№ вершины	Триангул.	Высота
п/п	1-ая	2-ая	3-ья
1	2	1	5
2	5	6	2
3	3	2	6
4	6	7	3
5	4	3	7
6	7	8	4
7	6	5	9
8	9	10	6
9	7	6	10
10	10	11	7
11	8	7	11
12	11	12	8

Средняя планировочная отметка, м: 20.72.

Таблица 3. Информация об объемах.

№	Об. на-сыпи, м ³	Об. выемки, м ³	Коорд. п/п	Площ. нуль-выс. работ, м ²	Угол, град.							
1	---	775.50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10.00
2	---	478.50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	20.00
3	---	381.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40.00
4	23.39	137.39	51.00	30.00	60.00	37.59	57.00	32.53	43.43	40.41	---	---
5	71.15	33.65	60.00	37.59	74.53	60.00	72.92	42.57	64.84	32.17	---	---
6	313.50	---	---	---	---	---	80.00	40.00	---	---	---	---
7	10.70	199.70	0.00	18.47	15.15	15.15	5.05	7.88	10.82	20.02	---	---
8	139.50	13.50	15.15	15.15	30.00	18.86	18.86	7.45	25.05	21.34	---	---
9	101.60	19.10	30.00	18.86	51.00	30.00	41.05	17.79	37.00	26.29	---	---
10	351.00	---	---	---	---	---	50.00	10.00	---	---	---	---
11	409.50	---	---	---	---	---	70.00	20.00	---	---	---	---
12	660.00	---	---	---	---	---	80.00	10.00	---	---	---	---

Таблица 4. Информация об откосах.

Номер откоса	11	12	13	14	15	16	17
Объем откоса, м ³	11.30	91.64	-27.33	-1.40	11.68	0.22	21.64

Номер откоса	18	19	20	21	22	23	24
Объем откоса, м ³	14.38	78.77	110.76	17.16	20.74	1.11	8.63

Р.С. Нумерация откосов по часовой стрелке от вершины №1

Таблица 5. Сводная балансовая ведомость.

Объект	Приход грунта (выемка)		Расход грунта (насыпь)	
	Геометрический	Объем, м ³	Геометрический	Объем, м ³
Планировочная выемка	2038.34	---	Планировочная насыпь	2059.34
Откосы выемки	227.13	---	Откосы насыпи	181.76
Всего	2265.47	---	---	2175.83

Удовлетворенность:
 $\frac{2265.47}{2175.83} / 2265.47 \cdot 100\% = 1.04\%$
 Удовлетворенность выполнена

Дополнительная информация.

Таблица 6. Расстояния между насыпями и выемками.

Номера выемки	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Фигур насыпи	14	15	16	17	18	19	10	11	11
Расстояние, м	150.14	162.94	170.71	142.41	143.47	144.74	156.57	167.08	170.71
Номера выемки	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Фигур насыпи	12	14	15	16	17	18	19	10	11
Расстояние, м	180.62	137.75	153.61	160.00	135.43	132.57	130.60	142.43	170.71
Номера выемки	12	12	13	13	13	13	13	13	13
Фигур насыпи	11	12	14	15	16	17	18	19	11
Расстояние, м	153.85	167.08	124.38	132.95	141.23	154.74	147.51	132.22	170.71
Номера выемки	13	13	13	14	14	14	14	14	14
Фигур насыпи	10	11	12	14	15	16	17	18	11
Расстояние, м	141.23	142.43	156.57	111.08	124.81	130.58	155.14	145.10	170.71
Номера выемки	14	14	14	14	15	15	15	15	15
Фигур насыпи	9	10	11	12	14	15	16	17	11
Расстояние, м	124.31	130.62	129.12	143.27	121.48	119.00	119.67	174.63	170.71
Номера выемки	15	15	15	15	15	17	17	17	17
Фигур насыпи	18	19	10	11	12	14	15	16	11
Расстояние, м	164.39	142.10	145.05	132.94	145.15	147.36	167.54	171.48	170.71
Номера выемки	17	17	17	17	17	17	18	18	18
Фигур насыпи	17	18	19	10	11	12	14	15	11
Расстояние, м	115.28	116.64	130.52	140.98	159.21	170.21	133.85	155.07	170.71
Номера выемки	18	18	18	18	18	18	18	19	19
Фигур насыпи	16	17	18	19	10	11	12	14	11
Расстояние, м	158.03	124.11	115.21	116.39	127.41	144.97	156.11	120.95	170.71
Номера выемки	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Фигур насыпи	15	16	17	18	19	10	11	12	11
Расстояние, м	142.27	145.13	136.88	126.15	119.41	120.84	133.59	145.98	170.71

Расчет объемов способом квадратных призм

Имя файла с результатами: "Площадка квадрат";

Количество квадратов по горизонтали: 3;

Количество квадратов по вертикали: 2;

Размер стороны квадрата, м: 30;

Уклон, 11: 0.002 (направлен слева направо);

Уклон, 12: 0.001 (направлен сверху вниз);

Способ определения объемов планировочных работ: квадратных призм;

Способ планировки площадки: нулевой баланс;

Точность вычисления рабочих отметок: до 0.01 м;

Коэффициент откоса, m: 1.50.

Коэффициент остаточного разрыхления, Кор: 0.03.

ПРИМЕЧАНИЕ: НАЧАЛО КООРДИНАТ В ЛЕВОМ НИЖНЕМ УГЛУ ПЛОЩАДКИ

Таблица 1. Информация о вершинах.

#	Координаты		Отметки, м			
	п/п	х, м	у, м	крас.	черн.	раб.
1	0	60	60	20.86	23.31	-2.45
2	30	60	60	20.80	22.21	-1.41
3	60	60	60	20.74	21.34	-0.60
4	90	60	60	20.68	20.00	0.68
5	0	30	30	20.83	22.08	-1.25
6	30	30	30	20.77	21.24	-0.47
7	60	30	30	20.71	20.48	0.23
8	90	30	30	20.65	19.41	1.24
9	0	0	0	20.80	20.28	0.52
10	30	0	0	20.74	19.89	0.85
11	60	0	0	20.68	19.36	1.32
12	90	0	0	20.62	18.72	1.90

Таблица 2. Информация о фигурах.

#	Номера вершин квадрата			
	п/п	1-ая	2-ая	3-ья
1	1	2	5	6
2	2	3	6	7
3	3	4	7	8
4	5	6	9	10
5	6	7	10	11
6	7	8	11	12

Средняя планировочная отметка, м: 20.74.

Таблица 3. Информация об объемах.

№ п/п	Об. на-сыпи, м3	Об. выемки, м3	Коорд. линии нулевых работ			Координаты центра тяжести фигур				
			x1, м	y1, м	x2, м	y2, м	Xцт+, м	Yцт+, м	Xцт-, м	Yцт-, м
1	----	1255.50	----	----	----	----	----	----	15.00	45.00
2	3.14	509.39	50.14	30.00	60.00	38.31	56.71	32.77	44.44	45.58
3	379.25	30.50	60.00	38.31	74.06	60.00	77.10	43.41	64.69	52.77
4	157.53	236.28	0.00	8.81	30.00	19.32	17.12	7.40	13.55	21.78
5	451.10	16.85	30.00	19.32	50.14	30.00	46.12	13.45	36.71	26.44
6	1055.25	----	----	----	----	----	75.00	15.00	----	----

Таблица 4. Информация об откосах.

№ откоса	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем откоса, м3	-11.03	-89.89	-26.42	-1.27	1.84	0.24	22.50	57.91

№ откоса	9	10	11	12	13	14	15	16
Объем откоса, м3	5.14	60.21	27.73	11.17	0.11	0.60	-8.28	-85.11

P.S. Нумерация откосов по часовой стрелке от вершины №1

Таблица 5. Сводная балансовая ведомость.

Объект	Приход грунта (выемка)		Расход грунта (насыпь)	
	Геометрический объем, м3	С учетом Корр	Объект	Объем, м3
Планировочная выемка	2048.52		Планировочная насыпь	2046.27
Откосы выемки	221.99		Откосы насыпи	187.45
Всего	2270.51			2168.66

Условие баланса:

$$(2270.51 - 2168.66) / 2270.51 \cdot 100\% = 4.49\%$$

Условие баланса выполнено

Дополнительная информация.

Таблица 6. Расстояния между насыпями и выемками.

№ выемки	1	11	1	11	12	12	12
№ насыпи	2	3	4	5	6	2	3
Расстояние, м	43.47	62.12	37.66	44.32	67.08	17.74	32.73

№ выемки	2	12	3	3	13	13	14
№ насыпи	15	16	2	3	4	5	2
Расстояние, м	32.18	43.23	21.53	15.55	65.73	43.49	39.15

№ выемки	4	14	4	4	15	15	15
№ насыпи	3	4	5	6	2	3	4
Расстояние, м	67.13	14.81	33.62	61.82	20.98	43.81	27.32

№ выемки	5	
№ насыпи	16	
Расстояние, м	39.96	

5. Определение объемов подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ

Объем работ по срезке растительного слоя определяется площадью строительной площадки:

$$F_{пл} = A \cdot B = 60 \cdot 90 = 5400 \text{ м}^2, \quad (1.21)$$

где А и В – длина сторон строительной площадки, м.

Объем работ по планировке откосов строительной площадки определяется площадью откосов и находится по выражению:

$$F_{\text{отк}} = h_{\text{ср}} \cdot p \cdot \sqrt{1+m^2} = 1,02 \cdot 300 \times \sqrt{1+1,5^2} = 551,6 \text{ м}^2, \quad (1.22)$$

где $h_{\text{ср}}$ – средняя рабочая отметка по контуру строительной площадки, м;

p – периметр строительной площадки, м.

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum |h_i|}{z}, \text{ м}, \quad (1.23)$$

где h_i – рабочая отметка i -й вершины по контуру площадки (в сумму включаются и точки, принадлежащие л.н.р. – нулевые точки), м;

z – количество учтенных рабочих отметок, шт.

Например, для площадки на рисунке 1.11:

$$h_{\text{ср}} = \frac{1}{12} (2,47 + 1,43 + 0,62 + 0 + 0,66 + 1,22 + 1,88 + 1,30 + 0,83 + 0,50 + 0 + 1,27) = 1,02 \text{ м}$$

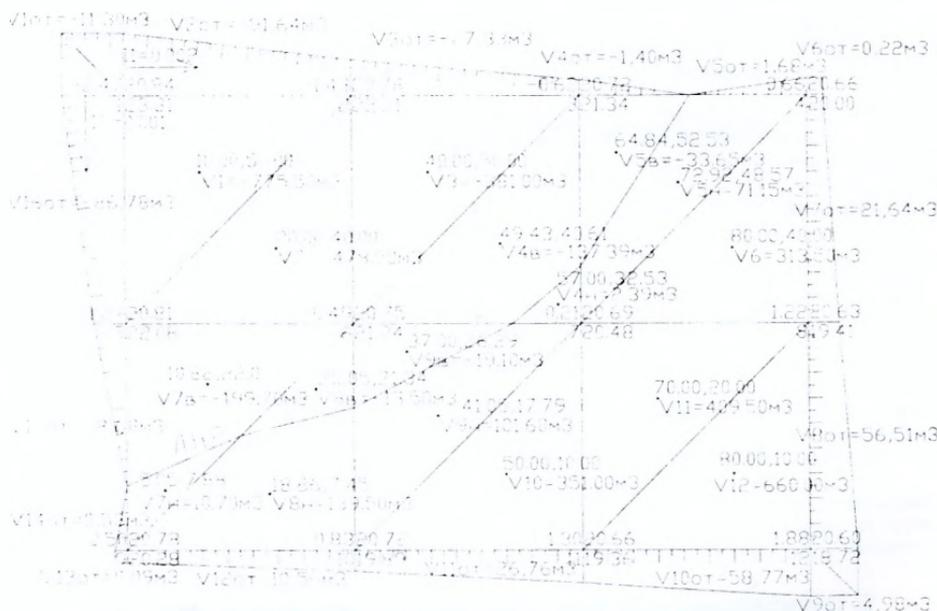


Рисунок 1.11 – Схема площадки с объемами грунтовых масс, вычисленными способом треугольных призм

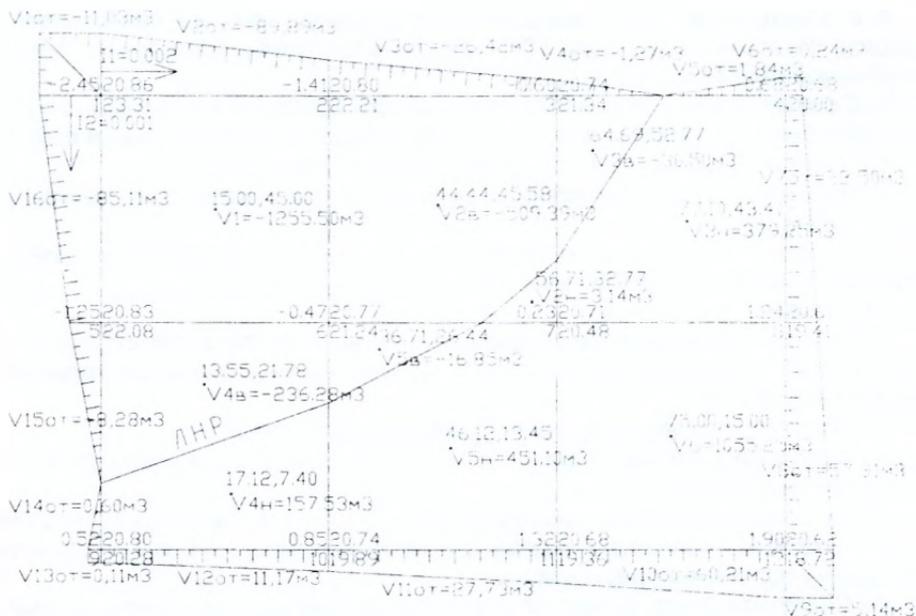


Рисунок 1.12 – Схема площадки с объемами грунтовых масс, вычисленными способом квадратных призм

6. Оценка результатов расчета объемов грунтовых масс, выполненных методом треугольных и квадратных призм

1. Сравнить объемы грунтовых масс планировочных выемок и насыпей, полученных по методу треугольных и квадратных призм, определив абсолютную и относительную ошибку.
2. Сравнить объемы трёх переходных квадратов (по выбору), полученных по методу треугольных и квадратных призм, определив абсолютную и относительную ошибку.
3. Сравнить объемы трёх видов откосов (по выбору), полученных по методу треугольных и квадратных призм, определив абсолютную и относительную ошибку.
4. При невозможности рассчитать объемы методом квадратных призм, сравнить результаты расчета методом треугольных призм при различном направлении диагоналей.

7. Выполнение лабораторной работы и составление отчета

1. В соответствии с шифром определить исходные данные для выполнения лабораторных работ.
2. Показать определение всех черных отметок вершин квадратов и треугольников.
3. По таблице 1.3 определить коэффициент откоса m постоянных выемок и насыпей, по таблице 1.5 – коэффициент остаточного разрыхления грунта $K_{ор}$.
4. При планировке под заданную отметку вычислить $H_n = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$.
5. Разбить квадраты на треугольники.

6. В электронной сети университета в разделе "Сетевые приложения" в разделе "Программы кафедры ТСП" запустить программу "Программа подсчета объемов земляных масс".

7. В соответствии с правилами ввода ввести исходную информацию и рассчитать объемы грунтовых масс способами квадратных и треугольных призм.

8. Распечатать файлы расчета с расширением .txt и .dwg

9. Показать определение средней планировочной отметки при планировке под нулевой баланс.

10. Показать схему к построению л.н.р. и определению красных, рабочих отметок, показать их определение для характерных вершин.

11. Показать построение л.н.р.

12. Показать определение объемов грунтовых масс по выражениям 1.7 — 1.18 (расчет проводится по каждому выражению один раз для треугольных и квадратных призм).

13. Показать составление сводной балансовой ведомости.

14. Определить объемы подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ

15. На основании файла с результатами " Площадка треугольник " и файла с результатами: " Площадка квадрат", а также рисунков 1.11. и 1.12 произвести оценку полученных результатов.

16. Составить отчет. Отчет оформляется на стандартных листах формата А4 в соответствии со стандартом университета.

8. Составление ведомости земляных масс

В соответствии с СТБ 2073-2010 «Правила выполнения чертежей генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов» по результатам расчета (таблица 1.5. Сводная балансовая ведомость) составляем ведомость грунтовых масс в форме таблицы 1.6.

Таблица 1.6 – Ведомость земляных масс.

Наименование грунта	Количество, м ³		Примечание
	Насыпь (+)	Выемка (-)	
1	2	3	4
1. Грунт планировки территории	2059,34	2038,34	
2. Вытесненный грунт, всего			
В том числе при устройстве:			
а) подземных частей зданий (сооружений)	-	-	
б) автодорожных покрытий	-	-	
в) плодородной почвы на участках озеленения	-	-	
д) подсыпка до проектных отметок	-	-	
3. Грунт для устройства откосов	181,76	227,13	
4. Поправка на уплотнение	-65,28		
Пригодный грунт, всего	2175,82	2265,47	

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4
5. Недостаток (избыток) пригодного грунта	89.64		Обеспечение нулевого баланса
6. Плодородный грунт, всего		1080	$\delta=0.2\text{м}$
в том числе: а) используемый для озеленения территории	1080		$\delta=0.2\text{м}$
б) недостаток (избыток) плодородного грунта			
7. Итого перерабатываемого грунта	3345.46	3345.47	
Планировка территории, м ²	5400	-	
Планировка откосов, м ²	500	-	

9. Контрольные вопросы к ЛР № 1

1. Область применения методов квадратных и треугольных призм для определения объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадки.
2. Разбивка площадки в плане на квадраты.
3. Разбивка площадки в плане на треугольники.
4. Методы определения черных отметок вершин квадратов и треугольников.
5. Чем отличается метод интерполяции от метода экстраполяции при определении черных отметок?
6. Определение средней планировочной отметки при вертикальной планировке площадки под нулевой баланс способом квадратных призм.
7. Определение средней планировочной отметки при вертикальной планировке площадки под нулевой баланс способом треугольных призм.
8. Определение красных отметок вершин (отметок проектной плоскости).
9. Определение рабочих отметок вершин квадратов и треугольников.
10. Дать определение линии нулевых работ.
11. Построение линии нулевых работ аналитическим способом.
12. Построение линии нулевых работ графическим способом.
13. Определение объемов целых квадратных призм.
14. Определение объемов переходных квадратных призм 1-го типа.
15. Определение объемов переходных квадратных призм 2-го типа.
16. Определение объемов целых треугольных призм.
17. Определение объемов переходных треугольных призм.
18. Крутизна откосов, заложение откосов, коэффициент откоса (дать определения)
19. Дать определение линии откосов площадки.
20. Построение линии откосов.
21. Определение объемов угловых откосов (откосов 1-го типа).
22. Определение объемов откосов 2-го типа.
23. Определение объемов откосов 3-го типа.
24. Коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления грунта.
25. Составление сводной балансовой ведомости.
26. Определение объемов работ по срезке растительного слоя и объемов работ по планировке откосов.

Лабораторная работа №2

Анализ результатов, полученных при определении среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь (L_{cp}), аналитическим методом и методом шахматного баланса

1. Цель и задачи лабораторной работы

Целью выполнения лабораторной работы является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков при определении среднего расстояния перемещения грунта.

В процессе выполнения работы студенты производят расчет среднего расстояния перемещения грунта при вертикальной планировке площадки аналитическим (метод статических моментов) методом и методом шахматного баланса. Выполняется сравнительный анализ результатов, полученных этими методами.

Лабораторная работа №2 выполняется на основании результатов, полученных при выполнении лабораторной работы №1. L_{cp} определяется только для основного способа определения объемов грунтовых масс (определяется в соответствии с шифром в л. р. №1).

2. Выбор метода определения L_{cp}

Существуют следующие наиболее распространенные методы определения L_{cp} :

- а) аналитический (метод статических моментов);
- б) графоаналитический (способ Кутьинова);
- в) графический;
- г) на основании шахматной балансовой ведомости;
- д) на основе линейного программирования

Недостатками способов а)... в) являются:

➤ Отсутствие информации о конкретном распределении земляных масс из выемки в насыпь, что приводит к значительным отклонениям расчетного L_{cp} от фактического.

➤ Невысокая точность.

➤ Использование методов может привести к абсурду в случае площадок, представленных на рисунке 2.1. для которых расчетное L_{cp} примерно получается равным нулю (в случае аналитического метода) из-за симметрии выемок и насыпей, или существенно отличается от фактического L_{cp} . В этом случае площадку необходимо разбивать на 2 и более частей относительно осей симметрии.

➤ Необходимость наличия баланса планировочной выемки и насыпи, в противном случае возникает необходимость в создании местного нулевого баланса (т. е. отсекаются недостающие или лишние объемы).

Указанных недостатков лишены способы, основанные на составлении шахматной балансовой ведомости и на методах линейного программирования, что определяет широкое применение последних при нахождении L_{cp} .

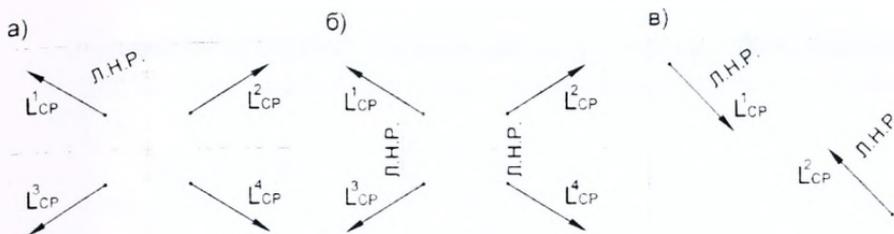


Рисунок 2.1 – Виды площадок, для которых определение L_{CP} графическим, аналитическим и графоаналитическим методами затруднительно

3. Определение приведенных объемов пунктов выемки и насыпи

Прежде всего необходимо грунт насыпи перевести в плотное тело, т. е. в одно состояние с грунтом выемки, что достигается обычно путем деления геометрических объемов насыпи на $1+K_{OP}$. Для уменьшения количества пунктов выемки и насыпи объемы откосов суммируются с объемами прилегающих квадратов (треугольников).

В случае если приведенные объемы меньше 5% от суммарного объема выемки или насыпи, то возможно присоединение этих объемов к одному из прилегающих квадратов (треугольников).

Например, вполне можно объем V_{4H} присоединить к объему V_{5H} или V_{9H} (рисунок 1.11, Л. р. №1).

В случае если объемы отдельных откосов составляют более 5% от суммарного объема выемки или насыпи, то необходимо рассматривать их самостоятельно (без присоединения к прилегающим пунктам).

В случае нулевого баланса разность между суммами ($\Sigma 1 - \Sigma 2$) разбрасывается пропорционально объемам пунктов выемки или насыпи.

Например, для площадки, приведенной на рисунке 1.11 (Л. р. №1), приведенные объемы определяются следующим образом:

Выемка треугольника №1:

$$V_{B1} = V_1 + V_1^{OTK} + V_2^{OTK} + V_{16}^{OTK} = -775,5 - 11,3 - 91,64 - 86,78 = -965,22 \text{ м}^3.$$

Насыпь треугольника №12:

$$V_{H12} = \frac{V_2 + V_8^{OTK} + V_9^{OTK} + V_{10}^{OTK}}{1+K_{OP}} = \frac{660,0 + 56,51 + 4,98 + 58,77}{1+0,03} = 757,53 \text{ м}^3.$$

Поправка δ :

$$\delta = \frac{\Sigma 1 - \Sigma 2}{\Sigma 2} = \frac{2265,47 - 2175,83}{2175,83} = 0,041198.$$

При этом окончательный объем пункта насыпи V_{H12}^{OK} (с учетом поправки) составит:

$$V_{H12}^{OK} = V_{H12} + V_{H12} \cdot \delta = V_{H12} \cdot (1 + \delta) = 757,53 \cdot (1 + 0,041198) = 788,74 \text{ м}^3.$$

Приведенные объемы пунктов выемки и насыпи приведены на рисунке 2.2.

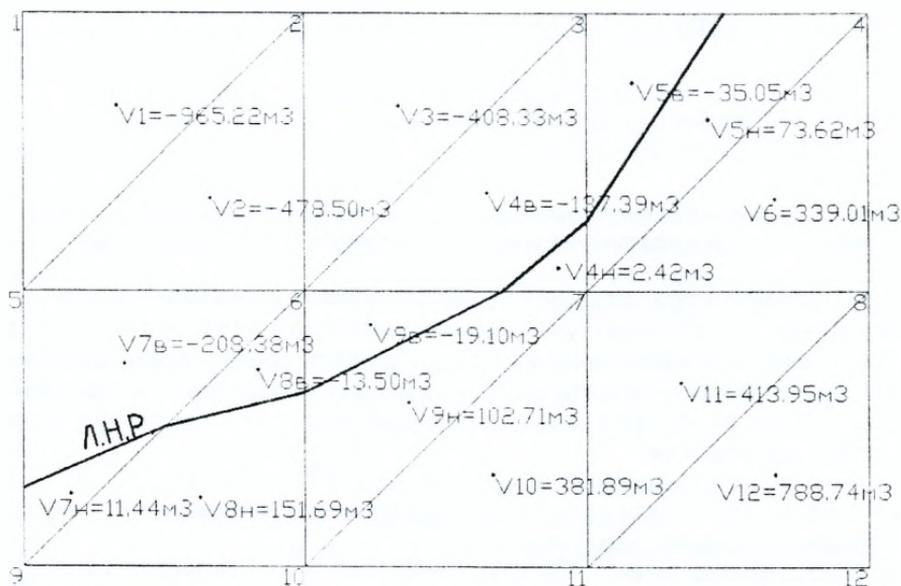


Рисунок 2.2 – Схема площадки с приведенными объемами грунтовых масс

4. Определение положения центров тяжести пунктов выемки и насыпи

Производится на основании предположения, что центры тяжести объемных фигур совпадают с центрами тяжести плоских фигур (проекциями объемных фигур на горизонтальную плоскость).

Положение центров тяжести фигур в основном определяется графоаналитическим способом.

При этом сложная фигура (рисунок 2.3) разбивается на ряд простых (квадраты, прямоугольники, треугольники), положение центров тяжести которых легко находится (рисунок 2.4). Для треугольников – это точка пересечения медиан, для квадратов и прямоугольников – точка пересечения диагоналей.

Рисунок 2.3 – Схема разбивки пятиугольника на простые фигуры

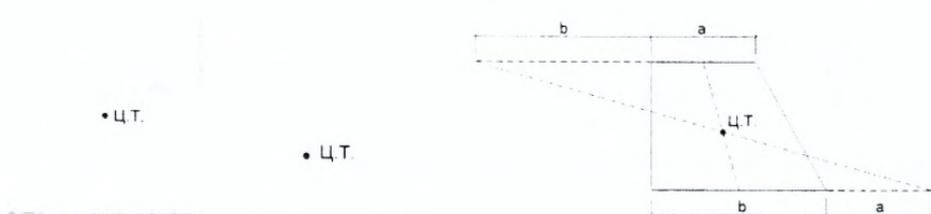


Рисунок 2.4 – Определение центров тяжести простых фигур

Положение центра тяжести сложной фигуры определяется (после разбивки последней на простые фигуры) методом статических моментов по формулам:

$$X_{\text{цт}} = \frac{S_x}{F} = \frac{\sum F_i \cdot X_i}{\sum F_i}, \text{ м}; \quad (2.1)$$

$$Y_{\text{цт}} = \frac{S_y}{F} = \frac{\sum F_i \cdot Y_i}{\sum F_i}, \text{ м}. \quad (2.2)$$

где S_x, S_y – статический момент составной фигуры относительно осей X и Y соответственно, м^3 ; F_i – площадь i -й фигуры, м^2 ;

X_i, Y_i – координаты центра тяжести i -й фигуры относительно координатных осей XOY , м. (Начало координат в левом нижнем углу площадки).

Например, для насыпи 9-го треугольника (рисунок 2.5)

$$X_{\text{цт}} = \frac{\sum F_i \cdot X_i}{\sum F_i} = \frac{\frac{30 \times 30}{2} \times 40 - \frac{21 \times 11,14}{2} \times 37}{\frac{30 \times 30}{2} - \frac{21 \times 11,14}{2}} = 41,05 \text{ м}$$

$$Y_{\text{цт}} = \frac{\sum F_i \cdot Y_i}{\sum F_i} = \frac{\frac{30 \times 30}{2} \times 20 - \frac{21 \times 11,14}{2} \times 26,29}{\frac{30 \times 30}{2} - \frac{21 \times 11,14}{2}} = 17,79 \text{ м}$$

Схема площадки с координатами центров тяжести представлена на рисунке 2.5.

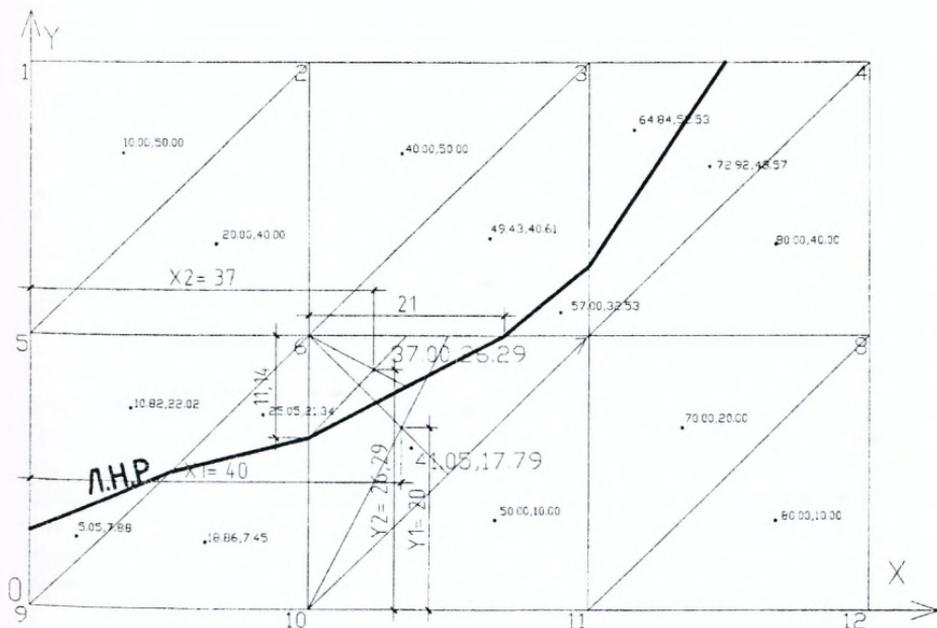


Рисунок 2.5 – Схема к определению центров тяжести фигур

5. Определение среднего расстояния перемещения грунта

5.1. Определение среднего расстояния перемещения грунта аналитическим методом

Производим по формулам:

$$L_{cp} = \sqrt{(X_{цтв} - X_{цтн})^2 + (Y_{цтв} - Y_{цтн})^2} \text{ м}; \quad (2.3)$$

$$X_{цт} = \frac{\sum V C X}{\sum V} \text{ м}, \quad (2.4)$$

$$Y_{цт} = \frac{\sum V C Y}{\sum V} \text{ м}. \quad (2.5)$$

где V – объемной фигуры, м^3 ;

$X_{цтв}$, $X_{цтн}$, $Y_{цтв}$, $Y_{цтн}$ – соответственно координаты центра тяжести выемки и насыпи, м

Для этого используем схему площадки с приведенными объемами грунто-вых масс и их центрами тяжести (рисунок 2.6).

$$X_{цтв} = \frac{965,22 \cdot 10 + 408,33 \cdot 40 + 35,05 \cdot 64,84 + 478,5 \cdot 20 + 137,39 \cdot 49,43 + 208,38 \cdot 10,82 - 13,5 \cdot 25,05 - 19,1 \cdot 37,0}{965,22 + 408,33 + 35,05 + 478,5 + 137,39 + 208,38 - 13,5 + 19,1} = 21,15 \text{ м}$$

$$Y_{цтв} = \frac{965,22 \cdot 50,0 + 408,33 \cdot 50 + 35,05 \cdot 52,53 + 478,5 \cdot 40 + 137,39 \cdot 40,61 + 208,38 \cdot 22,02 + 13,5 \cdot 21,34 - 19,1 \cdot 26,29}{965,22 + 408,33 + 35,05 + 478,5 + 137,39 + 208,38 + 13,5 + 19,1} = 44,41 \text{ м}$$

$$X_{цтн} = \frac{73,62 \cdot 72,92 + 339,01 \cdot 80 + 2,42 \cdot 57,0 + 11,44 \cdot 5,05 + 151,69 \cdot 18,86 + 102,71 \cdot 41,05 + 381,89 \cdot 50 + 413,95 \cdot 70 + 788,74 \cdot 80}{73,62 + 339,01 + 2,42 + 11,44 + 151,69 + 102,71 + 381,89 + 413,95 + 788,74} = 66,62 \text{ м}$$

$$Y_{цтн} = \frac{73,62 \cdot 48,57 + 339,01 \cdot 40 + 2,42 \cdot 32,53 + 11,44 \cdot 7,88 + 151,69 \cdot 7,45 + 102,71 \cdot 17,79 + 381,89 \cdot 10 + 413,95 \cdot 20 + 788,74 \cdot 10}{73,62 + 339,01 + 2,42 + 11,44 + 151,69 + 102,71 + 381,89 + 413,95 + 788,74} = 17,76 \text{ м}$$

$$L_{cp} = \sqrt{(21,15 - 66,62)^2 + (44,41 - 17,76)^2} = 52,70 \text{ м}$$

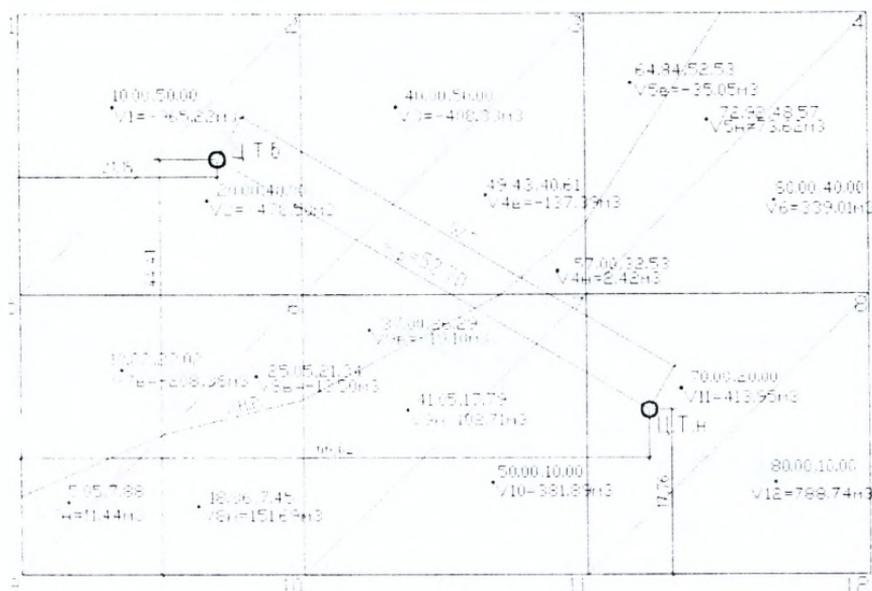


Рисунок 2.6 – Схема площадки к определению L_{cp}^{nn} аналитическим способом

5.2. Определение среднего расстояния перемещения грунта на основе шахматной балансовой ведомости

Общий вид шахматной балансовой ведомости представлен в форме таблицы, в которой по горизонтали в шапке указаны условные обозначения и приведенные объемы пунктов насыпи, а по вертикали – пунктов выемки. Суммарный объем пунктов выемки должен получиться равным суммарному объему пунктов насыпи.

При $\Sigma 1 > \Sigma 2$ (см. сводную балансовую ведомость, л.р. №1) в таблицу 2.1 добавляется дополнительный пункт насыпи "отвал". При $\Sigma 1 < \Sigma 2$ вводится пункт выемки "карьер" с объемом, равным $\Sigma 2 - \Sigma 1$ (пункт насыпи "отвал" отсутствует).

Суммарный объем прихода грунта должен быть равным суммарному объему расхода грунта.

Распределение грунта из пунктов выемки в пункты насыпи может производиться следующими способами:

- по здравому смыслу (т. е. как считает нужным разработчик);
- по наименьшим расстояниям (в первую очередь заполняются клетки с минимальным расстоянием между пунктами выемки и насыпи на плане, т. е. клетки расположенные ближе к линии нулевых работ).

Таблица 2.1 – Общий вид шахматной балансовой ведомости

			Насыпь					Отвал	Σ
			H1	H2	H3	H4	H _n		
			V_{H1}^{OK}	V_{H2}^{OK}	V_{H3}^{OK}	V_{H4}^{OK}	V_{Hn}^{OK}		
Выемка	B1	V_{B1}	$V_{11}^{L_{11}}$	–	–	$V_{14}^{L_{14}}$	–	–	V_{B1}
	B2	V_{B2}	–	$V_{22}^{L_{22}}$	$V_{23}^{L_{23}}$	–	–	–	V_{B2}
	B3	V_{B3}	–	–	–	–	$V_{3n}^{L_{3n}}$	$V_{3o}^{L_{3o}}$	V_{B3}
	B _m	V_{Bm}	$V_{m1}^{L_{m1}}$	–	–	–	$V_{mn}^{L_{mn}}$	–	V_{Bm}
	Карьер	$\Sigma 2 - \Sigma 1$	–	$V_{k2}^{L_{k2}}$	–	$V_{k4}^{L_{k4}}$	–	–	$\Sigma 2 - \Sigma 1$
	Σ	ΣV_{B_i}	V_{H1}^{OK}	V_{H2}^{OK}	V_{H3}^{OK}	V_{H4}^{OK}	V_{Hn}^{OK}	$\Sigma 1 - \Sigma 2$	$\Sigma V_{B_i} = \Sigma V_{H_i}$

После полного распределения грунта в заполненных клетках с поставками грунта проставляются расстояния между соответствующими пунктами выемки и насыпи (дальность перемещения), которые берутся из таблицы 6 расчетов по программе TSP л. р. №1 или находятся как расстояния между соответствующими центрами тяжести пунктов выемки и насыпи на плане площадки, построенном в масштабе.

Дальность перемещения грунта из "карьера" в пункты насыпи и из пунктов выемки и котлована в "отвал" принимается равной расстоянию перевозки грунта, указанному в задании.

Среднее расстояние перемещения грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь

$$L_{\text{ср}}^{\text{пл}} = \frac{\sum V_{\text{в}} \cdot L_{\text{в}}}{\sum V_{\text{в}}}, \text{ м} \quad (2.6)$$

Шахматная балансовая ведомость для площадки на рисунке 2.6 представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Пример шахматной балансовой ведомости

		Насыпь									Σ
		H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	
		2.42	73.62	339.01	11.44	151.69	102.71	381.89	413.95	788.74	
Выемка	B1	965.22							67.08 248.23	80.6 716.99	965.22
	B2	478.50					30.60 43.96	42.43 362.79		67.08 71.75	478.5
	B3	408.33		32.95 38.57	41.23 339.01				42.43 30.75		408.33
	B4	137.39	11.08 2.42						29.12 134.97		137.39
	B5	35.05		9.00 35.05							35,05
	B7	208.38			15.28 11.44	16.6 151.69	30.52 45.25				208.38
	B8	13.50					16.39 13.50				13.50
	B9	19.10						20.84 9.10			19.10
	Σ	2265.47	2.42	73.62	339.01	11.44	151.69	102.71	381.89	413.95	788.74

$$L_{\text{ср}}^{\text{пл}} = (248,23 \times 67,08 + 716,99 \times 80,6 + 43,96 \times 30,60 + 362,79 \times 42,43 + 71,75 \times 67,08 + 38,57 \times 32,95 + 339,01 \times 41,23 + 30,75 \times 42,43 + 2,42 \times 11,08 + 134,97 \times 29,12 + 35,05 \times 9,00 + 11,44 \times 15,28 + 151,69 \times 16,6 + 45,25 \times 30,52 + 13,50 \times 16,39 + 9,10 \times 20,84) / (248,23 + 716,99 + 43,96 + 362,79 + 71,75 + 38,57 + 339,01 + 30,75 + 2,42 + 134,97 + 35,05 + 11,44 + 151,69 + 45,25 + 13,50 + 9,10) = 121302,38 / 2265,47 = 53,54 \text{ м}$$

7. Выполнение лабораторной работы и составление отчета

Лабораторная работа выполняется на основе результатов, полученных при выполнении лабораторной работы № 1, в следующем порядке:

1. Определить приведенные объемы грунтовых масс.
2. Построить план площадки с приведенными и откорректированными объемами грунтовых масс.
3. Определить положение центра тяжести одной сложной фигуры (по выбору), вычисленное методом статических моментов.
4. Определить координаты центров тяжести выемки и насыпи и определить L_{cp}^{nn} аналитическим методом.
5. Составить шахматную балансовую ведомость и на ее основании определить L_{cp}^{nn} .
6. Составить картограмму распределения грунтовых масс.
7. Выполнить сравнительный анализ полученных результатов.

В состав отчета входят:

1. Исходные данные.
2. Определение приведенных объемов грунтовых масс.
3. План площадки с приведенными и откорректированными объемами грунтовых масс.
4. Определение положения центра тяжести одной сложной фигуры, вычисленное методом статических моментов.
5. Определение координат центров тяжести выемки и насыпи и определение L_{cp}^{nn} аналитическим методом.
6. Составление шахматной балансовой ведомости и определение L_{cp}^{nn} на ее основе.
7. Составление картограммы распределения грунтовых масс.
8. Анализ полученных результатов.

8. Контрольные вопросы

1. Цель определения среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь при вертикальной планировке площадки.
2. Принимаемые ограничения и упрощения при проведении расчетов.
3. Определение центра тяжести сложной плоской фигуры графическим методом и методом статических моментов.
4. Аналитический метод расчета среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь площадки.
5. Определение среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь площадки методом шахматного баланса грунтовых масс.
6. Составление картограммы распределения грунтовых масс.

Лабораторная работа №3

Подбор машин для вертикальной планировки площадки по техническим параметрам, составление калькуляции затрат труда и машинного времени, построение календарного графика производства работ

1. Цель и задачи лабораторной работы.

Целью выполнения лабораторной работы является закрепление теоретических знаний, полученных в лекционном курсе и приобретение практических навыков проектирования технологии производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.

В процессе выполнения работы студенты устанавливают номенклатуру земляных работ, по рабочим параметрам выбирают строительные машины для производства основных и вспомогательных процессов, определяют сменную эксплуатационную производительность землеройно-транспортных машин, составляют калькуляцию затрат труда, разрабатывают календарный график производства работ и рассчитывают технико-экономические показатели.

Лабораторная работа № 3 выполняется на основании результатов полученных при выполнении лабораторных работ № 1 и № 2 и является их продолжением.

2. Предварительный выбор методов производства работ

Исходными данными для выбора методов производства работ при планировке площадки являются:

- вид грунта;
- объемы планировочной выемки $\Sigma 1$ и насыпи $\Sigma 2$ (таблица 1.4, л.р. № 1);
- средняя дальность перемещения грунта внутри площадки (L_{CP}^{nn});
- дальность транспортирования лишнего или недостающего грунта L ;
- заданный срок производства работ $T_{зад}$ в днях;
- условия производства работ (летние или зимние);
- глубина срезки грунта (значения рабочих отметок).

Возможные методы производства работ, принимаемые в соответствии с исходными данными, представлены в таблице 3.1.

Следует иметь в виду, что в таблице 3.1 даются типовые, оптимальные варианты, которые, в случае необходимости, могут корректироваться.

В случае, если $\Sigma 1 > \Sigma 2$, следует использовать комбинированный метод производства работ – для грунта, перемещаемого в пределах площадки на L_{CP}^{nn} , применяется один тип ведущей машины, а для грунта, перемещаемого в отвал на расстояние L – другой тип. Аналогично, комбинированный метод можно применять и при $\Sigma 1 < \Sigma 2$.

При производстве работ в зимнее время для разработки разрыхленного мерзлого грунта предпочтение следует отдавать бульдозерам и экскаваторам.

3. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам

3.1. Подбор скреперов

Выбор скреперов производится на основании двух параметров.

А. По среднему расстоянию перемещения грунта из выемки в насыпь и перемещению грунта из выемки в отвал или из карьера в насыпь (L_{CP}^{nn}, L).

При этом рекомендуемая емкость ковша скрепера и его тип в зависимости от дальности перемещения грунта приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Возможные методы производства земляных работ при планировке площадки

№ п/п	Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	Срезки высотой до 1 м и расстояние перемещения грунта L_{CP} до 20 м	Автогрейдером
2	Срезки с преимущественной высотой до 1 м (допускается и более 1 м) и L_{CP} до 100...150 м.	Бульдозерами
3	Срезки с преимущественной высотой более 1 м (допускается и менее 1 м) и L_{CP} : до 1,5 км; до 3...5 км	Прицепными скреперами Самоходными скреперами
4	Срезки с преимущественной высотой более 1 м, не допускающие разработку скреперами или при L_{CP} более 3...5 км.	Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой заранее окуренного грунта (при $h < h_{min}$) в транспорт

Таблица 3.2 – Рекомендуемая емкость ковша и тип скрепера в зависимости от дальности перемещения грунта

Тип скрепера			
прицепной		самоходный	
объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м	объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м
3	100–150	до 8	300–1500
6	150–350	9–10	400–2500
8	200–550	15	до 3000
10	300–800	25	до 5000
15	500–1500	–	–

Б. По темпам производства работ.

Необходимо принять такую емкость ковша скрепера, чтобы обеспечить выполнение работ в заданные сроки, т. е. должно выполняться условие:

$$H_{M, BP} \leq H_{M, BP}^{TP}, \quad (3.1)$$

где $H_{M, BP}$ – норма машинного времени (см. Е2–1–21), соответствующая принятой емкости ковша скрепера, дальности перемещения и группе грунта, маш-час;

$H_{M, BP}^{TP}$ – требуемая норма машинного времени, определяемая из условия выполнения работ в заданные сроки, маш.-час

$$H_{M, BP}^{TP} = \frac{100 \cdot T_{np} \cdot t_{cm} \cdot n_m}{V}, \quad (3.2)$$

где V – объем грунта, подлежащий разработке и перемещению скрепером, м^3 ;
 $T_{\text{ПР}}$ – требуемое время выполнения каждого из процессов, см,
 $t_{\text{СМ}}$ – продолжительность рабочей смены, час ($t_{\text{СМ}}=8$ час);
 $n_{\text{М}}$ – принятое количество машин, шт.

Таблица 3.3 – Технические характеристики скреперов

Марка скрепера	Тип скрепера	Базовая машина	Емкость ковша, м^3	Ширина захвата В, м	Глубина резания м	Толщина отсыпaeмого слоя $t_{\text{отс}}$, м	Мощность двигателя скрепера, л.с.	Масса скрепера, т
ДЗ-30	прицепной	Т-74-С2	3	1,9	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-33			3	2,1	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-20		Т-100МГС	6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-20А			6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-26		Т-180	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-77С		Т-130	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-23		ДЭТ-250	15	2,9	0,35	0,55	300	16
ДЗ-11П	самостоятельный	МоАЗ-546П	8	2,72	0,3	0,55	225	19
ДЗ-11		МАЗ-529	9	2,72	0,3	0,55	180	19
ДЗ-32		МоАЗ-546	10	2,9	0,3	0,45	240	20
ДЗ-13		БелАЗ-531	15	2,93	0,35	0,5	360	34

При нахождении $N_{\text{М ВР}}$ группа грунта устанавливается по [2], с. 6÷14.

$$T_{\text{ПР}} = T_{\text{зад}} \cdot n_{\text{СМ}} \cdot K_{\text{сов}}, \quad (3.3)$$

где $n_{\text{СМ}}$ – количество смен в рабочем дне, шт.;

$K_{\text{сов}}$ – коэффициент, учитывающий совмещение выполнения отдельных процессов во времени (для планировочных работ $K_{\text{с}}=0,6 \dots 0,8$);

$T_{\text{зад}}$ – заданное время выполнения работ в рабочих днях.

Определяющим при выборе емкости ковша q является первое условие (по дальности перемещения грунта), так как выполнение условия 3.1 можно обеспечить путем подбора соответствующего количества машин.

После выбора емкости ковша и типа скрепера по таблице 3.3 принимается конкретная марка скрепера.

3.2. Подбор бульдозеров

Подбор марки базовой машины (мощности) производится по двум параметрам:

А. По среднему расстоянию перемещения грунта $L_{\text{СР}}^{\text{пл}}$.

Наибольшая эффективность достигается при перемещении грунта на следующие расстояния:

- для бульдозеров на тракторах ДТ-55А-С2, ДТ-75, Т-74 – 25... 40 м;
- для бульдозеров на тракторах С-80, Т-100 – 40... 60 м;
- для бульдозеров на тракторах Т-140, Т-180, ДЭТ-250 – 70... 150 м.

Б По темпам производства работ.

Производится аналогично подбору скрепера по выражениям (3.1÷3.3), при этом $N_{M\text{ВР}}$ принимается по [2], Е2-1-22.

Определяющим при выборе марки трактора является первое условие. После выбора марки трактора принимается конкретная марка бульдозера по таблице 3.4, при этом предпочтение следует отдавать бульдозерам с гидравлическим управлением.

Таблица 3.4 – Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Тип отвала	Длина отвала В, м	Высота отвала Н, м	Управление	Мощность, кВт (л.с.)	Масса оборудования, т	Наибольшее заглубление, м	Базовая машина
ДЗ-29	неповоротный	2,56	0,8	гидравлическое	55 (75)	0,85	0,3	Т-74-С2
ДЗ-42		2,56	0,8		55 (75)	1,07	0,3	ДТ-75А-С2
ДЗ-19		3,03	1,3		79 (108)	1,53	0,4	Т-100М
ДЗ-18	поворотный	3,97	1,0		79 (108)	1,86	0,25	Т-100М
ДЗ-54С	неповоротный	3,2	1,2		79 (108)	1,78	0,4	Т-100
ДЗ-101		2,86	0,95		96 (130)	1,44	0,7	Т-4АП1
ДЗ-104	поворотный	3,28	0,99		96 (130)	1,77	0,7	Т-4АП1
ДЗ-27С	неповоротный	3,2	1,3		118 (160)	1,91	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-110		3,2	1,3		118 (160)	2,28	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-28	поворотный	3,94	1,0		118 (160)	2,85	0,44	Т-130.1.Г
ДЗ-109		4,12	1,14		118 (160)	2,64	0,44	Т-130
ДЗ-24		3,36	1,1		132 (180)	1,96	0,6	Т-180ГП
ДЗ-35С		3,64	1,29		132 (180)	3,4	0,6	Т-180ГП
ДЗ-25		4,43	1,2		132 (180)	2,85	0,3	Т-180ГП
Д-384	неповоротный	4,5	1,4		221 (300)	2,8	0,45	ДЭТ-250
Д-385	поворотный	4,53	1,4	221 (300)	4,5			
ДЗ-34С	неповоротный	4,54	1,55	221 (300)	3,98			

4. Определение производительности ведущих машин для производства земляных работ

4.1. Определение производительности скрепера

Эксплуатационная сменная производительность скрепера определяется по выражению:

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot t_{\text{см}} \cdot q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}{K_{\text{р}} \cdot T_{\text{ц}} \cdot K_{\text{з}}}, \text{ м}^3 / \text{см} \quad (3.4)$$

где q – емкость ковша скрепера, м^3 ;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения ковша скрепера таблица 3.5;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования по времени (для самоходных скреперов $K_{\text{в}}=0,75$; для прицепных $K_{\text{в}}=0,8$);

$K_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера таблица 3.6;

$T_{\text{ц}}$ – время рабочего цикла скрепера, мин;

$K_{\text{з}}$ – коэффициент, учитывающий зимние условия производства работ.

Таблица 3.5 – Коэффициент наполнения ковша скрепера

Грунт	Без толкача	С толкачом
Песок	0,50–0,70	0,80–1,00
Супесь и средний суглинок	0,80–0,95	1,00–1,20
Тяжелый суглинок и глина	0,65–0,75	0,90–1,20

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пор}} + t_{\text{м}}, \text{ мин.}, \quad (3.5)$$

где $t_{\text{н}}$ – время набора ковша скрепера, мин;

$t_{\text{гр}}$ – время движения груженого скрепера из выемки в насыпь, мин.;

$t_{\text{р}}$ – время разгрузки ковша скрепера, мин;

$t_{\text{пор}}$ – время движения порожнего скрепера, мин;

$t_{\text{м}}$ – время маневрирования скрепера (время, затраченное на повороты), мин.

Таблица 3.6 – Коэффициент разрыхления грунта

Грунт	Коэффициент разрыхления грунта
Песок сухой	1,0...1,2
Песок влажный	1,1...1,2
Супесь	1,1...1,2
Суглинок легкий	1,3...1,4
Суглинок средний	1,2...1,3
Суглинок тяжелый	1,2...1,3
Глина	1,2...1,3

$$t_{\text{н}} = \frac{l_{\text{н}}}{V_{\text{н}}}, \text{ мин.}, \quad (3.6)$$

где $l_{\text{н}}$ – протяженность пути набора ковша скрепера, м;

$V_{\text{н}}$ – скорость движения скрепера при наборе грунта, м/мин.

$$l_n = \frac{q \cdot K_n \cdot K_p}{B \cdot h_p \cdot K_p \cdot K_n} \cdot M, \quad (3.7)$$

где K_n – коэффициент потерь грунта при наборе (см. таблицу 3.7);

B – ширина захвата ковша. м (таблица 3.4),

K_n – коэффициент неравномерности толщины снимаемой стружки ($K_n=0,7 \dots 1,1$ – меньшие значения следует принимать для плотных грунтов);

h_p – толщина снимаемой стружки, м (таблица 3.8).

Набор грунта целесообразно производить при движении скрепера в глинистых грунтах под уклон $5 \dots 8^\circ$, а в песчаных – на подъем $2 \dots 3^\circ$.

Таблица 3.7 – Коэффициент, учитывающий потери грунта при наборе его скрепером

Емкость ковша, м ³	Песок	Супесь	Суглинок сухой	Суглинок влажный	Глина
6–6,5	1,26	1,22	–	1,1	1,1
8–10	1,28	1,17	1,13	1,09	1,05
13	1,32	1,16	1,11	1,08	–

Таблица 3.8 – Рекомендуемая толщина снимаемой стружки при наборе ковша скрепера

Объем ковша скрепера, м ³	Толщина снимаемой стружки, м							
	При работе без толкача				При работе с толкачом			
	песок	супесь	суглинок	глина	песок	супесь	суглинок	глина
3,0	0,12	0,12	0,10	0,07	0,20	0,18	0,13	0,11
6,7	0,20	0,15	0,12	0,09	0,30	0,25	0,20	0,14
8,0	0,23	0,16	0,14	0,11	0,30	0,26	0,21	0,15
9,0	0,27	0,18	0,16	0,12	0,30	0,28	0,23	0,17
10,0	0,30	0,20	0,18	0,14	0,30	0,30	0,25	0,18
15,0	0,34	0,24	0,20	0,15	0,35	0,35	0,30	0,22

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \text{ мин.}, \quad (3.8)$$

где t_p – длина пути разгрузки, м;

$V_p = (0,6 \dots 0,7) \cdot V_{гр}$ – скорость движения скрепера при разгрузке грунта, м/мин;

t_p можно также принимать по таблице 3.9 (по указанию руководителя).

$$l_p = \frac{q \cdot K_p}{B \cdot h_{отс}} \cdot M, \quad (3.9)$$

где $h_{отс}$ – толщина отсыпаемого слоя грунта, которая не должна превышать величины, указанной в таблице 3.19, и принимается равной толщине уплотнения грунта, м (см. таблицы 3.18, 3.19).

$$t_{гр} = \frac{L_{ср} - l_{н} - l_{р}}{V_{гр}}, \text{ мин.}, \quad (3.10)$$

где $L_{ср}$ – среднее расстояние перемещения грунта, м (принимается равным $L_{ср}^{пл}$);
 $V_{гр}$ – скорость движения груженого скрепера, м/мин.

$$t_{пор} = \frac{L_{ср} \cdot K_v}{V_{пор}}, \text{ мин.}, \quad (3.11)$$

где $V_{пор}$ – скорость движения порожнего скрепера, м/мин.

$$t_{м} = \frac{n_{пов} \cdot T_{пов}}{60}, \text{ мин.}, \quad (3.12)$$

где $n_{пов}$ – число поворотов скрепера за один цикл работы скрепера (зависит от принятой схемы движения скрепера), шт;

$T_{пов}$ – продолжительность одного поворота, с (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Отдельные параметры скреперов

Показатель	Для прицепных скреперов при емкости ковша, м ³				Для самоходных скреперов при емкости ковша, м ³		
	3	7	8	15	8	9	15
Время одного поворота, с	14	22,5	22,5	30	12,5	12,5	12,5
Время разгрузки ковша, с	13	20	21	20	25	23	25

В случае прицепных скреперов набор грунта производится на I передаче ($V_{н}$), перемещение груженого скрепера ($V_{гр}$) – на III передаче, разгрузка грунта ($V_{р}$) – на II передаче, а движение порожнего скрепера ($V_{пор}$) – на IV, V передаче. Скорости движения тракторов на различных передачах приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Скорости движения отечественных тракторов, км/ч

Передача	Тракторы					
	ДТ-55А-С2	ДТ-75, Т-74	Т-100	Т-130, Т-140	Т-180	ДЭТ-250
I	3,59	2,25	2,36	2,54	2,86	2,6
II	4,69	3,6	3,5	3,74	5,06	3,85
III	5,43	5,14	4,18	5,56	6,9	5,7
IV	6,28	7,4	5,34	8,85	9,46	9,1
V	7,93	9,65	10,12	12,2	13,09	17,6
Задний хсд	2,4	2,6...8,7	2,7...7,6	2,2...4,2	3,2...8,9	3,5...4,5

Для самоходных скреперов V_H , $V_{ГР}$, $V_{ПОР}$, V_P принимаются по таблицам 3.11, 3.12.

Для увеличения толщины снимаемой стружки, сокращения времени набора грунта, а также для уменьшения длины пути набора и лучшего наполнения ковша рекомендуется применять тракторы-толкачи, оборудованные толкающими плитами с амортизаторами. Трактор-толкач необходим также при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта.

Таблица 3.11 – Технические характеристики одноосных тягачей

Марка	Мощность двигателя л.с.	Число передач вперед	Число передач назад	Скорость вперед, км/ч	Скорость назад, км/ч	Дорожный просвет, мм	Масса, т	V_H , км/ч
МАЗ-529М	180	5	1	4,0–40,0	4,5	540	9,00	2
МАЗ-529Е	205	5	1	4,0–45,0	5,0	540	9,00	2,5
МоАЗ-546	240	4	1	4,0–50,0	6,0	560	10,00	3
БелАЗ-531	360	3	1	0–55,0	0–23,0	670	15,00	3,5

Таблица 3.12 – Скорости движения скреперов по дорогам с различным видом покрытия

Вид покрытия дороги	Дальность перевозки, км				
	0,5	1	2	3	5
	Средняя скорость движения, км/ч				
Асфальтовое, бетонное, железобетонное (плитное)	18	25	35	35	35
Щебеночное и гравийное	15	20	30	30	30
Булыжное	12	14	20	22	24
Грунтовые дороги	10	12	18	21	23

Число скреперов, обслуживаемых одним толкачом, определяется по выражению:

$$N_c = \frac{T_{ц}}{t_T} \text{ шт.}, \quad (3.13)$$

где t_T – продолжительность рабочего цикла толкача, мин.

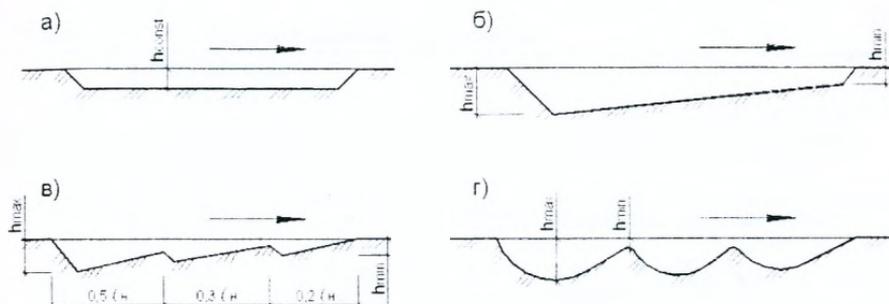
$$t_T = t_H + t_{ОБР} + t_{П} + t_{ПП}, \text{ мин.} \quad (3.14)$$

где $t_{ОБР}$ – время возвращения толкача в исходное положение, мин. ($t_{ОБР} \approx 0,25$ мин);

$t_{П}$ – время подхода толкача к очередному скреперу, мин. ($t_{П} \approx 0,33$ мин);

$t_{ПП}$ – продолжительность переключения передач, остановки перед началом толкания, мин. ($t_{ПП} \approx 0,25$ мин).

При емкости ковша $q=3 \text{ м}^3$ рекомендуется в качестве толкача использовать тракторы Т-74, ДТ-75; при $q=6...8 \text{ м}^3$ – Т-100; при $q=10...15 \text{ м}^3$ – Т-130, Т-180.



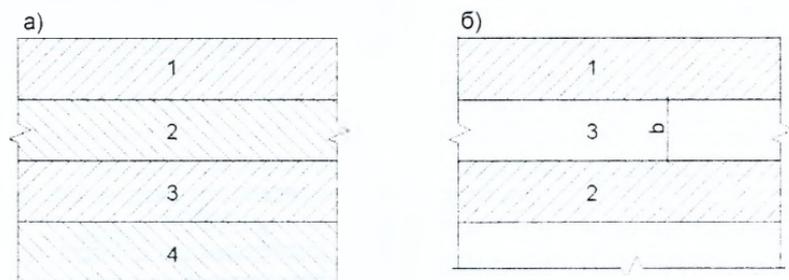
а – прямая; б – клиновая; в – гребенчатая; г – клевковая
Рисунок 3.1 – Виды срезаемых скрепером стружек

При разработке грунта скрепером используют следующие способы срезания стружки рисунок 3.1:

- постоянной толщины тонкой прямой стружкой (рисунок 3.1а) на любых связных грунтах;
- клиновой (рисунок 3.1б), т. е. с переменной толщиной стружки, при разработке любых связных грунтов на горизонтальных участках;
- гребенчатый (рисунок 3.1в) с переменным заглублением и выглублением ковша при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов на горизонтальных участках;
- клевковый (рисунок 3.1г) с переменным заглублением ковша скрепера на возможно большую глубину и последующим его полным выглублением при разработке сухих песчаных и супесчаных грунтов на горизонтальных и наклонных участках.

Грунт при наборе ковша скрепером может срезаться по схемам:

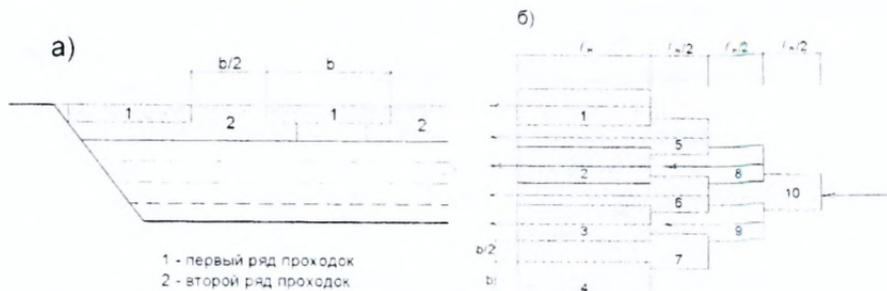
- полоса к полосе (рисунок 3.2а);
- через полосу (рисунок 3.2б), что позволит уменьшить сопротивление резанию грунта полос, расположенных между ранее срезанными полосами.



а – полоса к полосе; б – через полосу

Рисунок 3.2 – Схемы срезания скрепером полос грунта при наборе ковша

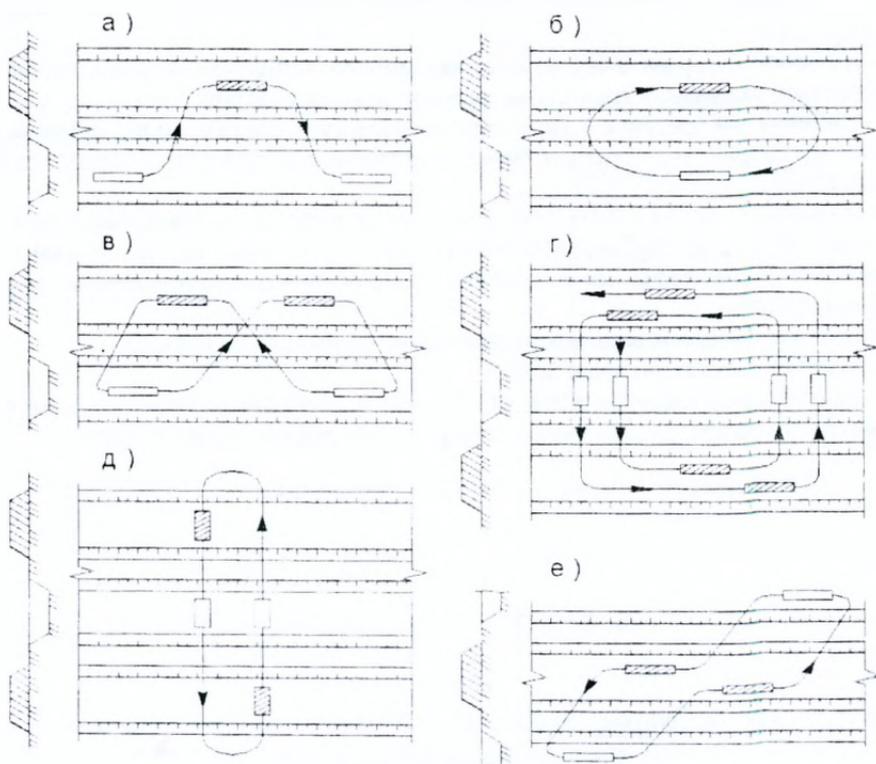
Для увеличения наполнения ковша скрепера за счет снижения сопротивления резанию грунта следует применять траншейно-гребенчатый (рисунок 3.3а) или ребристо-шахматный (рисунок 3.3б) способы набора грунта.



а – траншейно-гребенчатая. б – ребристо-шахматная

Рисунок 3.3 – Схемы, снижающие сопротивление резанию грунта

В практике строительства используют ряд схем движения скреперов (см. рисунок 3.4).



а – по зигзагу; б – по эллипсу; в – по восьмерке; г – по спирали.

д – по челночно-поперечной. е – по челночно-продольной

Рисунок 3.4 – Схемы движения скреперов при разработке и перемещении грунта

Характеристики схем движения скреперов представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Схемы движения скреперов

Схема движения скрепера	Наибольшая высота или глубина земляного сооружения, м	Область применения
Зигзаг (рисунок 3.4а)	2,5...6 2,5...6	Возведение насыпей из грунтов односторонних выемок (резервов) при длине участка работ ≥ 200 м. Разработка выемок с укладкой грунта в односторонний или двухсторонний кавальер при длине участка работ ≥ 200 м.
Эллипс (рисунок 3.4б)	4...5 4...7 1...1,5	Возведение насыпей из грунтов односторонних резервов при длине участка работ ≤ 100 м а также планировочные работы с поперечной разработкой грунта. Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер при длине участка работ ≤ 100 м. Планировочные работы с продольной разработкой грунта.
Восьмерка (рисунок 3.4в)	4...6 1...1,5	Возведение насыпей из грунтов боковых резервов или разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер при длине участка работ ≤ 200 м. Планировочные работы.
Спираль (рисунок 3.4г)	2...2,5	Возведение широких насыпей из грунтов двухсторонних резервов или разработка широких выемок с укладкой грунта в кавальеры.
Челночно-поперечная (рисунок 3.4д)	4...6 1...1,5	Разработка выемок с укладкой грунта в двухсторонние отвалы при ширине выемки не менее длины пути набора ковша. Планировочные работы.
Челночно-продольная (рисунок 3.4е)	4...6	Возведение насыпей из грунтов двухсторонних резервов или разработка выемок с укладкой грунта в двухсторонние отвалы.

Повысить производительность скреперов можно путем: использования ковшей с многощелевой загрузкой ковша; оборудовании ковша элеваторным загрузочным устройством; использованием скреперных поездов (скреперы при наполнении ковша сцепляются друг с другом, а их загрузка производится поочередно); выполнения ковша с газовойдушной смазкой и т.д.

Рассчитанную производительность скрепера (бульдозера) необходимо сравнить с нормативной производительностью, определяемой по формуле 3.24, при этом расхождение не должно превышать 10...30%.

4.2. Определение производительности бульдозера

Производим по формуле:

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot t_{\text{см}} \cdot q \cdot K_c \cdot K \cdot K_B}{T_{\text{ц}} \cdot K_3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{см}} \quad (3.15)$$

где q – объем призмы волочения в плотном теле (объем грунта перемещаемого за один проход), m^3 ;

K_C – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении;

K_r – коэффициент, учитывающий условия рельефа местности (таблица 3.14);

K_B – коэффициент использования бульдозера по времени (для бульдозеров на тракторе ДЭТ-250 $K_B=0.75$, а для остальных бульдозеров $K_B=0.8$);

$T_{ц}$ – время рабочего цикла бульдозера, мин.

K_3 – коэффициент учитывающий зимние условия производства работ.

Таблица 3.14 – Коэффициент влияния на производительность бульдозера условий рельефа местности

Угол подъема местности, °	Уклон	K_r	Угол спуска местности, °	Уклон	K_r
0...5	0...-0,08875	1...0,67	0...5	0...0,0875	1...1,33
5...10	-0,0875...-0,176	0,67...0,5	5...10	0,0875...0,176	1,33...1,94
10...15	-0,176...-0,268	0,5...0,4	10...15	0,176...0,268	1,94...2,25
–	–	–	15...20	0,268...0,364	2,25...2,68

$$q = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot K_p \cdot \operatorname{tg} \Phi_0} \cdot m^3, \quad (3.16)$$

где B – длина отвала, м (см таблицу 3.4);

H – высота отвала, м (см таблицу 3.4);

K_p – коэффициент разрыхления грунта, приведенный в таблице 1.5;

Φ_0 – угол естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Углы естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии

Грунт	Относительная влажность грунта					
	сухой		влажный		мокрый	
	градусы	Отношение высоты к заложению	градусы	Отношение высоты к заложению	градусы	Отношение высоты к заложению
Песок крупный	30	1:1,75	32	1:1,5	27	1:2
Песок средний	28	1:2	35	1:1,5	25	1:2,25
Песок мелкий	25	1:2,25	30	1:1,75	20	1:2,75
Супесь полутвердая	40	1:1,25	30	1:1,75	15	1:3,5
Суглинок легкий	40	1:1,25	30	1:1,75	20	1:2,75
Суглинок глина легкая	50	1:0,75	40	1:1,25	30	1:1,75
Глина жирная	45	1:1	35	1:1,5	15	1:3,7
Грунт насыпной	35	1:1,5	45	1:1	27	1:2

$$K_C = 1 - \gamma \cdot \ell, \quad (3.17)$$

где γ – коэффициент, определенный экспериментально ($\gamma=0,005$);
 ℓ – расстояние перемещения грунта, м.

$$\ell = L_{CP} - \ell_H, \quad (3.18)$$

где ℓ_H – путь набора призмы волочения, м.

$$\ell_H = \frac{q K_{II}}{B \cdot h_p}, \quad (3.19)$$

где K_{II} – коэффициент потерь грунта при наборе призмы волочения ($K_{II}=1 \dots 1,2$ – большие значения принимаются для несвязных грунтов);

h_p – толщина срезаемой стружки, м (см. таблица 3.16 или рисунок 3.5). Для бульдозеров на базе тракторов Т-74, Т-100 для плотных грунтов $h_p=0,1 \dots 0,15$ м, для грунтов средней плотности $h_p=0,15 \dots 0,2$ м, для легких грунтов $h_p=0,2 \dots 0,3$ м;

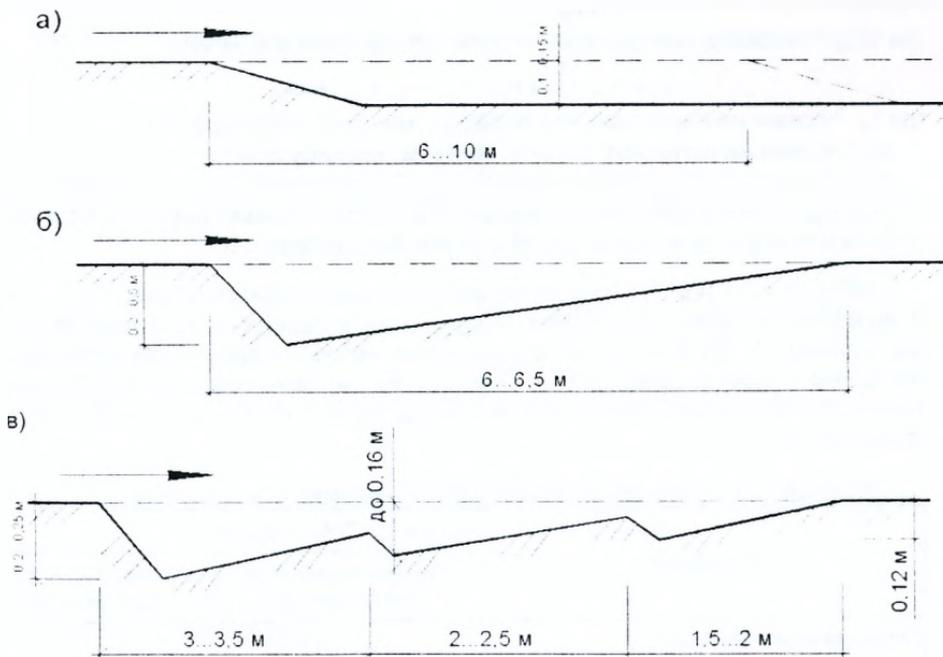
$$T_{ц} = t_H + t_{ПЕР} + t_{ПОР} + t_M, \text{ мин.}, \quad (4.2.6)$$

где t_H – время набора грунта, мин.;

$t_{ПЕР}$ – время перемещения грунта в насыпь, мин.;

$t_{ПОР}$ – время возвращения порожнего бульдозера, мин.;

t_M – время маневрирования, мин.



а – постоянной толщины; б – клиновая; в – гребенчатая
 Рисунок 3.5 – Виды стружек срезаемых бульдозером
 при наборе призмы волочения

Таблица 3.16 – Основные параметры набора грунта бульдозерами

Способ набора грунта	Толщина срезаемого слоя, см	Длина пути набора грунта, м	Объем грунта, м ³	Продолжительность набора грунта, с	Использование мощности трактора, %	Группа грунта
Прямоугольный	10...15	6...10	2...2,5	20	50...70	I...III
Клиновой	20...25	6...6,5	2...2,5	15	100	I, II
Гребенчатый	12...25	6,5...8	2	15	90...100	III

$$t_{\dots} = \frac{V_{\dots}}{V_H} \cdot \text{мин.}, \quad (3.20)$$

где V_H – скорость движения бульдозера при наборе грунта, м/мин.

$$t_{\text{пер}} = \frac{L_{\text{ср}} - r_H}{V_{\text{пер}}}, \text{ мин.}, \quad (3.21)$$

где $V_{\text{пер}}$ – скорость перемещения грунта бульдозером в насыпь, м/мин.

$$t_{\text{пор}} = \frac{L_{\text{ср}}}{V_{\text{пор}}}, \text{ мин.}, \quad (3.22)$$

где $V_{\text{пор}}$ – скорость возвращения порожнего бульдозера, м/мин.

$$t_M = n_{\text{пп}} \cdot t_{\text{пп}} + n_{\text{уо}} \cdot t_{\text{уо}} + n_{\text{п}} \cdot t_{\text{пов}}, \text{ мин.}, \quad (3.23)$$

где $t_{\text{пп}}$ – время на переключение передач, мин (см. таблицу 3.17);

$t_{\text{уо}}$ – время на установку отвала, мин (см. таблицу 3.17);

$t_{\text{пов}}$ – время, затрачиваемое на поворот бульдозера, мин (см. таблицу 3.17);

$n_{\text{пп}}, n_{\text{уо}}, n_{\text{п}}$ – соответственно количество переключения передач, установок отвала и поворотов в одном цикле работы бульдозера, шт.

Набор грунта (V_H) производится на I передаче, перемещение ($V_{\text{пер}}$) – на I, II передаче, возврат порожняком ($V_{\text{пор}}$) – на III-IV передачах или задним ходом (см. таблицу 4.1.6). При $L_{\text{ср}} \geq 50$ рационально возврат порожняком производить передним ходом с разворотами. При $L_{\text{ср}} \geq 30...40$ для повышения производительности принимают схему работы бульдозера с промежуточными валками (рисунок 3.6).

Таблица 3.17 – Технологические затраты времени бульдозера

Операции	Время, с	
	при механической трансмиссии	при гидравлической трансмиссии
Переключение передач и изменение направления движения	3...4	1...2
Установка отвала	4...6	2...3
Поворот (разворот)	10...12	10...12

Например, при $L_{cp} = 53,54 \text{ м} > 40 \text{ м}$ разработку и перемещение грунта можно производить бульдозером ДЗ-18 на тракторе Т-100: $B=3,97 \text{ м}$; $H=1 \text{ м}$.

$$q = \frac{3,94 \cdot 1^2}{2 \cdot 1,10 \cdot 0,70} = 2,58 \text{ м}^3$$

$K_p = 1,10$ – принимаем по таблице 1.5 или по [2], приложение 2;

$\phi_0 = 35^\circ$ – (по таблице 3.15).

$$r_p = \frac{2,56 \cdot 1,2}{3,94 \cdot 0,15} = 5,2 \text{ м}$$

$K_{\Gamma} = 1,2$; $h_p = 0,15 \text{ м}$ – принимаем по таблице 3.16;

$$l = 53,54 - 5,2 = 48,34 \text{ м}$$

Так как $L_{cp} > 40 \text{ м}$, разбиваем весь путь перемещения на участки не более 40 м с образованием промежуточных валков, при этом грунт при наборе валков перемещается на расстояние:

$$l_1 = \frac{l}{2} = \frac{48,34}{2} = 24,17 \text{ м}$$

При этом $K_c = 1 - 0,005 \cdot 24,17 = 0,88$.

За пять рейсов (рисунок 3.6) в первый промежуточный валок бульдозер переместит объем грунта, равный $V_1 = 5 \cdot q \cdot 0,88 = 4,4 \cdot q = 11,4 \text{ м}^3$, во второй валок - $V_2 = 4,4 \cdot 0,88 \cdot q = 3,87 \cdot q = 3,87 \cdot 2,58 = 10,0 \text{ м}^3$, который и подставляется в дальнейшем в формулу (3.15) вместо q , при этом K_c принимается равным единице ($K_c = 1$).

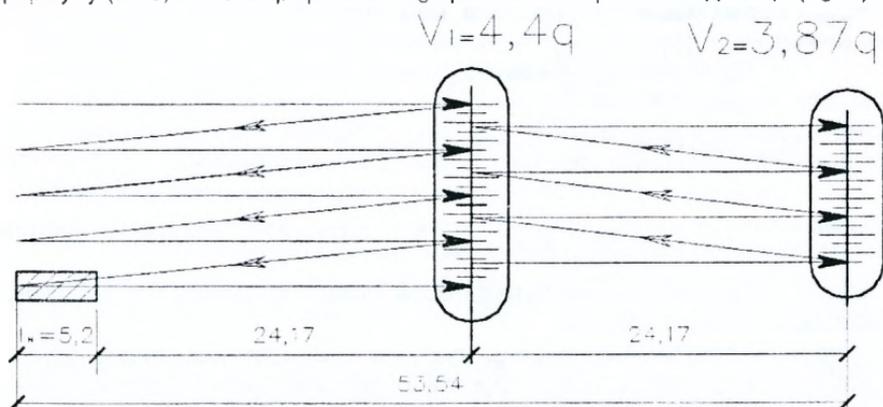


Рисунок 3.6 – Разработка и перемещение грунта бульдозером по схеме с промежуточными валками

По таблице 4.1.6 принимаем рабочие скорости:

$V_n = 2,36 \text{ км/ч} = 39,3 \text{ м/мин.}$;

$V_{пер} = 2,36 \text{ км/ч} = 39,3 \text{ м/мин.}$;

$V_{пор} = 4,0 \text{ км/ч} = 66,7 \text{ м/мин.}$

Общий путь набора составляет $t_n^c = 5 \cdot t_n = 5 \cdot 5,2 = 26,0 \text{ м}$

$$t_n = \frac{26,0}{39,3} = 0,66 \text{ мин.}$$

Общий путь перемещения равен $L^0 = v \cdot t = 9 \cdot 24,17 = 217,5 \text{ м}$

$$t_{\text{пр}} = \frac{217,5}{39,3} = 5,53 \text{ мин}$$

Общий путь обратного хода равен $L^{\text{об}} = v \cdot t + L_{\text{н}} = 9 \cdot 5 + 26,0 = 243,5 \text{ м}$

$$t_{\text{об}} = \frac{243,5}{66,7} = 3,65 \text{ мин}$$

$$t_{\text{м}} = \frac{1}{60} (2 \cdot 27 + 3 \cdot 18 + 0) = 1,8 \text{ мин}$$

$n_{\text{пп}} = 3 \cdot 9 = 27$; $t_{\text{пп}} = 2 \text{ с}$ – принимается по таблице 3.17;

$n_{\text{yo}} = 18$; $t_{\text{yo}} = 3 \text{ с}$ – по таблице 3.17;

$t_{\text{пов}} = 0$ – так как возвращается задним ходом.

$T_{\text{ц}} = 0,66 + 5,53 + 3,65 + 1,8 = 11,64 \text{ мин.}$

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 10,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{11,64} = 330 \text{ м}^3/\text{см}$$

$K_{\text{в}} = 0,8$; $K_1 = 1$

Для оценки полученных результатов определим сменную нормативную производительность бульдозера:

$$P_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{E \cdot t_{\text{см}}}{H_{\text{м.вр}}} \cdot \text{м}^3/\text{см}, \quad (3.24)$$

где E – единица измерения;

$H_{\text{м.вр}}$ – норма машинного времени, маш.-час;

$$P_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{E \cdot t_{\text{см}}}{H_{\text{м.вр}}} = \frac{100 \cdot 8}{2,75} = 291 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$H_{\text{м.вр}} = 0,62 + 0,49 \cdot \frac{53,54 - 10}{10} = 2,75 \text{ маш.-час}; \quad \S \text{ E2-1-22} \quad \text{т.2, п. 56,5д}$$

Сравниваем $P_{\text{эсм}}$ и $P_{\text{см}}^{\text{н}}$ $\frac{330 - 291}{330} \cdot 100\% = 11,8\% \leq 25\%$, что вполне допустимо.

Набор призм волочения бульдозером может производиться следующими способами срезания стружки:

- стружкой постоянной толщины (рисунок 3.5а) – для всех видов грунта при их наборе на подъеме или для грунтов со значительным сопротивлением копанью;

- клиновым (рисунок 3.5б), т. е. с переменной толщиной стружки – для грунтов с малым сопротивлением копанью;

- гребенчатый с попеременным заглублением отвала (рисунок 3.5в) – для плотных и сухих грунтов

Для уменьшения потерь грунта рекомендуется грунт разрабатывать по ярусно-траншейной схеме (рисунок 3.7), при этом грунт перемещается по траншее, образовавшейся при неоднократных проходах бульдозера по одному следу (в пределах выемки) или осыпавшегося грунта (в пределах насыпи) при предыдущих проходах в виде валиков (производительность увеличивается на 8 ... 12%).

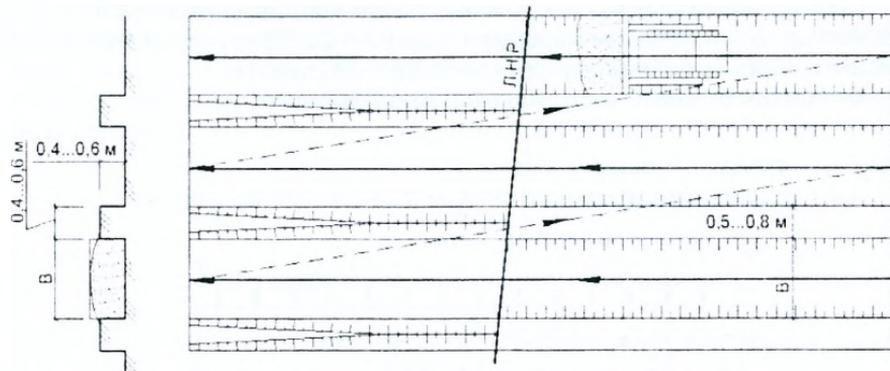


Рисунок 3.7 – Ярусно-траншейная схема разработки и перемещения грунта бульдозером

Снизить потери грунта и увеличить суммарный объем призмы волочения можно путем использования двух или трех бульдозеров с расстоянием между их отвалами 0,1...0,2 м или при разработке и перемещении грунта под уклон.

Оборудование бульдозеров открылками и предварительное рыхление плотных грунтов повышает производительность бульдозера на 10...15%. Уширители с жестким креплением к отвалу при работе в легких грунтах повышают производительность на 20...30%.

Для уменьшения сопротивления резанию грунта отвал бульдозера может выполняться с газозооной смазкой, с выдвигным ножом и т. д.

Работа бульдозера может быть организована по маятниковой или челночной схемам. При маятниковой схеме ($L_{cp} \geq 50$ м) бульдозер возвращается к месту набора грунта передним ходом с разворотами. При челночной схеме ($L_{cp} < 50$ м) бульдозер возвращается к месту набора задним ходом.

5. Подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам

По возможности для выполнения вспомогательных процессов следует принимать машины, которые уже подобраны для выполнения ведущих процессов.

Подбор машин для рыхления мерзлого грунта, его блочной разработки, методика разработки мероприятий по предохранению грунта от промерзания и оттаиванию мерзлого грунта подробно освещены в [9].

5.1. Срезка растительного слоя

Срезка растительного слоя выполняется бульдозерами (таблица 3.4) или грейдерами ([2], §E2-1-6) Более производительными являются бульдозеры.

Срезаемый растительный грунт перемещается, кроме того, за пределы площадки (рисунок 3.8) на расстояние:

$$L_{отт} = \frac{a}{2} + b, \text{ м.} \quad (3.25)$$

где b – расстояние от края площадки до кавальера с растительным грунтом ($b=6...10$ м).

Срезка растительного грунта бульдозером нормируется по Е2-1-5 [2], а его перемещение за пределы площадки – по Е2-1-22 [2] (с учетом того, что перемещается разрыхленный грунт), или по Е2-1-23 (зимой).

Объем растительного грунта находим по формуле:

$$V_{\text{ра}} = F_{\text{пл}} \cdot h_{\text{рс}} \cdot M^3, \quad (3.26)$$

где $F_{\text{пл}}$ – площадь площадки, м^2 ;

$h_{\text{рс}}$ – толщина растительного слоя, м ($h_{\text{рс}}=0,1 \dots 0,3$ м).

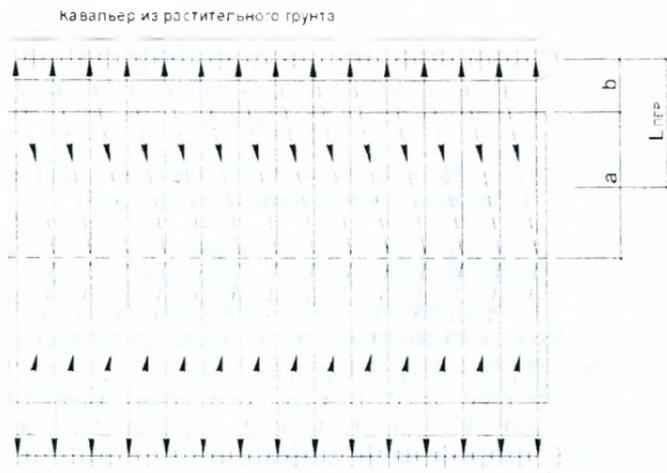


Рисунок 3.8 – Схема срезки и перемещения растительного грунта

5.2. Окучивание отвозимого в отвал из планировочной выемки грунта

Окучивание отвозимого в отвал грунта следует производить в случае его погрузки погрузчиками или экскаваторами в транспортные средства.

Целесообразно окучивание производить бульдозерами с расстоянием перемещения грунта до 10 м (рисунок 3.9). Нормирование производится по [2], Е2-1-22.

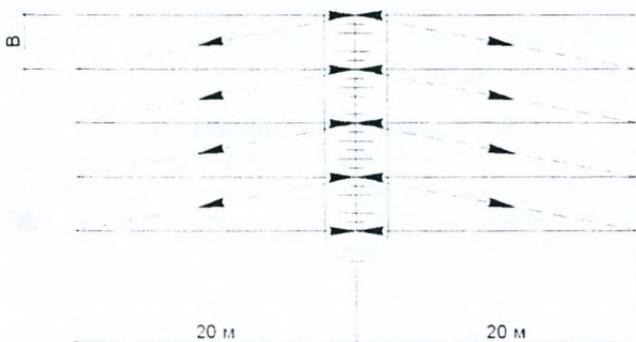


Рисунок 3.9 –Схема окучивания грунта бульдозером

5.3. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта

Выполняется бульдозерами по схеме, приведенной на рисунке 3.10. с нормированием по [2], Е2-1-28. При этом толщина разравниваемого слоя принимается в соответствии с техническими возможностями принятой машины для уплотнения грунта.

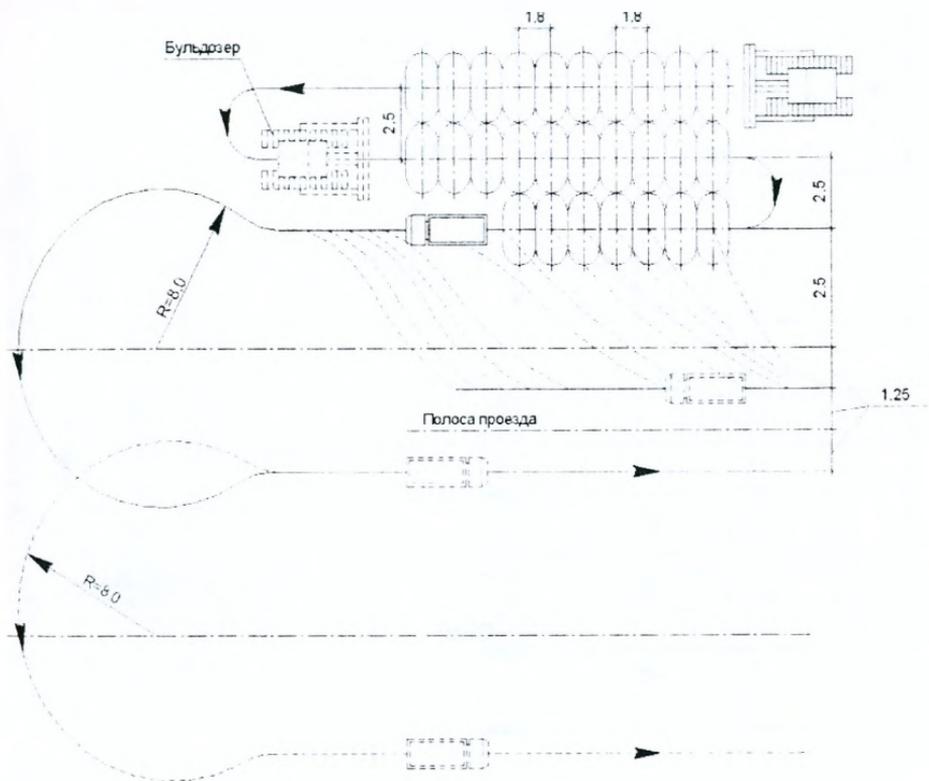


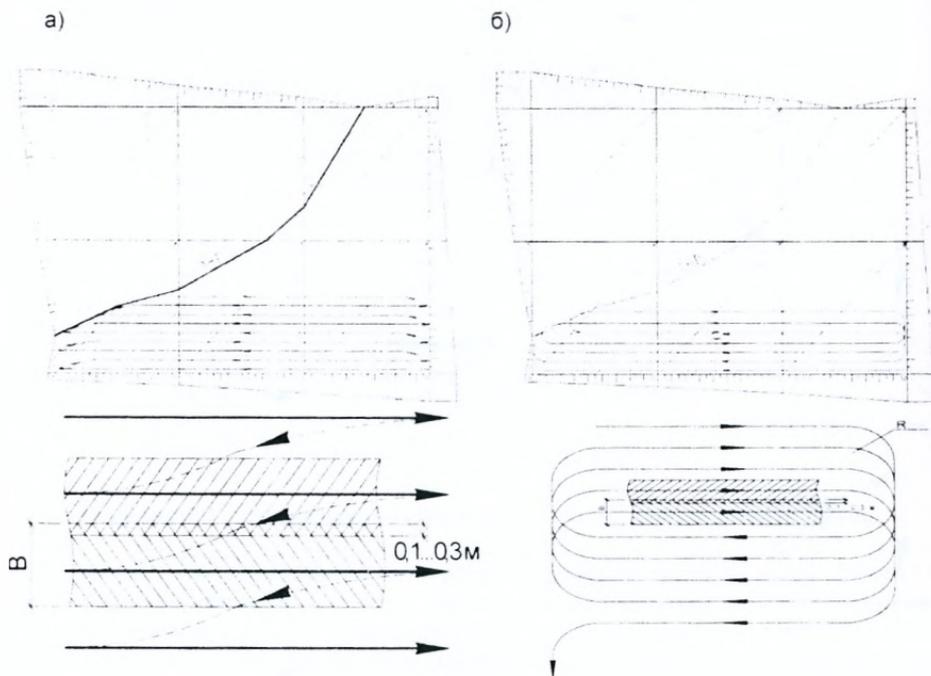
Рисунок 3.10 – Схема разравнивания грунта при устройстве насыпи

5.4. Уплотнение грунта планировочной насыпи

Применяются следующие способы уплотнения грунта:

- Замачивание грунта
 - поливкой водой;
 - отсыпкой в воду;
 - заливкой обвалованного участка насыпи водой.
- Статический:
 - укаткой посредством катков;
 - статической пригрузкой.
- Динамический:
 - ударной нагрузкой (трамбованием);
 - вибрационной нагрузкой

- Комбинированные способы:
 - гидровиброуплотнение;
 - укаткой с трамбованием (катки с падающими грузами);
 - укаткой с вибрированием (виброкатки),
 - трамбованием с вибрированием.



а – самоходными, б – прицепными

Рисунок 3.11 – Возможные схемы уплотнения грунта катками

Наиболее производительным при уплотнении планировочной насыпи является уплотнение грунта укаткой посредством катков:

- с гладкими вальцами;
- на пневмошинах;
- кулачковых;
- решетчатых

Таблица 3.18 – Технические характеристики машин для уплотнения планировочной насыпи

№ п/п	Марка	Ширина уплотняемой полосы, В, м	Толщина уплотняемого слоя, м	Скорость передвижения, м/с		Масса, т		Радиус поворота, R _{пов.} , м	Производительность, м ³ /см	Габаритные размеры, м		
				рабочая	транспортная	без балласта	с балластом			длина	ширина	высота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самоходные катки с гладкими вальцами												
1	ДУ-11	1,8		0,67...0,98	1,94	6,4	–	3	270	4,22	1,8	6,4
2	ДУ-50	1,8		0,76...2,17	2,17	6,5	8	3	–	5,15	1,85	3
3	ДУ-1	1,8		0,61...0,75	1,47	1	–	3,6	260	4,9	1,8	2,5
4	ДУ-8В	1,3		0,65...1,46	2,2	8	13	3,6	340	4,32	2,07	2,5
5	ДУ-18	1,8		0,5...2,1	2,1	10	13	3,6	–	5,06	1,82	1,86
6	ДУ-18	1,85		0,54...1,2	1,8	10	13	3,6	–	5,01	1,85	3
7	ДУ-9В	1,3		0,65...1,46	2,2	10,3	18	4,3	340	6,08	1,9	2,5
8	ДУ-49А	1,3		0,65...1,46	2,2	11	18	4,5	–	6,52	2,04	3,41
Прицепные кулачковые катки												
9	ДУ-26 (ДТ-75С2)	1,8	0,2...0,22	до 1,4	–	4,68	9	5	400	5,05	2,22	1,8
10	ДУ-27 (Т-100М3)	4	0,2...0,22	до 1,4	–	9,2	17,6	5	–	5,05	4,51	1,8
11	ДУ-32А (Т-100М3)	2,6	0,3	до 1,4	–	9	18	5	–	7,88	3,08	2
12	ДУ-3	2,8	0,4	до 1,4	–	13	29	5	1100	7,81	3,2	3,24
Прицепные катки на пневматических шинах												
13	ДУ-30 (Т-74, Т-75)	2,2	0,25	до 1,4	6,9	4	12,5	5	600...900	5,3	2,34	1,82
14	ДУ-39А (Т-100М)	2,6	0,35	до 1,4	6,9	6	25	5	1100...1600	5,77	2,85	2

83 Продолжение таблицы 3 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самоходные катки на пневматических шинах												
15	ДУ-31А	1,9	до 0,35	0,2...5,7	5,7	16	-	5	750...1100	5,3	1,93	3,15
16	ДУ-29	2,22	до 0,4	до 6,4	до 6,4	30	-	5	1350...2100	6,16	2,89	3,41
Полуприцепные катки на пневматических шинах												
17	ДУ-37Б	2,61	0,25	до 3	-	13	22,75	5	-	10,1	2,92	2,3
18	ДУ-16В	2,6	0,35	до 4,2	-	25,4	35,9	5	1400...2100	10,1	2,92	2,8
19	ДУ-21	2,68	0,43	до 4,2	-	27,8	56,7	5	-	10,87	3,23	3,665
Самоходные вибрационные катки												
20	ДУ-36		0,25	0,44...0,86	-	0,6	0,68	-	85...125	2,72	0,74	1,02
21	ДУ-10			0,43...0,68	-	1,48	1,7	1,95	-	2,5	1,09	1,7
22	ДУ-10А	0,85		0,5...0,83	-	1,5	1,8	1,5	200...270	2,7	0,98	2,2
23	ДУ-47А		0,35...0,7	0,47...1,88	-	6	8	3	-	4,6	1,6	2,86
Прицепной виброкаток												
24	ДУ-480 (ДТ-75)	1,4	0,5...0,6			3	-		560...750			
Трамбовочные машины												
25	ДУ-12Б	2,5	до 1,2	1,3...3,3	-	6,5	-		700...1000	5,9	2,5	3,02
26	ДУ-12В	2,5	до 1,2	1,7...3,3	-	9,6	-		700...1000	6,1	2,5	3,1
Прицепной решетчатый каток												
27	ЗУР-25 (Т-100)	2,9	0,5			15			200...900			

Следует учитывать, что кулачковые катки используют только при уплотнении связных грунтов: катки на пневмошинах – для уплотнения любых грунтов, решетчатые катки – для уплотнения комковатых связных грунтов, катки с гладкими вальцами предназначены в основном для укатки дорожных покрытий и уплотнения несвязных и связных (малосвязных) грунтов, имеющих большое количество гравелистых или щебеночных включений. При уплотнении несвязных и малосвязных грунтов весьма эффективным является использование вибрации с укаткой (виброкатков).

Однако катками могут уплотняться грунты слоями сравнительно небольшой толщины, и их работа рентабельна, а в ряде случаев возможна только при наличии значительного фронта работ. Трамбующие машины способны уплотнять грунт слоями больших толщин. Они пригодны для уплотнения как связных, так и несвязных грунтов. Применяемые для уплотнения грунта машины и механизмы представлены в таблице 3.18

Оптимальная толщина уплотняемого слоя и необходимое число проходов по одному следу приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Оптимальные параметры уплотнения грунта

Тип машины	Масса, т	Оптимальная толщина уплотнения для грунта				Необходимое количество проходов по одному следу для грунта, шт.			
		связного		несвязного		связного		несвязного	
		$K_{CP}=0,05$	$K_{CP}=0,02$	$K_{CP}=0,05$	$K_{CP}=0,02$	$K_{CP}=0,05$	$K_{CP}=0,02$	$K_{CP}=0,05$	$K_{CP}=0,02$
Прицепные и полуприцепные катки на пневмошинах	10	15...20	10...15	20...25	15...20	6...8	8...12	4...6	6...8
	25	30...35	25...30	35...40	25...30	6...8	8...10	4...6	6...8
	40	40...45	30...35	45...50	35...40	6...8	8...10	4...6	6...8
	100	70...80	45...60	90...100	70...80	6...8	8...10	4...6	6...8
Кулачковые катки	9;18	20...25	15...20	–	–	6...8	8...12	–	–
	25	35...40	25...30	–	–	4...6	6...10	–	–
	30	40...45	–	–	–	4...6	6...10	–	–
Виброкатки	3	–	–	40...50	25...30	–	–	2...4	4...6
	6...8	–	–	60...70	35...40	–	–	2...4	4...6
	10...12	–	–	80...100	40...50	–	–	2...4	4...6
Виброударные катки	0,68	25...30	15...20	40...45	20...25	8...10	8...10	4...5	5...6
	0,6	–	15...20	60...80	40...45	8...10	8...10	4...5	5...6
Трамбующие плиты: H=1м H=2м	2...3	70...80	60...70	80...90	65...70	4...6	6...8	2...4	4...6
	2...3	80...90	70...80	100...110	80...90	4...6	6...8	2...4	4...6
	12...15	250...300	150...200	300...320	200...220	4...6	6...8	2...4	4...6
Виброуплотняющая машина	0,1...0,25	–	–	20...30	10...15	–	–	2...4	4...6
	0,75	–	–	35...40	20...25	–	–	2...4	4...6

Каждый последующий проход уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 10...30 см.

Верхний слой грунта, разрыхленный трамбованием, по окончании поверхностного уплотнения трамбовочными плитами в основании зданий или сооружений следует доуплотнять легкими ударами трамбовок или более легкими уплотняющими машинами других типов

Для снижения энергозатрат на уплотнение грунта необходимо, чтобы грунт уплотнялся при оптимальной влажности (таблица 3.20):

При влажности меньше оптимальной грунт увлажняют и применяют более тяжелые средства уплотнения или уменьшают толщину уплотняемого слоя.

Предварительную и окончательную планировку площадки и ее откосов производят бульдозерами или грейдерами при рабочем ходе в одном или двух направлениях.

Нормирование труда производится:

- для предварительной планировки – по [2], Е2-1-35;
- для окончательной планировки – [2], Е2-1-36;
- для планировки откосов бульдозерами, оборудованными откосниками – [2], Е2-1-40;
- для планировки откосов грейдерами – [2], Е2-1-39;
- для планировки верха земляного сооружения грейдерами – [2], Е2-1-37.

Таблица 3.20 – Оптимальная влажность грунта при его уплотнении

Вид грунта	Влажность, %
Пески легкие и пылеватые	8...14
Супеси легкие и тяжелые	9...15
Супеси пылеватые	16...20
Суглинки легкие	12...18
Суглинки пылеватые	15...22
Суглинки тяжелые	14...20
Глины пылеватые	16...26
Глины жирные	20...30

6. Составление калькуляции затрат труда

Производим на основании найденных объемов работ, принятой технологии производства работ и подобранных машин и механизмов, а также ЕНиР[2] в форме таблицы 3.21.

Для ведущих процессов, по которым производительность определяется расчетом, нормы времени $H_{БР}$ могут быть определены по выражениям:

$$H_{БР} = \frac{E \cdot I_{СМ} \cdot N_{Р1}}{P_{ЭСМ}}, \text{ чел.} \cdot \text{ час} \quad (3.27)$$

Составление калькуляции производится в следующем порядке:

1. В графу 2 вносим наименование работ, марки применяемых машин и другую информацию, от которой зависит норма времени
 2. По оглавлению [2] устанавливается параграф ЕНиР, соответствующий нормируемому процессу (графа 2).
 3. По [2], стр. 6...14 определяется группа грунта.
 4. По установленному параграфу ЕНиР уточняется наименование работ (графа 3), определяются единица измерения объема работ (графа 4), состав звена (графы 7,8,9), $H_{БР}$ (графа 6).
 5. В единицах измерения проставляется объем работ P (графа 5).
 6. Определяются затраты труда по каждому процессу Q (графа 10):
- $$Q = H_{БР} \cdot P, \text{ чел.} \cdot \text{ час} \quad (3.28)$$
7. По графе 10 определяются общие затраты труда.

Таблица 3.21 – Калькуляция затрат труда

№ п/п	Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Норма времени на единицу, чел.-ч (маш.-ч)	Состав звена (бригады)			Затраты труда на объем, чел.-ч (маш.-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E2-1-5, п.2а	Срезка растительного слоя бульдозером, грунт I группы	1000 м ²	5,4	0,69 (0,69)	Машинист	6р	1	3,73 (3,73)
2	E2-1-22 т.2, п.3а; 3г, ПР-3	Перемещение грунта растительного слоя за пределы площадки бульдозером ДЗ-18на L=25 м, грунт I группы, ПР-3=0,85	100 м ³	5,4	(0,5+0,43·1,5)·0,85=0,973	Машинист	6р	1	5,26 (5,26)
3	E2-1-22 т.2, п.3б; 3д	Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь бульдозером ДЗ-18 на L = 53,54, грунт II группы	100 м ³	22,65	0,62+ +0,49·4,35= =2,752	Машинист	6р	1	62,33 (62,33)
4	E2-1-28 п.3б	Разравнивание грунта в насыпи бульдозеромДЗ-18, грунт II группы, $\phi_{сл}=0,2м$	100 м ³	22,65	0,58	Машинист	6р	1	13,14 (13,14)
5	E2-1-31 т.2, п.1а; 3а	Послойное уплотнение грунта в насыпи самоходным катком ДУ-31А при толщине уплотняемого слоя 0,2 м и 7 проходами по одному следу с разворотом на насыпи и длиной гона до 100 м	100 м ³	22,65	0,63+0,13·3= =1,02	Машинист	6р	1	23,10 (23,10)
6	E2-1-35 п.3а	Предварительная планировка площадки бульдозером ДЗ-18 при рабочем ходе в одном направлении	1000 м ²	5,4	0,21	Машинист	6р	1	1,13 (1,13)
7	E2-1-40 п.3а	Планировка откосов площадки бульдозером ДЗ-18 при трех проходах по одному следу	1000 м ²	0,55	0,87·3=2,61	Машинист	6р	1	1,44 (1,44)
8	E2-1-36 п.3а	Окончательная планировка площадки бульдозером ДЗ-18 при двух проходах по одному следу	1000 м ²	5,4	0,28·2=0,56	Маш.	6р	1	3,02 (3,02)
								Σ	113,14 (113,14)

7. Построение календарного графика производства работ

Календарный план производства работ является документом, в котором увязывают все процессы по срокам выполнения и технологической зависимости друг с другом. Форма заполнения календарного плана приведена в таблице 3.22.

Календарный план состоит из расчетной и графической частей. Расчетная часть представляет собой табличную форму, а в графической показывают взаимосвязанный график выполнения отдельных процессов. Расчетную часть таблицы заполняют исходя из учета общего срока производства работ по заданию в следующей последовательности:

1. Колонки с 1-й по 8-ю заполняют на основании калькуляции трудовых затрат (таблица 3.21);

Принятую продолжительность выполнения ведущих процессов с расчетной производительностью определяют по формулам:

$$T_{\text{м}} = \frac{V}{\bar{P}_{\text{ЭСМ}} \cdot n_{\text{м}}}, \text{ см}, \quad (3.29)$$

где $T_{\text{м}}$ – затраты машинного времени для машин с расчетной производительностью;

V – объем работ, выполняемых машиной;

$\bar{P}_{\text{ЭСМ}}$ – эксплуатационная сменная производительность ведущей машины.

$n_{\text{м}}$ – количество машин.

Для остальных машин:

$$T_{\text{м}} = \frac{H_{\text{ЭР}} \cdot V}{\bar{t}_{\text{СМ}} \cdot n_{\text{Р}}} \quad T_{\text{м}} = \frac{H_{\text{ЭР}} \cdot P}{t_{\text{СМ}} \cdot n_{\text{Р}}}, \text{ см}, \quad (3.30)$$

где $n_{\text{Р}}$ – количество рабочих, обслуживающих машину;

$H_{\text{ЭР}}$ – норма времени, чел-час.

Требуемое количество машин:

$$n_{\text{М}} = \frac{T_{\text{М}}}{T_{\text{ГР}}} = \frac{Q_{\text{Г}}}{T_{\text{ВЕД}} \cdot n_{\text{Р}}} \quad (3.31)$$

Принимается с округлением в большую сторону, если % перевыполнения превышает 25 %.

Требуемое количество рабочих для работ, выполняемых вручную, $n_{\text{Р}}$:

$$n_{\text{Р}} = \frac{Q_{\text{Г}}}{T_{\text{ВЕД}}}, \quad (3.32)$$

где $T_{\text{ВЕД}}$ – продолжительность выполнения ведущего процесса, см. Округляется до числа, кратного рабочим в звене, и записывается в графу 9. Полученная продолжительность округляется до целого количества смен из условия, что проектируемый % выполнения норм принимают в пределах 100-120%, и записывается в графу 10.

Определяют нормативную продолжительность выполнения вспомогательных процессов, предварительно определив количество звеньев.

Если продолжительность вспомогательного процесса меньше продолжительности выполнения ведущего процесса, то график выполнения вспомогательного процесса будет прерывистым.

При построении графика необходимо учитывать послойность уплотнения грунта в планировочной насыпи. Для определения возможных сроков производства по уплотнению грунта необходимо определить объем каждого слоя, для чего на плане площадки с нанесенными рабочими отметками проводятся на основе интерполяции горизонтали с отметками h_y , K , где K – количество слоев отсыпки ($K = 1 + \frac{h_{max}}{h_y}$) в насыпи, h_y – толщина уплотняемого слоя, м.

Объем каждого слоя определяется по формуле

$$V_i^H = \frac{S_i^H + S_{i+1}^H}{2} \cdot h_y, \quad (3.33)$$

Продолжительность уплотнения каждого слоя определяется по формуле:

$$T = \frac{V_i^H \cdot H_{BP}}{t_{CM} \cdot \rho_P \cdot \rho_{ЗВ}}, \text{ см.} \quad (3.34)$$

Уплотнение не может закончиться ранее разработки и перемещения грунта в насыпь. Окончательная планировка выполняется после выполнения всех процессов.

8. Определение технико-экономических показателей.

8.1 Продолжительность выполнения работ, см.

Продолжительность производства земляных работ принимается в соответствии с календарным графиком производства работ (табл. 3.22).

8.2 Трудоемкость единицы объема работ, чел.-см./Е.

$$Q_{iz} = \sum Q_i / P_o, \quad (3.35)$$

где $\sum Q_i$ – затраты труда при выполнении i -х процессов, связанных с вертикальной планировкой площадки, чел.-см.

P_o – общий объем работ в единицах измерения

8.3 Выработка на одну чел.-см., Е/чел.-см.

$$B = 1 / Q_{iz}, \text{ Е/чел.-см.} \quad (3.36)$$

Найденные технико-экономические показатели сводятся в табл. 3.23 и приводятся на листе графической части проекта.

Таблица 3.23 – Техничко-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей Земляные работы
1	2	3	4
1	Продолжительность работ	см	6
2	Затраты труда	чел.-см / 100 м ³	14,14/22,65=0,62
3	Выработка на 1 чел.-см.	100 м ³ / чел.-см	22,65 / 14,14 = 1,60

8. Порядок выполнения и содержание отчета

1. Исходные данные и номенклатура работ для выполнения лабораторной работы берутся из л. р. № 1 и л. р. № 2.
2. Производится предварительный выбор методов производства работ.
3. Выполняется выбор основных и вспомогательных машин для вертикальной планировки площадки.
4. Определяется сменная эксплуатационная производительность одной основной машины (бульдозера или скрепера).
5. Составляется калькуляция затрат труда и машинного времени.
6. Составляется календарный графика производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.
7. Рассчитываются технико-экономические показатели.

Контрольные вопросы

1. Виды основных и вспомогательных процессов, выполняемых при вертикальной планировке площадки.
2. Виды и область применения скреперов.
3. Виды и область применения бульдозеров.
4. Схемы резания грунтов скреперами.
5. Схемы резания грунтов бульдозерами.
6. Схемы разработки грунтов скреперами.
7. Схемы разработки грунтов бульдозерами.
8. Схемы движения скреперов при разработке и отсыпке грунтов.
9. Технология срезки растительного грунта.
10. Применяемые машины и технология уплотнения грунтов.
11. Технология планировки откосов земляных сооружений.
12. Определение сменной эксплуатационной производительности скрепера.
13. Определение сменной эксплуатационной производительности бульдозера
14. Способы повышения производительности бульдозеров.
15. Способы повышения производительности скреперов.
16. Составление калькуляции затрат труда и машинного времени.
17. Норма времени, норма затрат труда.
18. Норма машинного времени.
19. Составление календарного графика производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.
20. Трудоемкость процесса, продолжительность выполнения процесса.
21. Расчет технико-экономических показателей (ТЭП).

Литература

1. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления СТ БрГТУ 01-2012. Стандарт университета / Т.Н. Базенков, А.А. Кондратчик, И.И. Обухова. – Брест: БрГТУ. 2012. – 50 с.
2. Земляные работы: ЕНиР. сб. Е2. Вып. 1: Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
3. Ганичев, И.А. Технология строительного производства. – М.: Стройиздат, 1972. – 468 с.
4. НЗТ. Общие положения / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
5. Земляные работы: НЗТ. Сб. Н2. Вып. 1: Механизированные и ручные земляные работы / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
6. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ: П16-03 к СНБ 5.01.01-99. – Введ 01.01.04. – Минск: Министерство архитектуры и строительства республики Беларусь, 2004. – 51 с.
7. Безопасность труда в строительстве. Общие требования: ТКП 45-1.03-40-2006 (02250).
8. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство: ТКП 45-1.03-44-2006 (02250).
9. Строительные машины: Общие требования безопасности при эксплуатации. – ССБТ 12.3.033 – 84.
10. Бондарик, В.А. Производство земляных работ / В.А. Бондарик, Э.В. Овчинников. – Минск: Высшая школа, 1979. – 128 с.
11. Марионков, К.С. Основы проектирования производства строительных работ: Учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1980. – 231 с.
12. Земляные работы / А.К. Рейш, А.В. Куртинов, А.П. Дегтярев [и др.]; под ред. А.К. Рейша. – М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
13. Пчелин, В.Н. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов: методические указания к выполнению курсового и раздела дипломного проектов в 2-х ч. – Брест: БПИ, 2000. – Часть 2: Технологическое проектирование земляных работ и работ по устройству фундаментов. – 56 с.
14. Неклюдов, М.К. Механизация уплотнения грунтов. – М.: Стройиздат, 1985. – 168 с.
15. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 592 с.
16. Волков, Д.П. Строительные машины и средства малой механизации: учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 480 с.

Приложения

к методическим указаниям по курсу ТСП

ЕНиР, Сборник Е2 "Земляные работы",
Выпуск 1 "Механизированные и ручные земляные работы"

Механизированные земляные работы

Таблица П.1 - Распределение грунтов на группы

Грунт	Средняя плотность кг/м ³	Разработка грунта			
		экскаваторами	скреперами	бульдозерами	вручную
Песок	1600	I	II	II	I
Супесь	1700	I	II	II	I
Суглинок	1650	I	I	I	I
Глина	1800	II	II	II	II
Грунт растительного слоя	1200	I	I	I	I

§Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

Техническую характеристику бульдозеров см. в §Е2-1-22.

Указания по применению норм

Нормами учтена срезка грунта при отсутствии корней кустарника за один-два прохода по одному следу на глубину до 15 см: при наличии корней кустарника и деревьев – за два-три прохода по одному следу на общую глубину до 25 см.

Ширина участка расчистки принята до 30 м. Уборка грунта с границ участка при необходимости нормируется отдельно в зависимости от способа уборки.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение. 2. Срезка грунта. 3. Подъем и опускание отвала. 4. Возвращение порожняком.

Состав звена
Машинист 6 разряда

Таблица 1 - Нормы и расценки на 1000 м² очищенной поверхности

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунта		№
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	$\frac{0,84 (0,84)}{0-89}$	$\frac{1,8 (1,8)}{1-91}$	1
	Д-259. ДЗ-18 (Д-493А)	$\frac{0,69 (0,69)}{0-73,1}$	$\frac{1,5 (1,5)}{1-59}$	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533)	$\frac{0,66 (0,66)}{0-70}$	$\frac{1,4 (1,4)}{1-48}$	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-9 (Д-275А)	$\frac{0,6 (0,6)}{0-63,6}$	$\frac{1,3 (1,3)}{1-38}$	4
	ДЗ-25 (Д-522). Д-290	$\frac{0,48 (0,48)}{0-50,9}$	$\frac{1,1 (1,1)}{1-17}$	5
		а	б	№

Примечание: В нормах и расценках предусмотрена работа бульдозеров в грунтах природной влажности. При работе бульдозеров в переувлажненных грунтах, в которых буксуют или вязнут гусеницы тракторов. $N_{ср}$ умножать на 1,15 (ПР-1).

§Е2-1-6. Срезка растительного слоя грейдерами

Таблица 1 – Техническая характеристика грейдеров

Наименование показателя	Единица измерения	Марка автогрейдера				Марка прицепного грейдера
		ДЗ-99 (Д-710Б)	ДЗ-31-1 (Д-557-1)	ДЗ-14 (Д-395А)	ДЗ-98	ДЗ-1 (Д-20Б)
Длина отвала	м	3,04	3,7	3,7	3,7	3,7
Высота отвала	м	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5
Глубина резания	м	0,2	0,25	0,5	0,5	0,3
Радиус поворота	м	11	15	18	18	–
Мощность двигателя	кВт (л.с)	66 (90)	99 (135)	121 (165)	184 (250)	79 (107)
Масса грейдера	т	9,7	12,40	17,4	19,5	4,36

Состав работы

1. Приведение грейдера в рабочее положение 2. Срезка грунта на глубину до 15 см. 3. Перемещение грунта к краю расчищаемой полосы. 4. Подъем и опускание ножа грейдера. 5. Повороты в конце рабочих ходов.

Таблица П4 - Нормы времени и расценки на 1000 м² очищенной поверхности

Тип грейдера	Марка грейдера	Профессия и разряд рабочих	Н _{вр}	№
Автогрейдеры	ДЗ-99 (Д-710Б)	Машинист 6 разряда – 1	2,9 (2,9)	1
	ДЗ-31-1 (Д-557-1)		2,7 (2,7)	2
	ДЗ-14 (Д-395А)		2,3 (2,3)	3
	ДЗ-98		2,3 (2,3)	4
Тяжелый прицепной грейдер на тракторе Т-100	ДЗ-1 (Д-20Б)	Машинист 5 разряда – 1 Тракторист 6 разряда – 1	6,4 (3,2)	5

§Е2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами

Таблица 1 – Технические характеристики скреперов

Показатель	Единица измерения	Марка скрепера							
		Прицепные				Самоходные			
		ДЗ-30 (Д-541А), ДЗ-33 (Д-569)	ДЗ-20 (Д-498), ДЗ-20А	ДЗ-26 (Д-523), ДС-77С	ДЗ-23 (Д-511)	ДЗ-11П (Д-537М)	ДЗ-11 (Д-357Г)	ДЗ-32 (Д-567)	ДЗ-13 (Д-392)
Вместимость ковша	м ³	3	6,7	10	15	8	9	10	15
Ширина захвата	м	1,9 и 2,1	2,59	2,8	2,9	2,72	2,72	2,9	2,93
Глубина резания	м	0,2	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	0,35
Толщина отсыпаемого слоя	м	0,3	0,35	0,5	0,55	0,55	0,55	0,45	0,5
Мощность	кВт (л.с.)	55 (75)	79 (108)	132 (180)	221 (300)	158 (215), 132 (180)		177 (240)	265 (360)
Масса скрепера	т	2,75	7	9,2	16	19		20	34

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Набор грунта скрепером.
3. Перемещение скрепера с грунтом.
4. Разгрузка грунта.
5. Возвращение скрепера в забой порожняком.

А. Прицепные скреперы

Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Тракторист 5 разряда
Т-100, Т-180, ДЭТ-250	Тракторист 6 разряда

Таблица 2 – Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Марка трактора	Вместимость ковша скрепера, м ³	Расстояние перемещения грунта				№
		до 100 м		добавлять на каждые следующие 10 м		
		I	II	I	II	
ДТ-75, Т-74	3	$\frac{2,6 (2,6)}{2-37}$	$\frac{2,8 (2,8)}{2-55}$	$\frac{0,14 (0,14)}{0-12,7}$	$\frac{0,15 (0,15)}{0-13,7}$	1
Т-100	7	$\frac{1,5 (1,5)}{1-59}$	$\frac{1,7 (1,7)}{1-80}$	$\frac{0,09 (0,09)}{0-09,5}$	$\frac{0,1 (0,1)}{0-10,6}$	2
Т-180	10	$\frac{0,95 (0,95)}{1-01}$	$\frac{1,1 (1,1)}{1-17}$	$\frac{0,05 (0,05)}{0-05,3}$	$\frac{0,06 (0,06)}{0-06,4}$	3
ДЭТ-250	15	$\frac{0,79 (0,79)}{0-89,3}$	$\frac{0,93 (0,93)}{1-05}$	$\frac{0,04 (0,04)}{0-04,5}$	$\frac{0,05 (0,05)}{0-05,7}$	4
		а	б	в	г	№

Б. Самоходные скреперы.

Состав звена

Машинист 6 разряда

Таблица 3 – Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Наименование работ		Вместимость ковша, м ³								№
		8		9		10		15		
		I	II	I	II	I	II	I	II	
Разработка и перемещение грунта на расстояние до 300 м		$\frac{2,6 (2,6)}{3-15}$	$\frac{2,9 (2,9)}{3-51}$	$\frac{2,5 (2,5)}{3-03}$	$\frac{2,8 (2,8)}{3-39}$	$\frac{1,7 (1,7)}{2-06}$	$\frac{2 (2)}{2-92}$	$\frac{1,2 (1,2)}{1-45}$	$\frac{1,4 (1,4)}{1-69}$	1
Добавлять на каждые 100 м сверх первых 300 м при перемещении по дорогам с покрытиями	усовершенствованными капитальными	$\frac{0,18 (0,18)}{0-21,8}$	$\frac{0,19 (0,19)}{0-23}$	$\frac{0,17 (0,17)}{0-20,6}$	$\frac{0,18 (0,18)}{0-21,8}$	$\frac{0,14 (0,14)}{0-16,9}$	$\frac{0,15 (0,15)}{0-18,2}$	$\frac{0,1 (0,1)}{0-12,1}$	$\frac{0,11 (0,11)}{0-13,3}$	2
	усовершенствованными облегченными и переходными	$\frac{0,28 (0,28)}{0-33,9}$	$\frac{0,29 (0,29)}{0-35,1}$	$\frac{0,26 (0,26)}{0-31,5}$	$\frac{0,28 (0,28)}{0-33,9}$	$\frac{0,21 (0,21)}{0-25,4}$	$\frac{0,23 (0,23)}{0-27,8}$	$\frac{0,12 (0,12)}{0-14,5}$	$\frac{0,13 (0,13)}{0-15,7}$	3
	низшего типа	$\frac{0,37 (0,37)}{0-44,8}$	$\frac{0,39 (0,39)}{0-47,2}$	$\frac{0,35 (0,35)}{0-42,4}$	$\frac{0,37 (0,37)}{0-44,8}$	$\frac{0,28 (0,28)}{0-33,9}$	$\frac{0,31 (0,31)}{0-37,5}$	$\frac{0,15 (0,15)}{0-18,2}$	$\frac{0,16 (0,16)}{0-19,4}$	4
		а	б	в	г	д	е	ж	з	

Примечание: 1. Нормами настоящего параграфа предусмотрено перемещение скреперов по связному грунту природной влажности. При перемещении по сыпучему или переувлажненному грунту, в котором колеса скрепера вязнут на глубину более 100 мм, а гусеницы трактора буксуют $N_{вр}$, умножить на 1,5 (ПР-1).

2. Наполнение ковша самоходного скрепера производится обязательно при помощи трактора-толкача.

§Е2-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами

Таблица 1 - Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Тип отвала	Длина отвала В, м	Высота отвала Н, м	Управление	Мощность, кВт (л.с.)	Масса оборудования, т	Наибольшее заглубление, м	Базовая машина
ДЗ-29	неповоротный	2,56	0,8	гидравлическое	55 (75)	0,85	0,3	Т-74-С2
ДЗ-42		2,56	0,8		55 (75)	1,07	0,3	ДТ-75А-С2
ДЗ-19		3,03	1,3		79 (108)	1,53	0,4	Т-100М
ДЗ-18	поворотный	3,97	1,0		79 (108)	1,86	0,25	Т-100М
ДЗ-54С	неповоротный	3,2	1,2		79 (108)	1,78	0,4	Т-100
ДЗ-101		2,86	0,95		96 (130)	1,44	0,7	Т-4АП1
ДЗ-104	поворотный	3,28	0,99		96 (130)	1,77	0,7	Т-4АП1
ДЗ-27С	неповоротный	3,2	1,3		118 (160)	1,91	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-110		3,2	1,3		118 (160)	2,28	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-28	поворотный	3,94	1,0		118 (160)	2,85	0,44	Т-130.1.Г
ДЗ-109		4,12	1,14		118 (160)	2,64	0,44	Т-130
ДЗ-24		3,36	1,1		132 (180)	1,96	0,6	Т-180ГП
ДЗ-35С		3,64	1,29		132 (180)	3,4	0,6	Т-180ГП
ДЗ-25		4,43	1,2		132 (180)	2,85	0,3	Т-180ГП
Д-384	неповоротный	4,5	1,4		221 (300)	2,8	0,45	ДЭТ-250
Д-385	поворотный	4,53	1,4	221 (300)	4,5			
ДЗ-34С	неповоротный	4,54	1,55	221 (300)	3,98			

Указания по применению норм

Нормами предусмотрена разработка грунта в резервах, выемках и котлованах. Окончательное разравнивание и уплотнение грунта нормами настоящего параграфа не учтено и нормируется отдельно в зависимости от способа разравнивания.

Перемещение ранее разработанных разрыхленных грунтов (уборка излишков грунта при планировках, перемещение грунта из отвала и др.) следует нормировать по нормам настоящего параграфа с применением коэффициента согласно примечанию 3.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение 2. Разработка грунта с перемещением его и выгрузкой 3. Возвращение бульдозера в забой порожняком.

Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-4АП1, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Таблица 2 - Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта при группе грунта				№
		до 10 м		добавлять на каждые следующие 10 м		
		I	II	I	II	
ДТ-75, Т-74	ДЗ-42 (Д-606), ДЗ-29 (Д-535)	0,94 (0,94) 0-85,5	1,1 (1,1) 1-00	0,87 (0,87) 0-79,2	0,94 (0,94) 0-85,5	1
	ДЗ-19 (Д-494)	0,55 (0,55) 0-58,3	0,68 (0,68) 0-72,1	0,48 (0,48) 0-50,9	0,54 (0,54) 0-57,2	2
Т-100	ДЗ-18 (Д-493А), ДЗ-54С (Д-687С)	0,5 (0,5) 0-53	0,62 (0,62) 0-65,7	0,43 (0,43) 0-45,6	0,49 (0,49) 0-51,9	3
	ДЗ-101, ДЗ-104	0,88 (0,88) 0-93,3	1 (1) 1-06	0,74 (0,74) 0-78,4	0,84 (0,84) 0-89	4
Т-130	ДЗ-27 (Д-532С), ДЗ-110А, ДЗ-28 (Д-533)	0,35 (0,35) 0-37,1	0,41 (0,41) 0-43,5	0,3 (0,3) 0-31,8	0,33 (0,33) 0-35	5
	Т-180	ДЗ-25 (Д-522), ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-35С (Д-575С)	0,32 (0,32) 0-33,9	0,38 (0,38) 0-40,3	0,29 (0,29) 0-30,7	0,3 (0,3) 0-31,8
ДЗ-24А (Д-521А)		0,27 (0,27) 0-28,6	0,32 (0,32) 0-33,9	0,24 (0,24) 0-25,4	0,27 (0,27) 0-28,6	7
ДЭТ-250	Д-384, Д-385	0,25 (0,25) 0-30,3	0,28 (0,28) 0-33,9	0,22 (0,22) 0-26,6	0,23 (0,23) 0-27,8	8
	ДЗ-34С (Д-572С)	0,22 (0,22) 0-26,6	0,24 (0,24) 0-29	0,2 (0,2) 0-24,2	0,21 (0,21) 0-25,4	9
		а	б	г	д	№

Примечания: 1. Нормы предусматривают работу бульдозерами без открылков. При перемещении грунта бульдозерами с отвалами ящичного типа $H_{вр}$ умножать на 0,87 (ПР-1).

2. Нормами предусмотрена работа бульдозеров в грунтах естественной влажности. При работе бульдозеров в сыпучих или вязких грунтах, в которых буксуют или вязнут гусеницы тракторов $H_{вр}$ умножать на 1,15 (ПР-2).

3. При перемещении бульдозером ранее разработанных разрыхленных грунтов $H_{вр}$ умножать на 0,85, считая объем грунта в естественном залегании (ПР-3).

4. Нормами и расценками учтено перемещение грунта по пути с подъемом до 10%. При подъемах до 20% длину пути на участках с подъемом умножать на 1,2, а при подъемах более 20% – на 1,4 (ПР-4).

§Е2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей

Технические характеристики бульдозеров см. в §Е2-1-22.

Указания по применению норм

Нормы рассчитаны на полный объем подвезенного в насыпь грунта. При необходимости перемещения грунта (надвижка грунта в сооружение) эта работа оплачивается отдельно по §Е2-1-22, примечание 3.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение. 2. Разравнивание грунта с укладкой его в соответствии с проектным профилем. 3. Холостой ход бульдозера с частичным уплотнением насыпи.

Состав звена

Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Толщина слоя, м						№
		до 0,3		до 0,6		до 1		
		I	II	I	II	I	II	
Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	0,65 (0,65)	0,84 (0,84)	0,37 (0,37)	0,47 (0,47)	0,24 (0,24)	0,3 (0,3)	1
		0-68,9	0-89	0-39,2	0-49,8	0-25,4	0-31,8	
	ДЗ-54С (Д-687С)	0,58 (0,58)	0,75 (0,75)	0,33 (0,33)	0,43 (0,43)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	2
		0-61,5	0-79,5	0-35	0-45,6	0-23,3	0-28,6	
	ДЗ-25 (Д-522)	0,3 (0,3)	0,39 (0,39)	0,16 (0,16)	0,22 (0,22)	0,1 (0,1)	0,14 (0,14)	5
		0-31,8	0-41,3	0-17	0-23,3	0-10,6	0-14,8	
ДЗ-35С (Д-575С)	0,38 (0,38)	0,48 (0,48)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	0,13 (0,13)	0,17 (0,17)	6	
	0-40,3	0-50,9	0-23,3	0-28,6	0-13,8	0-18		
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,27 (0,27)	0,34 (0,34)	0,14 (0,14)	0,19 (0,19)	0,09 (0,09)	0,12 (0,12)	7
		0-32,7	0-41,1	0-16,9	0-23	0-10,9	0-14,5	
		а	б	г	д	ж	з	

§Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками

Таблица 1 – Технические характеристики катков

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		Д-39А (Д-703)	ДУ-16В (Д-551В)
Тип катков	–	На пневматических шинах	На пневматических шинах, секционный, полуприцепной
Ширина уплотняемой полосы	м	2,6	2,6
Толщина уплотняемого слоя	м	до 0,35	0,35
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	79 (108)	177 (240)
Масса катка	т	25	25

Состав работы

1. Прицепка и отцепка катков с приведением агрегата в рабочее положение. 2. Уплотнение грунта катками. 3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

Прицепной каток ДУ-39А (Д-703)

Тракторист 6 разряда

А. Уплотнение насыпи

Таблица 2 – Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	до 0,2	0,58 (0,58)	0,5 (0,5)	0,46 (0,46)	0,66 (0,66)	0,56 (0,56)	0,51 (0,51)	1
		0–61,5	0–53	0–48,8	0–70	0–59,4	0–54,1	
	от 0,2 до 0,3	0,34 (0,34)	0,29 (0,29)	0,27 (0,27)	0,38 (0,38)	0,32 (0,32)	0,3 (0,3)	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0–36	0–30,7	0–28,6	0–40,3	0–33,9	0–31,8	3
		0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	0,08 (0,08)	0,13 (0,13)	0,1 (0,1)	0,09 (0,09)	
	0–11,7	0–09,5	0–08,5	0–13,8	0–10,6	0–09,5	4	
	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,07 (0,07)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)		
	0–06,4	0–05,3	0–04,2	0–07,4	0–06,4	0–05,3		
		а	б	в	г	д	е	№

Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 3 – Нормы времени и расценки на 1000 м² уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	$\frac{1,2 (1,2)}{1-27}$	$\frac{1 (1)}{1-06}$	$\frac{0,93 (0,93)}{0-98,6}$	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	$\frac{0,22 (0,22)}{0-23,3}$	$\frac{0,17 (0,17)}{0-18}$	$\frac{0,15 (0,15)}{0-15,9}$	2
	а	б	в	№

Полуприцепной каток ДУ-16В (Д-551В)

Машинист 6 разряда

А. Уплотнение насыпи

Таблица 4 – Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя м	Длина гона м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	до 0,2	$\frac{0,51 (0,51)}{0-54,6}$	$\frac{0,46 (0,46)}{0-48,8}$	$\frac{0,44 (0,44)}{0-46,6}$	$\frac{0,59 (0,59)}{0-62,5}$	$\frac{0,52 (0,52)}{0-55,1}$	$\frac{0,49 (0,49)}{0-51,9}$	1
	от 0,2 до 0,35	$\frac{0,3 (0,3)}{0-31,8}$	$\frac{0,27 (0,27)}{0-28,6}$	$\frac{0,25 (0,25)}{0-26,5}$	$\frac{0,33 (0,33)}{0-35}$	$\frac{0,3 (0,3)}{0-31,8}$	$\frac{0,28 (0,28)}{0-29,7}$	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	$\frac{0,08 (0,08)}{0-08,5}$	$\frac{0,07 (0,07)}{0-07,4}$	$\frac{0,06 (0,06)}{0-06,4}$	$\frac{0,11 (0,11)}{0-11,7}$	$\frac{0,09 (0,09)}{0-09,5}$	$\frac{0,08 (0,08)}{0-08,5}$	3
	от 0,2 до 0,35	$\frac{0,05 (0,05)}{0-05,3}$	$\frac{0,04 (0,04)}{0-04,2}$	$\frac{0,03 (0,03)}{0-03,2}$	$\frac{0,06 (0,06)}{0-06,4}$	$\frac{0,05 (0,05)}{0-05,3}$	$\frac{0,04 (0,04)}{0-04,2}$	4
		а	б	в	г	д	е	№

Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 5 – Нормы времени и расценки на 1000 м² уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1 (1)	0,92 (0,92)	0,88 (0,88)	1
	1-06	0-97,5	0-93,3	
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,17 (0,17)	0,14 (0,14)	0,13 (0,13)	2
	0-18	0-14,8	0-13,8	
	а	б	в	№

Примечание: Нормами графы "г" – "е" таблицы 2 и 4 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При проходе катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода Н_{вр} 0,22 маш.-ч. (ПР-1).

§Е2-1-30. Уплотнение грунта прицепным решетчатым катком Технические характеристики катка ЗУР-25

Тип катка	прицепной
Ширина уплотняемой полосы, м	2,9
Толщина уплотняемого слоя, м	0,5
Марка трактора	Т-100
Мощность двигателя трактора, кВт (л.с.)	79 (108)
Масса катка, т	15

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение 2. Уплотнение грунта катком. 3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки

Состав звена
Тракторист 6 разряда

А. Уплотнение насыпи

Таблица 1 - Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя м	Длина гона м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	0,3	0,46 (0,46) 0-48,8	0,41 (0,41) 0-43,5	0,39 (0,39) 0-41,3	0,55 (0,55) 0-58,3	0,48 (0,48) 0-50,9	0,43 (0,43) 0-45,6	1
	0,4	0,33 (0,33) 0-35	0,3 (0,3) 0-31,8	0,28 (0,28) 0-29,7	0,39 (0,39) 0-41,3	0,34 (0,34) 0-36	0,31 (0,31) 0-32,9	2
	0,5	0,25 (0,25) 0-26,5	0,23 (0,23) 0-24,4	0,21 (0,21) 0-22,3	0,31 (0,31) 0-32,9	0,27 (0,27) 0-28,6	0,24 (0,24) 0-25,4	3
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,3	0,08 (0,08) 0-08,5	0,06 (0,06) 0-06,4	0,05 (0,05) 0-05,3	0,1 (0,1) 0-10,6	0,08 (0,08) 0-08,5	0,07 (0,07) 0-07,4	4
	0,4	0,06 (0,06) 0-06,4	0,04 (0,04) 0-04,2	0,03 (0,03) 0-03,2	0,07 (0,07) 0-07,4	0,05 (0,05) 0-05,3	0,04 (0,04) 0-04,2	5
	0,5	0,04 (0,04) 0-04,2	0,03 (0,03) 0-03,2	0,02 (0,02) 0-02,1	0,05 (0,05) 0-05,3	0,04 (0,04) 0-04,2	0,03 (0,03) 0-03,2	6
		а	б	в	г	д	е	№

Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 2 - Нормы времени и расценки на 1000 м² уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,2 (1,2) 1-27	1 (1) 1-06	0,98 (0,98) 1-04	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,19 (0,19) 0-20,1	0,15 (0,15) 0-15,9	0,14 (0,14) 0-14,8	2
	а	б	в	№

Примечание: В нормах таблицы 1 граф "г" – "е" учтено перемещение катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При перемещении катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода $N_{пр}$ 0,22 маш.-ч, (ПР-1).

§Е2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками

Таблица 1 – Технические характеристики катков

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		ДУ-31А (Д-627А)	ДУ-29 (Д-624)
Тип катка	–	Самоходный на пневматических шинах	
Ширина уплотняемой полосы	м	1,9	2,22
Толщина уплотняемого слоя	м	до 0,35	до 0,4
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	66 (90)	96 (130)
Масса катка	т	16	30

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение 2. Уплотнение грунта. 3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки

Самоходный каток ДУ-31А (Д-627А)

Состав звена – Машинист 6 разряда

А. Уплотнение насыпи

Таблица 2 – Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	до 0,2	0,63 (0,63)	0,46 (0,46)	0,39 (0,39)	0,77 (0,77)	0,58 (0,58)	0,5 (0,5)	1
		0–66,8	0–48,8	0–41,3	0–81,6	0–61,5	0–53	
	от 0,2 до 0,3	0,41 (0,41)	0,31 (0,31)	0,26 (0,26)	0,51 (0,51)	0,39 (0,39)	0,34 (0,34)	2
		0–43,5	0–32,9	0–27,6	0–54,1	0–41,3	0–36	
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,13 (0,13)	0,08 (0,08)	0,07 (0,07)	0,15 (0,15)	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	3
		0–13,8	0–08,5	0–07,4	0–15,9	0–11,7	0–09,5	
	от 0,2 до 0,3	0,08 (0,08)	0,06 (0,06)	0,04 (0,04)	0,11 (0,11)	0,08 (0,08)	0,06 (0,06)	4
		0–08,5	0–06,4	0–04,2	0–11,7	0–08,5	0–06,4	
		а	б	в	г	д	е	№

Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 3 – Нормы времени и расценки на 1000 м² уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,3 (1,3)	0,92 (0,92)	0,79 (0,79)	1
	<u>1-38</u>	<u>0-97,5</u>	<u>0-83,7</u>	
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,24 (0,24)	0,16 (0,16)	0,13 (0,13)	2
	<u>0-25,4</u>	<u>0-17</u>	<u>0-13,8</u>	
	а	б	в	№

Самоходный каток ДУ-29А (Д-624) Состав звена – Машинист 6 разряда А. Уплотнение насыпи

Таблица 4 – Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	до 0,2	0,54 (0,54)	0,4 (0,4)	0,34 (0,34)	0,64 (0,64)	0,48 (0,48)	0,42 (0,42)	1
		<u>0-57,2</u>	<u>0-42,4</u>	<u>0-36</u>	<u>0-67,8</u>	<u>0-50,9</u>	<u>0-44,5</u>	
	от 0,2 до 0,3	0,36 (0,36)	0,26 (0,26)	0,22 (0,22)	0,43 (0,43)	0,32 (0,32)	0,28 (0,28)	2
		<u>0-38,2</u>	<u>0-27,6</u>	<u>0-23,3</u>	<u>0-45,6</u>	<u>0-33,9</u>	<u>0-29,7</u>	
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,11 (0,11)	0,07 (0,07)	0,06 (0,06)	0,14 (0,14)	0,09 (0,09)	0,08 (0,08)	3
		<u>0-11,7</u>	<u>0-07,4</u>	<u>0-06,4</u>	<u>0-14,8</u>	<u>0-09,5</u>	<u>0-08,5</u>	
	от 0,2 до 0,3	0,07 (0,07)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,09 (0,09)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	4
		<u>0-07,4</u>	<u>0-05,3</u>	<u>0-04,2</u>	<u>0-09,5</u>	<u>0-06,4</u>	<u>0-05,3</u>	
		а	б	в	г	д	е	№

Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 5 – Нормы времени и расценки на 1000 м² уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,1 (1,1) 1-17	0,79 (0,79) 0-83,7	0,68 (0,68) 0-72,1	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,21 (0,21) 0-22,3	0,14 (0,14) 0-14,8	0,11 (0,11) 0-11,7	2
	а	б	в	№

Примечание: В нормах граф "г" – "е" таблицы 2 и 4 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При проходе катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода Н_{вр} 0,14 маш.-ч. (ПР-1).

§Е2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком

Технические характеристики вибрационного катка Д-480

Тип каткаприцепной виброкаток с самостоятельным двигателем для привода вибратора

Ширина уплотняемой полосы, м.....	1,4
Толщина уплотняемого слоя, м.....	0,5-0,6
Марка трактора	ДТ-75
Мощность двигателя трактора, кВт (л.с.)	55 (75)
Масса катка, т.....	3

Состав работы

1. Прицепка и отцепка катков с приведением агрегата в рабочее положение. 2. Уплотнение грунта катком. 3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

Состав звена

Тракторист 5 разряда

Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта за 1 проход

Марка трактора	Толщина уплотняемого слоя, м			
	до 0,3	до 0,4	до 0,5	до 0,6
ДТ-75	0,16 (0,16) 0-14,6	0,11 (0,11) 0-10	0,09 (0,09) 0-08,2	0,07 (0,07) 0-06,4
	а	б	в	г

§Е2-1-33. Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной

Технические характеристики грунтоуплотняющей машины ДУ-12Б (Д-471Б)	
Число плит (дизель-трамбовок)	2
Ширина уплотняемой полосы, м	2,5
Толщина уплотняемого слоя, м	1,2
Скорость перемещения, м/ч	80–200
Тип машины	навесной агрегат
Марка трактора	Т-100М
Масса оборудования, т	6,5

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта машиной.
3. Повороты машины в конце гона

Состав звена

Машинист 5 разряда

Нормы времени и расценки на 100 м³ уплотненного слоя грунта за 1 проход

Толщина уплотняемого слоя, м	Заданная скорость перемещения машины, м/ч		№
	100	150	
до 0,5	1,7 (1,7)	1,2 (1,2)	1
	1–55	1–09	
более 0,5 до 0,6	1,5 (1,5)	0,99 (0,99)	2
	1–37	0–90,1	
до 0,7	1,3 (1,3)	0,85 (0,85)	3
	1–18	0–77,4	
до 0,8	1,1 (1,1)	0,75 (0,75)	4
	1–00	0–68,3	
до 0,9	0,98 (0,98)	0,66 (0,66)	5
	0–89,2	0–60,1	
до 1	0,88 (0,88)	0,59 (0,59)	6
	0–80,1	0–53,7	
	а	б	№

§Е2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами

Технические характеристики бульдозеров см. §Е2-1-22.

Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрено, что при предварительной (грубой) планировке срезка излишков грунта и засыпка впадин производятся "на глаз", в результате чего создается относительно ровная поверхность без заданных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение 2 Планировка поверхности на глаз со срезкой излишков грунта и засыпкой впадин 3. Холостой ход бульдозера при работе с рабочим ходом в одном направлении.

Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной поверхности за 1 проход бульдозера

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		№	
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях		
ДТ-75, Т-74	ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-42 (Д-606)	0,41 (0,41)	0,22 (0,22)	1	
		0-37,3	0-20		
Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	0,29 (0,29)	0,19 (0,19)	2	
		0-30,7	0-20,1		
Т-130	ДЗ-18 (Д-493А)	0,21 (0,21)	0,14 (0,14)	3	
			0-22,3		0-14,8
Т-180	ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-28 (Д-533)	0,2 (0,2)	0,14 (0,14)	4	
			0-21,2		0-14,8
ДЭТ-250	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С)	0,18 (0,18)	0,13 (0,13)	5	
			0-19,1		0-13,8
		0,16 (0,16)	0,11 (0,11)		6
	0-17	0-11,7			
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,12 (0,12)	0,08 (0,08)	7	
			0-14,5		0-09,7
		а	б	№	

§Е2-1-36. Окончательная планировка площадей бульдозерами
Технические характеристики бульдозеров см. §Е2-1-22

Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрено, что в зависимости от характера поверхности грунта окончательная планировка может выполняться как после предварительной планировки, так и без нее, после закрепления нивелировочных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение. 2. Планировка поверхности грунта по заданным отметкам со срезкой бугров и засыпкой впадин. 3. Холодный ход бульдозера при работе с рабочим ходом в одном направлении.

Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной поверхности за 1 проход бульдозера

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		№
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
ДТ-75, Т-74	ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-42 (Д-606)	<u>0,49 (0,49)</u>	<u>0,35 (0,35)</u>	1
		0-44,6	0-31,9	
Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	<u>0,38 (0,38)</u>	<u>0,33 (0,33)</u>	2
		0-40,3	0-35	
Т-130	ДЗ-18 (Д-493А)	<u>0,28 (0,28)</u>	<u>0,24 (0,24)</u>	3
		0-29,7	0-25,4	
Т-130	ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-28 (Д-533)	<u>0,27 (0,27)</u>	<u>0,24 (0,24)</u>	4
		0-28,6	0-25,4	
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С)	<u>0,23 (0,23)</u>	<u>0,19 (0,19)</u>	5
		0-24,4	0-20,1	
ДЭТ-250	ДЗ-25 (Д-522)	<u>0,2 (0,2)</u>	<u>0,17 (0,17)</u>	6
		0-21,2	0-18	
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	<u>0,16 (0,16)</u>	<u>0,15 (0,15)</u>	7
		0-19,4	0-18,2	
		а	б	№

§Е2-1-37. Планировка верха земляных сооружений грейдерами

Техническая характеристика автогрейдеров

Наименование показателя	Единица измерения	Марка автогрейдера			
		ДЗ-99	ДЗ-31-1	ДЗ-14	ДЗ-98
Длина отвала	м	3,04	3,7	3,7	3,7
Высота отвала	м	0,5	0,6	0,7	0,5
Глубина резания	м	0,2	0,25	0,5	0,3
Радиус поворота	м	11	15	18	18
Мощность двигателя	Квт (л.с.)	66 (90)	99 (135)	121 (165)	184 (250)
Масса грейдера	т	9,7	12,4	17,4	19,5

Указания по применению норм

Нормами параграфа предусмотрена планировка верха земляных сооружений при отклонении отметок от проектных до 0,15 м. В том случае, когда эти отклонения превышают 0,15 м, необходимо произвести предварительную планировку земляного полотна бульдозерами или срезать грунт скреперами.

Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение 2. Планировка поверхности грунта со срезкой бугров и засыпкой впадин до 0,15 м 3 Выравнивание поверхности грунта сквозными проходами грейдера

Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Автогрейдеры	Прицепной грейдер
<i>Машинист 6 разряда</i>	1	–
<i>Машинист 5 разряда</i>	–	1
<i>Тракторист 6 разряда</i>	–	1

Таблица 2 – Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной поверхности за 1 проход грейдера

Марка грейдера		Способ планировки				№
		при рабочем ходе в двух направлениях		при рабочем ходе в одном направлении		
		I	II	I	II	
Автогрейдеры	ДЗ-14 (Д-395А), ДЗ-31-1 (Д-557)	0,15 (0,15) —	0,17 (0,17) —	0,2 (0,2) —	0,22 (0,22) —	1
	ДЗ-99 (Д-710)	0,18 (0,18) —	0,21 (0,21) —	0,22 (0,22) —	0,24 (0,24) —	2
Прицепной грейдер ДЗ-1 (Д-20Б) в сцепе с трактором Т-100		0,34 (0,17) —	0,38 (0,19) —	–	–	3
		а	б	г	д	№

§Е2-1-39. Планировка откосов насыпей и выемок автогрейдером

Состав работы

1. Приведение автогрейдера в рабочее положение. 2. Планировка откосов автогрейдером со срезкой грунта. 3. Перемещение автогрейдера вхолостую по дну выемки или по берме. 4. Поворот автогрейдера с переездом через насыпь. 5. Перестановка ножа автогрейдера.

Состав звена
Машинист 6 разряда

Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной поверхности откоса

Способ планировки	Длина планируемого откоса м	Длина гона м	Вид сооружения			№	
			выемки		насыпи		
			I	II	I - II		
При рабочем ходе в одном направлении	2	250	0,62 (0,62) 0-65,7	0,94 (0,94) 0-99,6	0,57 (0,57) 0-60,4	1	
	4,5		0,41 (0,41) 0-43,5	0,59 (0,59) 0-62,5	0,38 (0,38) 0-40,3	2	
	6,5		0,28 (0,28) 0-29,7	0,4 (0,4) 0-42,4	0,26 (0,26) 0-27,6	3	
При рабочем ходе в двух направлениях	3	до 200	0,56 (0,56) 0-59,4	0,85 (0,85) 0-90,1	0,52 (0,52) 0-55,1	4	
		до 300	0,48 (0,48) 0-50,9	0,73 (0,73) 0-77,4	0,44 (0,44) 0-46,6	5	
		более 300	0,42 (0,42) 0-44,5	0,64 (0,64) 0-67,8	0,39 (0,39) 0-41,3	6	
	4,5	до 200	0,38 (0,38) 0-40,3	0,55 (0,55) 0-58,3	0,35 (0,35) 0-37,1	7	
		до 300	0,33 (0,33) 0-35	0,48 (0,48) 0-50,9	0,3 (0,3) 0-31,8	8	
		более 300	0,28 (0,28) 0-29,7	0,4 (0,4) 0-42,4	0,26 (0,26) 0-27,6	9	
	6,5	до 200	0,26 (0,26) 0-27,6	0,37 (0,37) 0-39,2	0,24 (0,24) 0-25,4	10	
		до 300	0,22 (0,22) 0-23,3	0,32 (0,32) 0-33,9	0,2 (0,2) 0-21,2	11	
		более 300	0,2 (0,2) 0-21,2	0,28 (0,28) 0-29,7	0,19 (0,19) 0-20,1	12	
				а	б	в	№

**§Е2-1-40. Планировка откосов бульдозерами,
оборудованными откосниками**

Указания по применению норм

Нормами настоящего параграфа предусмотрена планировка откосов прицепным откосником, установленным по проектной крутизне откоса, путем последовательных проходов по откосу за 3-4 прохода. Толщина срезаемого слоя за один проход до 10 см.

При планировке откосов, ширина которых превышает длину захвата откосника, машинист бульдозера спланировав верхнюю часть откоса, переезжает вниз. Откосник устанавливается в положение для планировке нижней части откоса.

Состав звена
Машинист 6 разряда

Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной поверхности откоса

Способ планировки	Ширина откоса м	Марка трактора		№
		Т-100	Т-180	
При рабочем ходе в двух направлениях	2	0,87 (0,87)	0,59 (0,59)	1
		0-92,2	0-62,5	
	3	0,58 (0,58)	0,39 (0,39)	2
		0-61,5	0-41,3	
	4,5	0,39 (0,39)	0,26 (0,26)	3
		0-41,3	0-27,6	
	6,5	0,27 (0,27)	0,18 (0,18)	4
		0-28,6	0-19,1	
При рабочем ходе в одном направлении	2	1,4 (1,4)	1 (1)	5
		1-48	1-06	
	3	0,89 (0,89)	0,67 (0,67)	6
		0-94,3	0-71	
	4,5	0,6 (0,6)	0,45 (0,45)	7
		0-63,6	0-47,7	
	6,5	0,41 (0,41)	0,31 (0,31)	8
		0-43,5	0-32,9	
		а	б	№

СОСТАВИТЕЛИ:

Пчелин Вячеслав Николаевич
Игнатюк Татьяна Валерьевна
Лешкевич Николай Васильевич
Черноиван Николай Вячеславович
Щербач Валерий Петрович
Юськович Георгий Иванович
Чернюк Владимир Петрович
Юськович Виталий Иванович
Тюшкевич Татьяна Николаевна
Воскобойников Игорь Сергеевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплинам
«Технология строительного производства»
и «Строительство автомобильных дорог»
для студентов специальностей

- 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",
1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)",
1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог",
1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий"
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Юськович В.И.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.