

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ для студентов направления
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
всех форм обучения

Воронеж 2022

УДК 528(07)
ББК 26.17я7

Составители: Ю. С. Нетребина, Н. В. Ершова

Земельно-кадастровые геодезические работы: методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Ю. С. Нетребина, Н. В. Ершова. Воронеж. Изд-во ВГТУ, 2022. 40 с.

В методических указаниях рассматриваются состав, содержание, последовательность выполнения практических работ.

Предназначены для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ЗКГР_ПР.pdf.

Ил. 29. Табл. 3.

УДК 528(07)
ББК 26.17я7

Рецензент – Н. И. Самбулов, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Оглавление

Введение	4
Практическая работа №1. Раздел земельного участка. Проектирование границ земельных участков	5
1. Проектирование земельного участка методом треугольника	5
2. Проектирование земельного участка методом четырехугольника	6
3. Проектирование земельного участка методом трапеции.....	7
4. Параллельный перенос линии	8
5. Определение координат точки пересечения двух линий.....	9
Пример выполнения задания.....	10
Практическая работа №2. Разбивочные работы.	
Вынос проекта раздела в натуру	23
1. Вынос в натуру проектных координат точек методом полярной засечки ...	24
2. Вынос в натуру проектных координат точек методом прямой угловой засечки	25
3. Вынос в натуру проектных координат точек методом перпендикуляров ...	26
4. Вынос в натуру проектных координат точек створов и методом линейной засечки	27
Пример выполнения задания.....	28
Приложение.....	35

Введение

Внесение сведений о земельных участках в Единый Государственный Реестр Недвижимости (ЕГРН) является одной из приоритетных экономических задач в Российской Федерации. Важнейшая роль при осуществлении данного учета отведена геодезическому обеспечению кадастра недвижимости, так как именно на основе данных, полученных геодезическими методами, осуществляется внесение в ЕГРН сведений о земельных участках и объектах капитального строительства (ОКС) как об объектах имущественных отношений.

В данных методических указаниях представлен пример комплекса следующих геодезических работ:

- раздел земельных участков (проектирование границ земельных участков в соответствии с заявленной площадью);
- восстановление границ земельных участков (вынос проектных границ в натуру).

Для успешного выполнения поставленной задачи каждому студенту выдается индивидуальный вариант задания, включающий в себя сведения о координатах исходных пунктов, выполненных геодезических измерениях для создания съемочного обоснования и определения координат границ уточняемого земельного участка и ОКС, сведения о проектных площадях вновь образуемых земельных участков.

Все материалы вычислений вместе с исходными данными должны быть аккуратно оформлены на листах формата А4 или А3, и сгруппированы в соответствии с этапами выполнения задания.

Все расчеты необходимо производить при помощи калькулятора, так же допускается применение средств MS Office, при этом каждый этап расчетов необходимо сопровождать пояснениями. Конечные результаты расчетов должны быть сгруппированы в ведомости и каталоги в соответствии с приложениями, для облегчения взаимодействия с преподавателем при проверке правильности выполнения задания и допуска к защите.

Графические материалы (чертежи) подготавливаются на основании расчетов на бланках приложений «от руки», допускается применение графических редакторов и систем автоматизированного проектирования (САПР).

Объектом выполнения работ является земельный участок с кадастровым номером 90:23:0050203:100 и площадью 32.9 га, расположенный на землях сельскохозяйственного назначения. Граница земельного участка не установлена в соответствии с действующим законодательством. По техническому заданию на производство работ необходимо определить координаты поворотных точек границ земельного участка и его реальную площадь, произвести раздел земельного участка с последующим выносом на местность границ вновь образованных земельных участков.

Практическая работа №1. Раздел земельного участка.

Проектирование границ земельных участков

Процедура раздела земельного участка, наряду с процедурами объединения, перераспределения или выдела, является способом образования новых земельных участков.

В современных условиях техническая часть процедуры раздела земельного участка осуществляется аналитическим методом с применением систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих проектировать границы земельных участков под установленную площадь практически в автоматическом режиме. Тем не менее, каждый инженер-геодезист или кадастровый инженер должен иметь представление о геометрических методах проектирования границ земельных участков. Данной теме будет посвящен настоящий раздел.

Цель задания:

Научиться проектировать границы земельных участков заданной площади различными геометрическими методами.

Исходные данные:

Координаты точек границ земельного участка 90:23:0050203:100 (раздел 3), проектные площади образуемых земельных участков.

Задача:

Произвести раздел земельного участка 90:23:0050203:100 на определенное число участков заданной площади.

Порядок выполнения задания.

Все геометрические методы проектирования границ земельных участков основаны на формулах определения площади простых геометрических фигур. Рассмотрим подробнее три основных метода: метод треугольника, метод трапеции и метод четырехугольника.

1. Проектирование земельного участка методом треугольника.

Для проектирования методом треугольника необходимо иметь две исходных стороны будущего земельного участка, образованных границами участка из которого осуществляется выделение (АВ, ВD) , и две исходных вершины (А, В) (рис. 1).

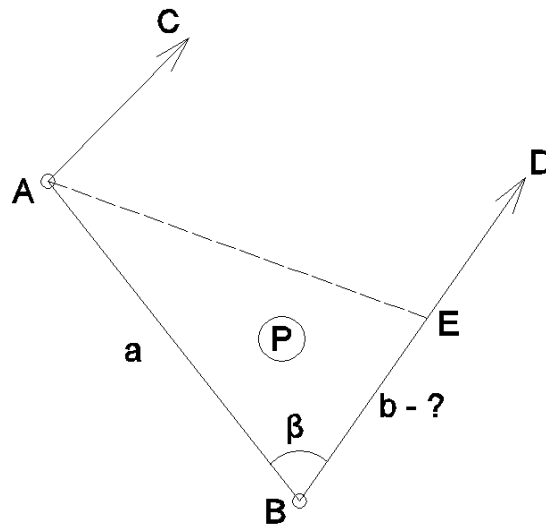


Рис. 1 Проектирование земельного участка методом треугольника

$$P = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin\beta \quad (1)$$

В основу проектирования данным методом положена формула определения площади треугольника (1). Так как точки А, В, С, D являются границами земельного участка, из которого осуществляется проектирование, координаты их известны, а это значит, что, решив обратную геодезическую задачу для точек А и В, мы можем определить длину отрезка «а» и дирекционный угол линии ВА. Решив обратную геодезическую задачу для линии ВD, мы можем определить её дирекционный угол и определить таким образом внутренний угол треугольника β по формуле (2).

$$\beta = \alpha_{B-D} - \alpha_{B-A} \quad (2)$$

Так как площадь треугольника известна (она является проектной), остается вычислить неизвестную длину отрезка «b», выразив её из площади треугольника (3)

$$b = \frac{2P}{a \cdot \sin\beta} \quad (3)$$

Координаты точки E определяют решая прямую геодезическую задачу для линии BE.

2. Проектирование земельного участка методом четырехугольника

Для проектирования методом четырехугольника необходимо иметь три исходных стороны будущего земельного участка (AE, AB, CB), и три исходных вершины (А, В, С) (рис. 2).

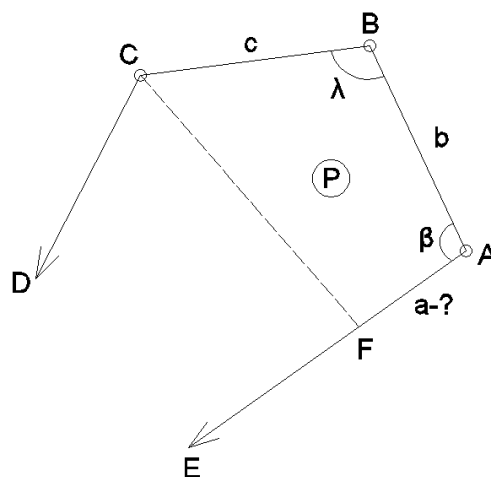


Рис. 2. Проектирование земельного участка методом четырехугольника

В основу проектирования положена формула определения площади четырехугольника (4)

$$2P = a \cdot b \cdot \sin\beta + b \cdot c \cdot \sin\lambda + a \cdot c \cdot \sin(\beta + \lambda - 180^\circ) \quad (4)$$

Аналогично методу треугольников, из решения обратных геодезических задач, определяем длины отрезков «с» и «b», а из разностей дирекционных углов соответствующих линий, вычисляем углы λ и β . Выразив из формулы (4) отрезок «а», находим его длину (5) и вычисляем координаты точки F.

$$a = \frac{2P - b \cdot c \cdot \sin\lambda}{b \cdot \sin\beta + c \cdot \sin(\beta + \lambda - 180^\circ)} \quad (5)$$

3. Проектирование земельного участка методом трапеции

Метод трапеции применяют в случае, когда нужно запроектировать участок две границы которого должны быть параллельны, так как будут являться основаниями трапеции (рис. 3).

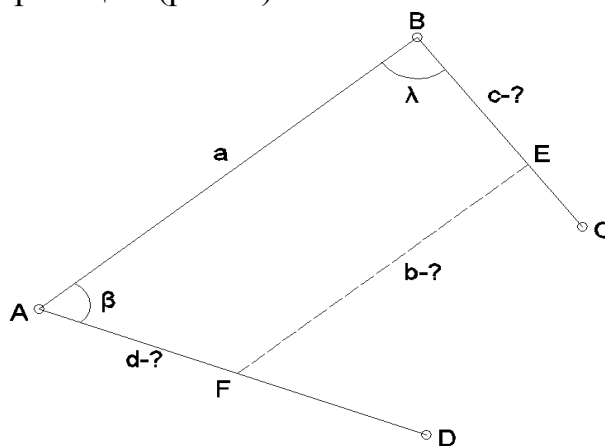


Рис. 3. Проектирование земельного участка методом трапеции

Для проектирования методом трапеции необходимо иметь одну исходную сторону (АВ), параллельно которой будет проектироваться новая граница, и четыре исходных вершины (А, В, С, D). Длина отрезка «а» и углы λ и β вычисляются аналогично двум рассмотренным ранее методам. В основу проектирования положена формула определения площади трапеции (6)

$$P = \frac{a+b}{2} \cdot h \quad (6)$$

Вычислив высоту трапеции через котангенсы углов при основании, преобразуем (6) в (7) и выразим из формулы значение неизвестного основания трапеции «b» (8)

$$P = \frac{a+b}{2} \cdot \frac{a-b}{ctg\lambda+ctg\beta} \quad (7)$$

$$b = \sqrt{a^2 - 2P \cdot (ctg\lambda + ctg\beta)} \quad (8)$$

Через высоту трапеции и синусы углов при основании «а» вычислим значения сторон трапеции «с» и «d» (9)

$$c = \frac{2P}{(a+b)\sin\lambda}, d = \frac{2P}{(a+b)\sin\beta} \quad (9)$$

Затем вычисляем координаты точек Е и F.

Для всех трех методов контроль вычисления элементов проектирования осуществляется аналитически, путем определения площади по вычисленным координатам поворотных точек границ вновь образованных земельных участков по формулам (7) и (8), при этом условие из формулы (9) должно соблюдаться.

4. Параллельный перенос линии

При проектировании полос отвода автомобильных дорог или охранных зон различных коммуникаций применяют метод параллельного переноса линии, при этом проектируемой величиной является не площадь, а расстояние от оси вышеозначенных объектов (S), либо ширина полосы отвода (рис. 4).

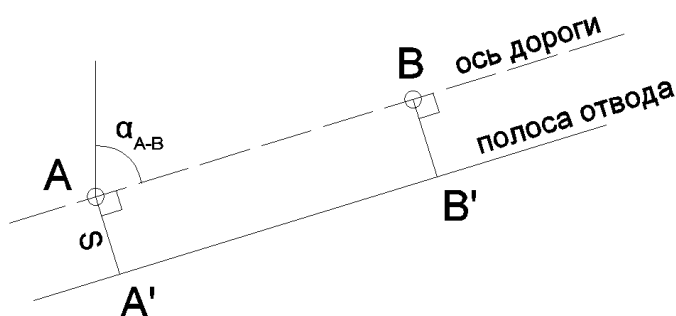


Рис. 4. Параллельный перенос линии

По алгоритму вычислений данный метод сходен с методом перпендикуляров. Так как ось дороги – это прямая, проходящая через две точки

с известными координатами, вычисляем её дирекционный угол и передаем его на линию переноса AA' (10).

$$\alpha_{A-A'} = \alpha_{A-B} \pm 90^\circ \quad (10)$$

Проектное расстояние $S_{A-A'}$ известно, решая прямую геодезическую задачу, находим координаты точки A'. Аналогично вычисляем координаты точки B'.

5. Определение координат точки пересечения двух линий

При пересечении полос отвода дорог и охранных зон коммуникаций с границами земельных участков вычисляют координаты точек таких пересечений (рис. 5).

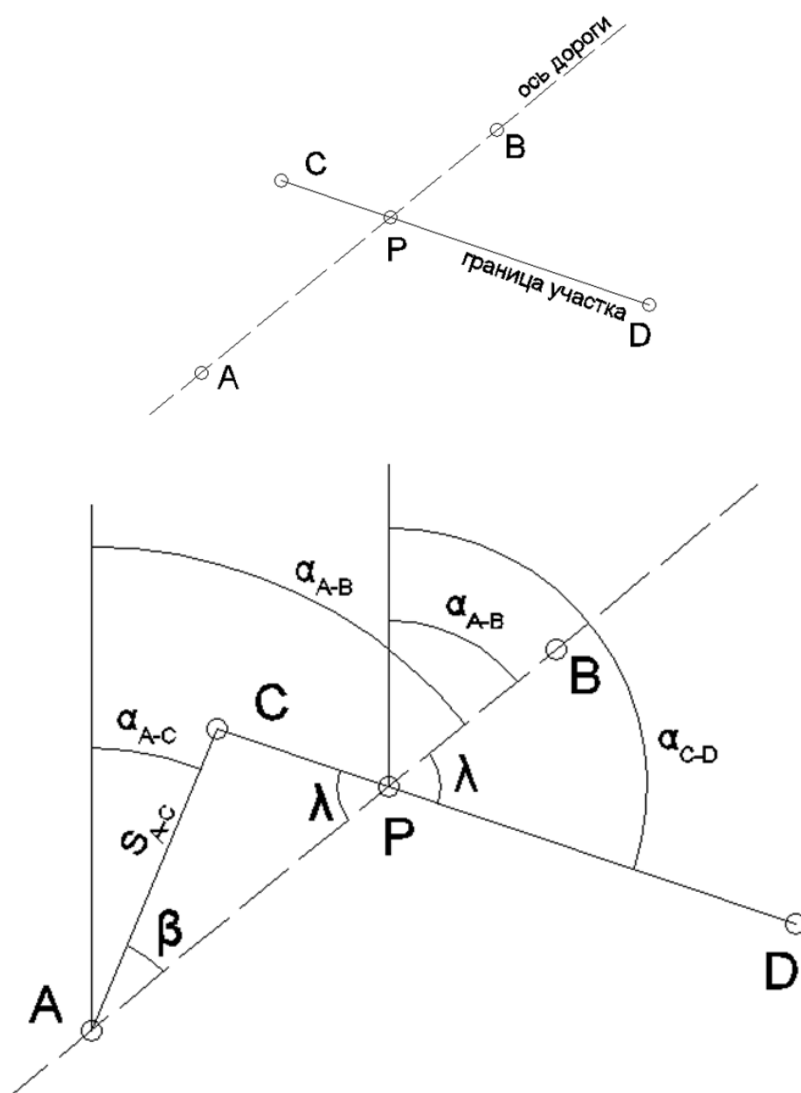


Рис. 5. Определение координат точки пересечения (P)

Известными в данной задаче являются координаты точек A B, C D координаты точки P необходимо определить. Для этого, решая обратные

геодезические задачи для линий АВ, CD и AC, определяют α_{AB} , α_{AC} , α_{CD} и S_{AC} и сводят задачу к решению треугольника ACP.

Угол при вершине А будет равен (11), угол при вершине Р – (12). Таким образом, зная значения двух внутренних углов треугольника ACP и стороны AC, по теореме синусов находим длину линии AP и, решая прямую геодезическую задачу для линии AP, находим координаты точки Р.

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} \quad (11)$$

$$\lambda = \alpha_{CD} - \alpha_{AB} \quad (12)$$

Пример выполнения задания

По техническому заданию на выполнение работ в отношении земельного участка 90:23:0050203:100, после внесения сведений о его уточненных границах в ЕГРН, необходимо выполнить раздел участка. В результате раздела должно быть образовано 5 участков площадью 1800 кв.м, 3 участка площадью 2000 кв.м., два проезда шириной 10 метров, участок общего пользования для обустройства пожарного водоема площадью 2000 кв.м и из оставшихся земель – 4 земельных участка площадью от 3000 до 3250 кв.м. Для облегчения выполнения проектирования процесс был разбит на несколько этапов.

1. Проектирование ЗУ1 площадью 9000 кв.м.

Для проектирования линии из 5 участков площадью 1800 кв.м выделяется земельный участок площадью 9000 кв.м (рис. 6). Проектирование осуществляется методом трапеции.

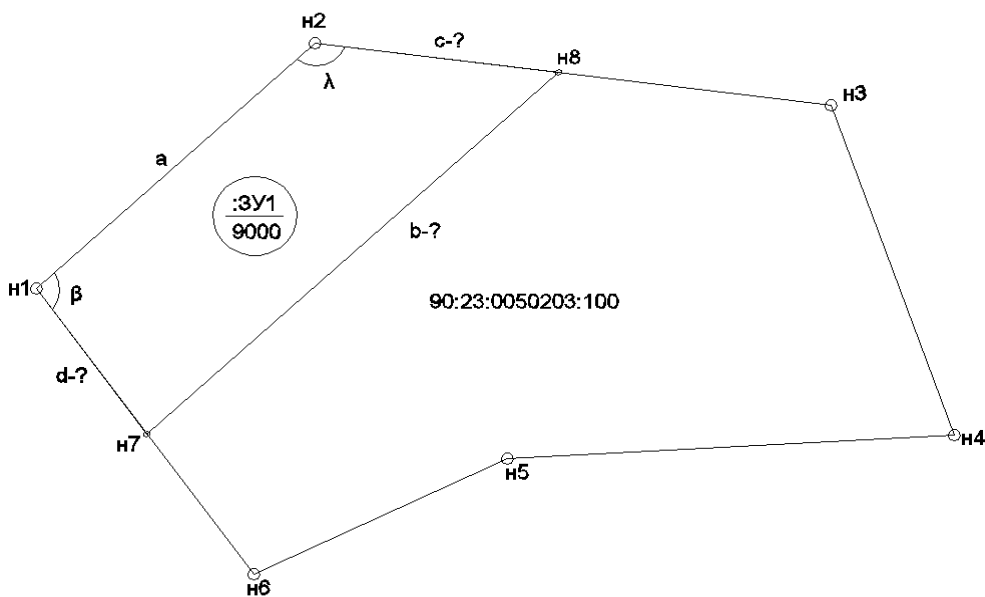


Рис. 6. Проектирование ЗУ1

Решая обратные геодезические задачи для линий н1-н2, н2-н3, н1-н6, определим значения дирекционных углов данных линий и расстояний между точками:

$$\alpha_{н1-н2} = 46^{\circ}57'50, \alpha_{н2-н3} = 97^{\circ}17'28, \alpha_{н1-н6} = 144^{\circ}26'03, S_{н1-н2} = 121.242\text{м}$$

Вычисляем значения углов λ и β :

$$\beta = 97^{\circ}28'13, \lambda = 129^{\circ}40'21$$

Обозначим вновь образуемые точки проектируемого основания трапеции н7, н8, вычислим длину основания н7-н8 (b) и длины сторон трапеции н1-н7 (d) и н2-н8 (с).

$$b = 178.855\text{м}, c = 77.927\text{м}, d = 60.494\text{м}$$

Решая прямые геодезические задачи для линий н1-н7 и н2-н8, получаем координаты точек н7 и н8, по формулам (7) и (8) контролируем правильность вычислений.

2. Проектирование проезда №1

Проектирование первого проезда осуществляется по методу параллельного переноса линии н7-н8, ширина проезда составляет 10 метров (рис. 7).

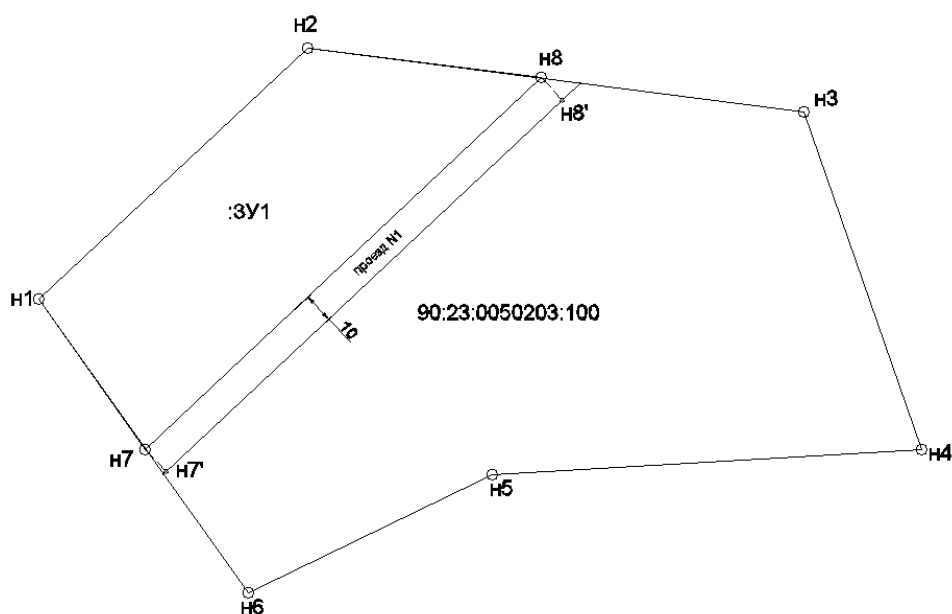


Рис. 7. Проектирование проезда №1

По формуле (10) вычислим дирекционные углы линий переноса полосы отвода проезда н7-н7' и н8-н8':

$$\alpha_{n7-n7''} = \alpha_{n8-n8''} = \alpha_{n7-n8} + 90^\circ = 136^\circ 57' 50''$$

Решая прямые геодезические задачи для линий $n7-n7'$ и $n8-n8'$, получим координаты точек $n7'$ и $n8'$.

Затем вычислим координаты точек пересечения линии $n7'-n8'$ с границами участка $n7-n6$ и $n8-n3$, точки обозначим « $n10$ » и « $n9$ » соответственно (рис.8)

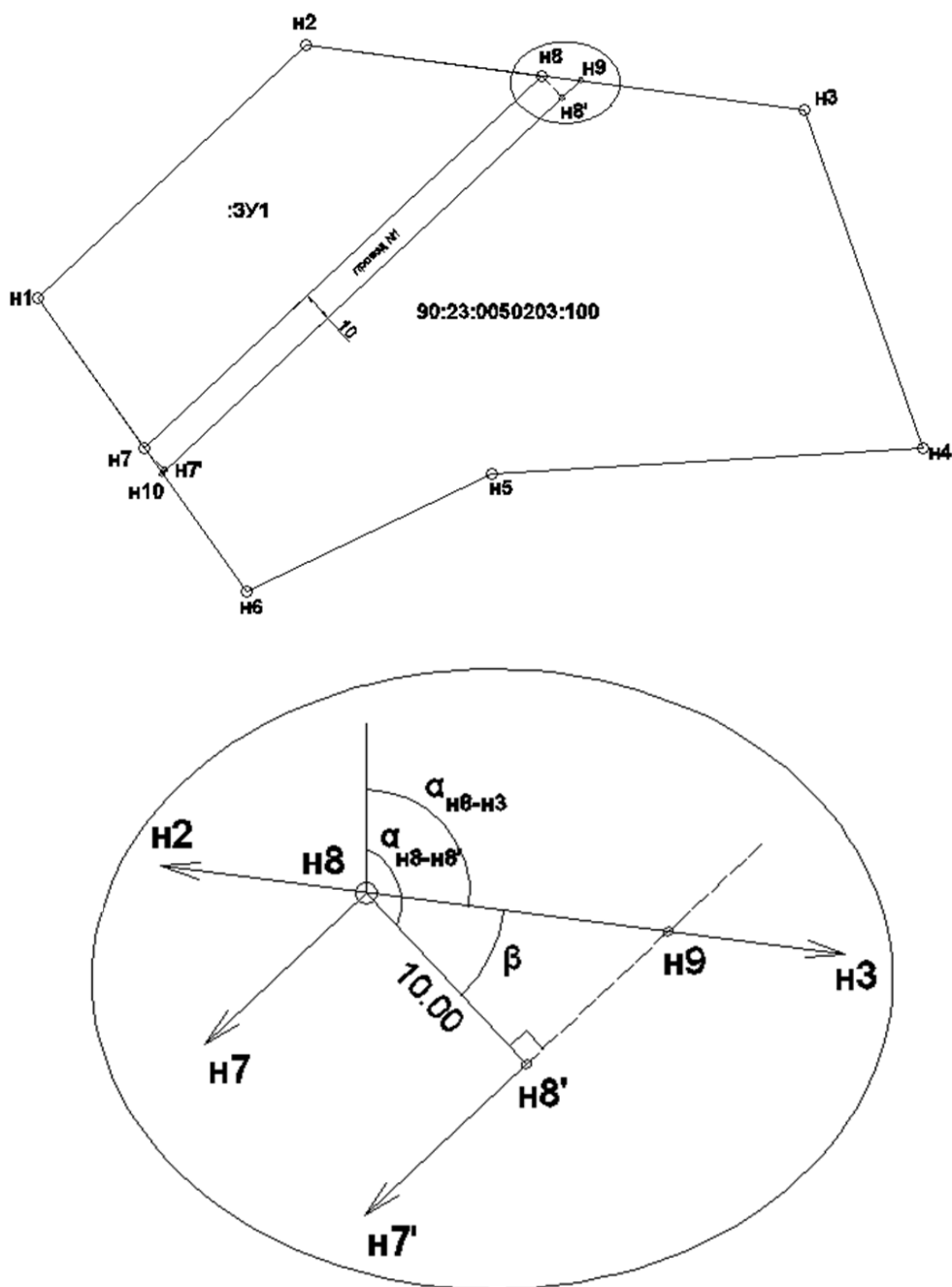


Рис. 8. Вычисление координат точки ($n9$) пересечения полосы проезда с границей участка

Процесс вычисления координат точки пересечения рассмотрим на примере точки н9. Точки н8, н8' и н9 образуют треугольник, внутренний угол при точке н8' равен 90°, внутренний угол при точке н8 (β) равен:

$$\beta = \alpha_{н8-н8'} - \alpha_{н8-н3} = 39^\circ 40' 21''$$

Следовательно угол λ при точке н9 будет равен 50° 19' 39".

Так как нам известны все углы треугольника и ширина полосы проезда (н8-н8'), вычисляем по теореме синусов длины оставшихся сторон треугольника (н8-н9 и н8'-н9).

Решая прямую геодезическую задачу для линии н8-н9, определяем координаты точки н9, для контроля повторно определяем координаты точки н9, решая прямую геодезическую задачу для линии н8'-н9

Координаты второй точки пересечения (н10) полосы проезда №1 с границей участка (линии н7'-н8' линией н1-н6) вычислить самостоятельно (рис. 9).

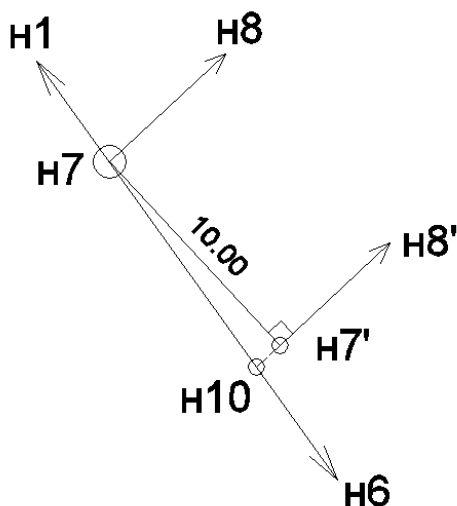


Рис. 9. Вычисление координат точки (н10) пересечения полосы проезда с границей участка

3. Проектирование ЗУ2 площадью 6000 кв.м.

Для проектирования линии из 3 участков площадью 2000 кв.м выделяется земельный участок площадью 6000 кв.м (рис. 10). Проектирование осуществляется методом трапеции аналогично проектированию участка ЗУ1

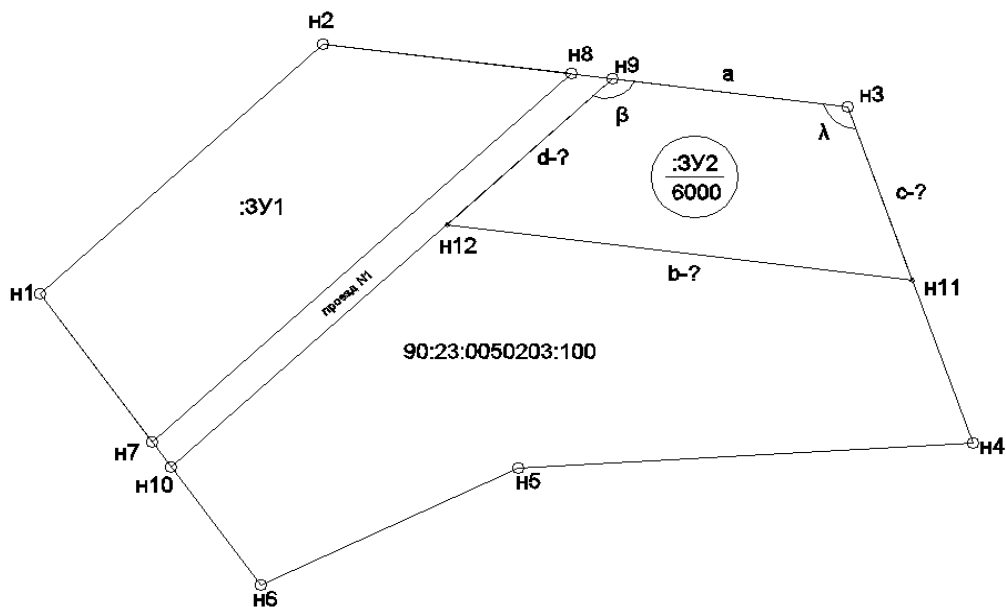


Рис. 10. Проектирование ЗУ2

4. Проектирование проезда №2

Проектирование проезда №2 осуществляется аналогично проектированию проезда №1 (рис. 11), ширина проезда – 10 метров.

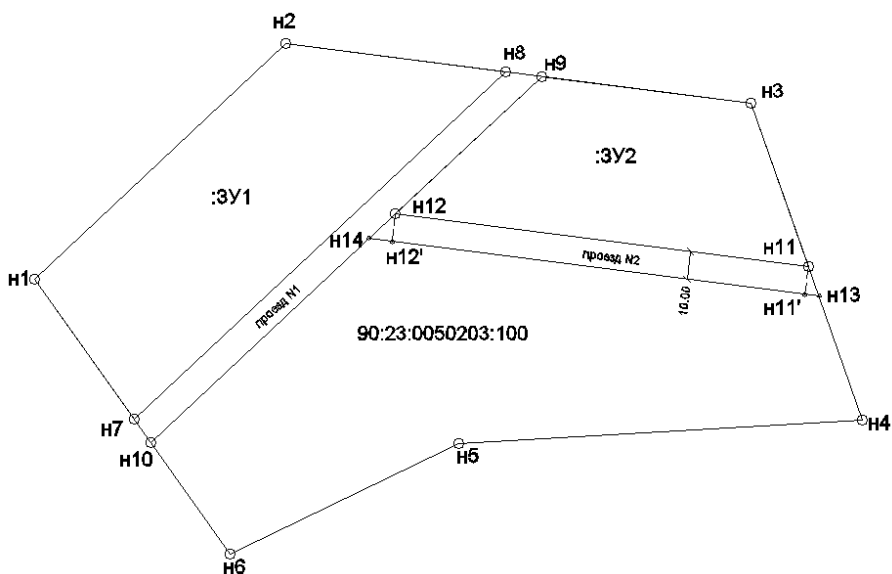


Рис. 11. Проектирование проезда №2

5. Проектирование участка общего пользования для обустройства пожарного пруда

После проектирования земельных участков ЗУ1 и ЗУ2 и двух проездов, из оставшейся площади участка 90:23:0050203:100 сформировался участок ЗУ3, ограниченный точками n10, n14, n13, n4, n5, n6 (рис. 12)

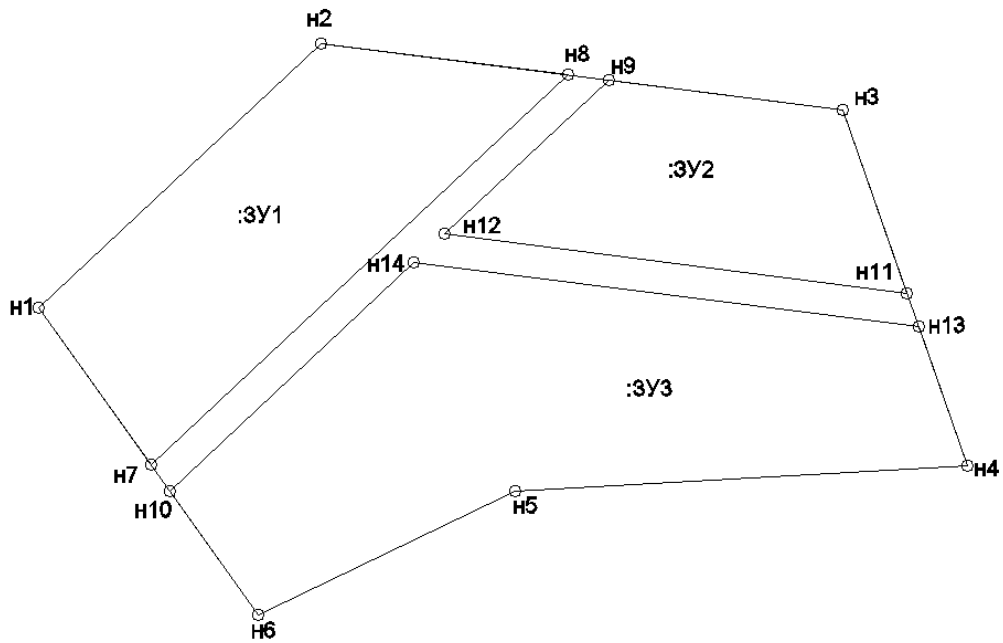


Рис. 12. Результат первого этапа раздела

Земельный участок общего пользования для обустройства пожарного пруда выделяется из площади ЗУ3. Проектирование участка осуществляется методом треугольников, проектная площадь земельного участка – 2000 кв.м. В качестве исходных вершин треугольника принимаются точки n14, n5, в качестве исходных границ – линии n14-n13, n14-n5 (рис. 12).

Из разности дирекционных углов линий n14-n13 и n14-n5 вычисляем угол β , из решения обратной геодезической задачи вычисляем длину отрезка «а», подставив полученные результаты в формулу (13), вычислим длину искомого отрезка n14-n15 (b):

$$\beta = 58^{\circ} 48' 36", \quad a = 78.486 \text{ м}, \quad b = 59.576$$

Из решения прямой геодезической задачи для линии n14-n15 получим координаты точки n15. Контроль: вычисление площади участка по формулам

$$P = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n Y_n \cdot (X_{n-1} - X_{n+1}) \quad (13)$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n X_n \cdot (Y_{n+1} - Y_{n-1}) \quad (14)$$

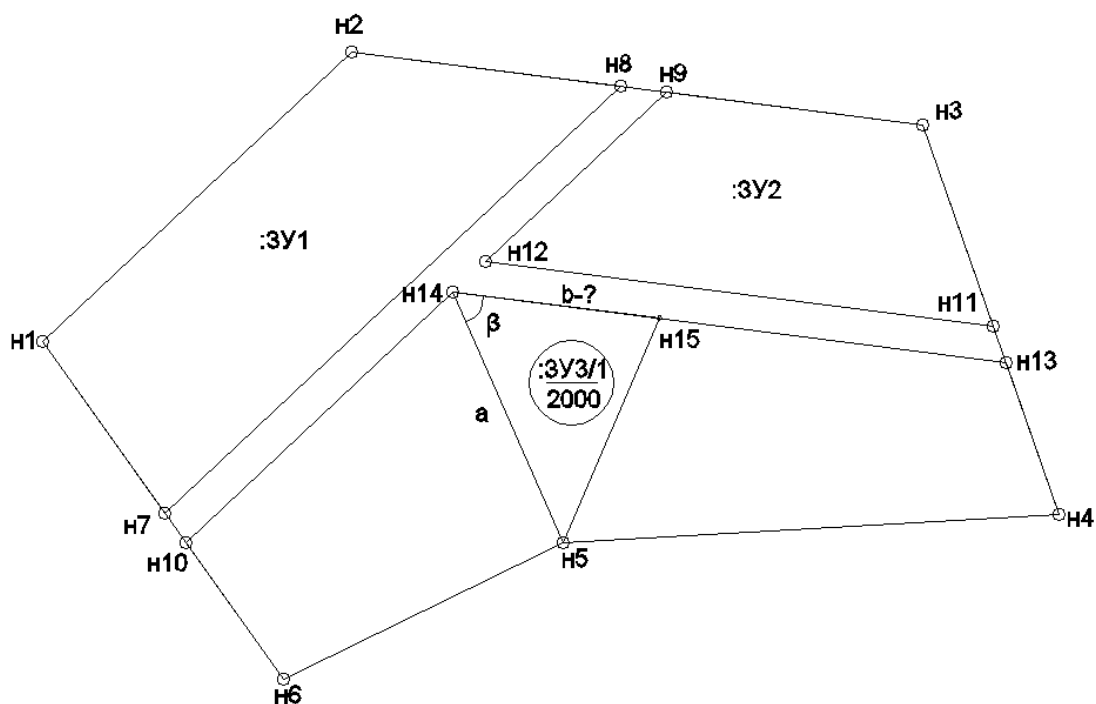


Рис. 13. Проектирование ЗУ3/1

б. Проектирование двух участков равной площади.

После выделения участка ЗУ3/1 участок ЗУ3 разделился на два участка, ограниченных точками n10-n14-n5-n6 и n15-n13-n4-n5. Каждый из этих участков должен быть разделен на два участка равной площади с таким расчетом, чтобы для каждой пары участков длины фасадных границ (границ со стороны проездов) были одинаковыми. Проектирование границ участков осуществляется методом четырехугольника (рис. 14).

По условию задания $S_{n10-n16} = S_{n16-n14}$, таким образом, решая обратную геодезическую задачу для линии n10-n14, находим половину её горизонтального проложения – отрезок «с».

$$S_{n10-n14} = 104.827 \text{ м} \Rightarrow S_{n10-n16} = 52.414 \text{ м}$$

Так как образуемые земельные участки ЗУ3/2 ЗУ3/3 должны иметь равную площадь, сначала определяем площадь общего участка по формулам (13), (14):

$$P_{n10-n14-n5-n6} = 6000 \text{ кв. м.} \Rightarrow P_{ЗУ3/2} = P_{ЗУ3/3} = 3000 \text{ кв. м}$$

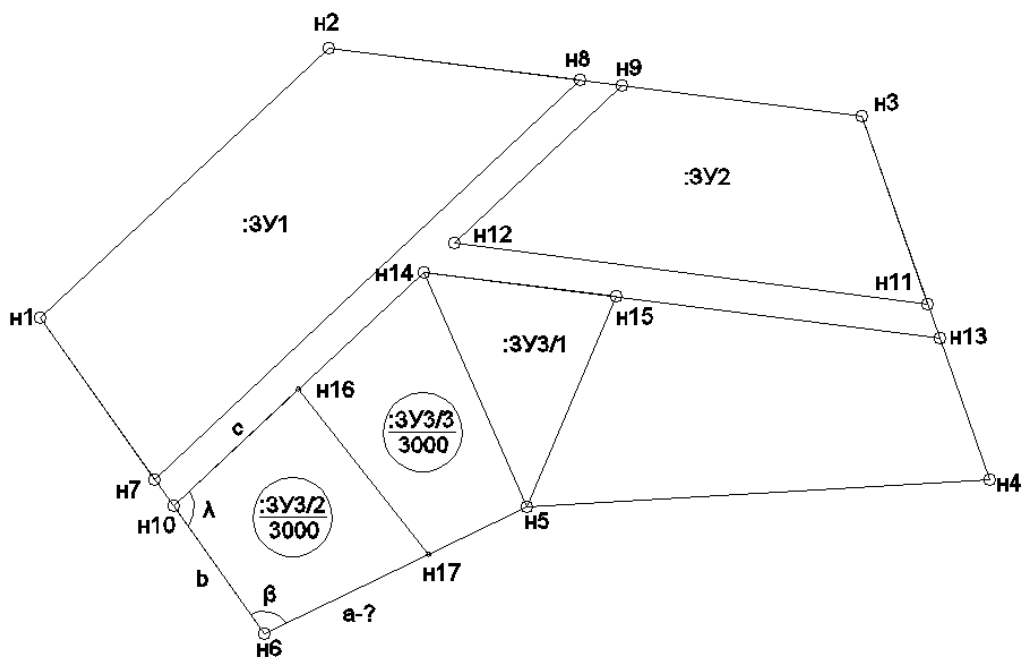


Рис. 14. Проектирование 3У3/2 и 3У2/3

Из решения обратных геодезических задач определим длину линии границы n10-n6 (b), а так же дирекционные углы линий n10-n14, n10-n6 и n6-n17, по разностям дирекционных углов данных линий определим значения внутренних углов четырехугольника λ и β . Подставив полученные значения в формулу (14), определим длину линии n6-n17 (a)

$$\beta = 99^{\circ}48'46, \quad \lambda = 97^{\circ}28'16, \quad b = 48.003 \text{ м}, \quad a = 55.754 \text{ м},$$

Из решения прямой геодезической задачи для линии n10-n16 и n6-n17 получим координаты точек n16 и n17. Для контроля вычисляем площади 3У3/2 и 3У3/3 по формулам (13), (14).

По аналогичному алгоритму проектируем участки 3У3/4 и 3У3/5 (рис. 15).

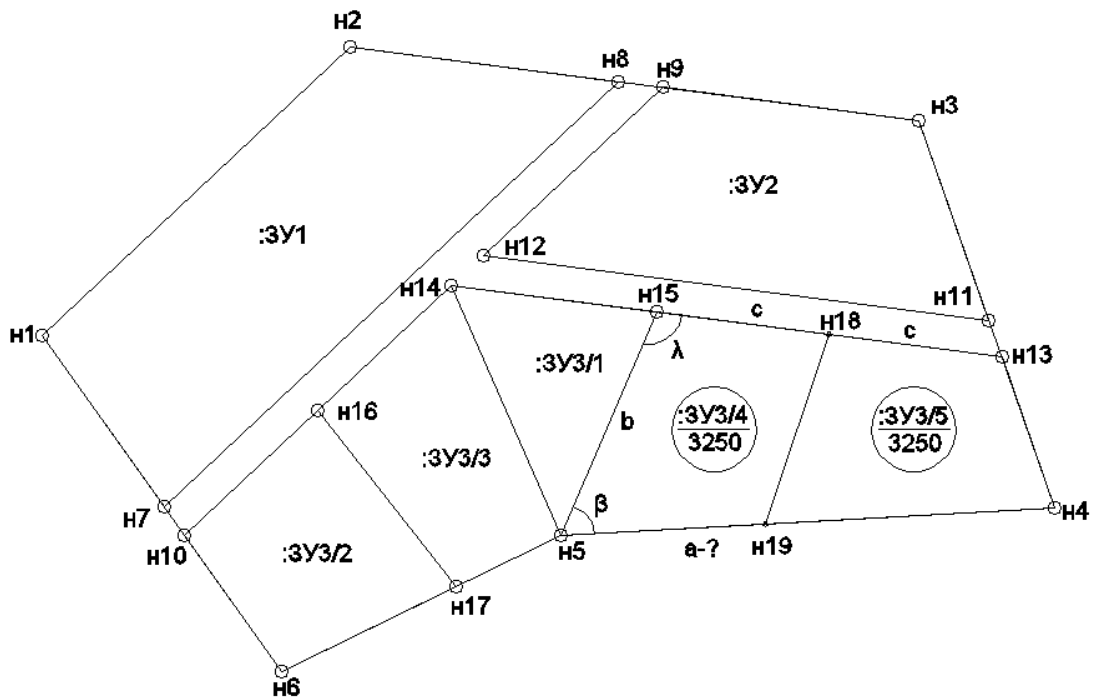


Рис. 15. Проектирование ЗУ3/4 и ЗУ2/5

7. Раздел ЗУ1 на 5 участков площадью 1800 кв.м

По условию технического задания участок ЗУ1 должен быть разделен на 5 участков равной площади 1800 кв.м., при этом вновь образованные границы земельных участков должны быть перпендикулярны фасадной линии (n7-n8).

Проектирование первого участка из пяти – ЗУ1/1 выполняется в два этапа: первый – вычисление площади треугольника n1-n7-n1' где точка n1-n1' – перпендикуляр, опущенный из точки n1 на фасадную линию участка ЗУ1; второй – проектирование оставшейся площади прямоугольника n1-n20-n21-n1' (рис. 16).

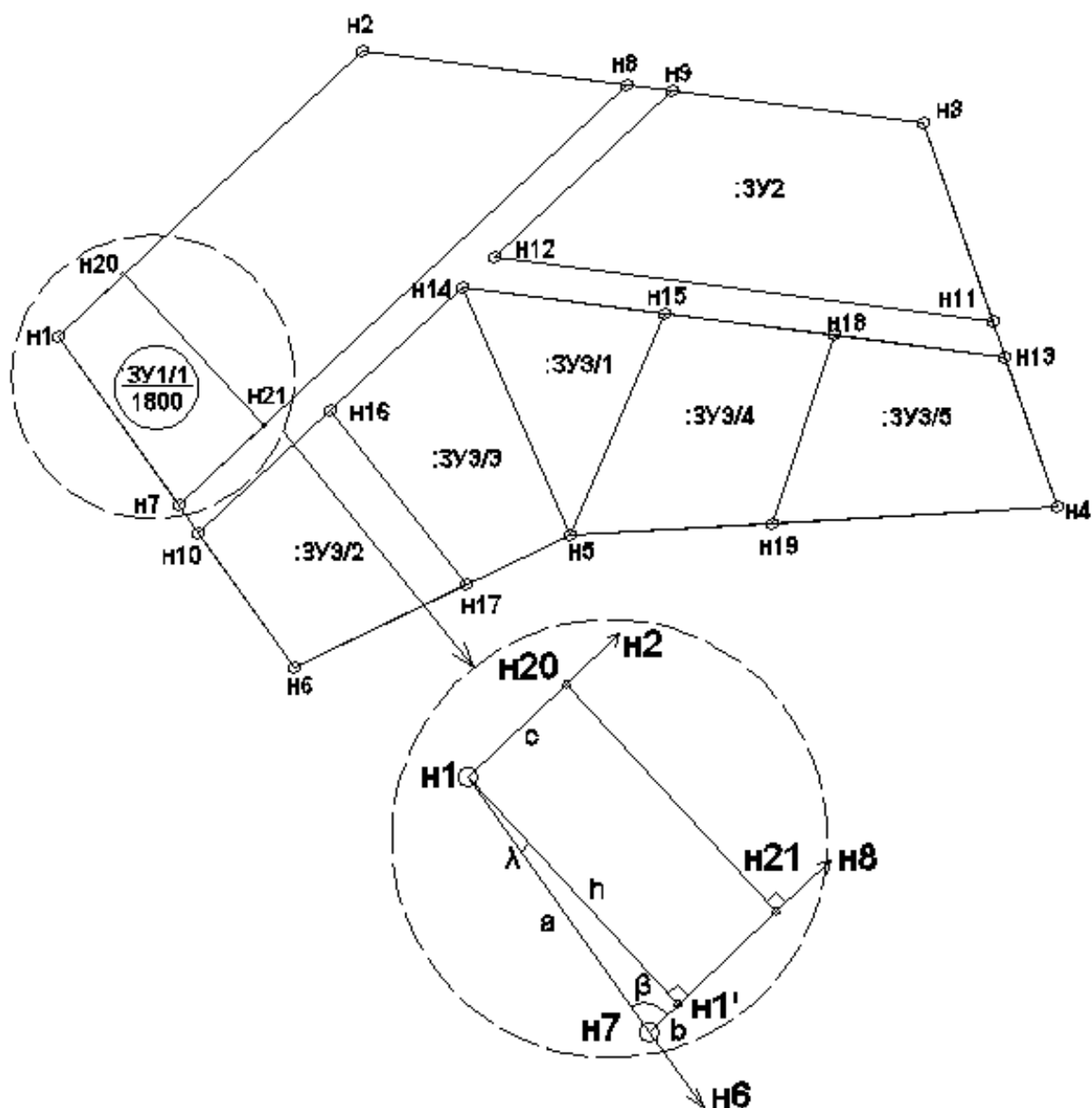


Рис. 16. Проектирование ЗУ1/1

Площадь треугольника $n1-n7-n1'$ можно определить по формуле (4), для этого необходимо вычислить значение угла β и горизонтальные проложения линий $n1-n7$ (a) и $n7-n1'$ (b). Угол β вычислим как разность дирекционных углов линий $n7-n8$ и $n7-n1$, горизонтальное проложение линии $n1-n7$ было посчитано ранее при проектировании участка ЗУ1, оставшееся горизонтальное проложение линии $n7-n1'$ определим, решив теорему синусов для данного треугольника, из решения этой же теоремы дополнительно определим высоту треугольника $S_{n1-n1'}$ (h), необходимую для дальнейших этапов выполнения работы.

$$\beta = 82^{\circ}31'46, \lambda = 90^{\circ} - \beta = 7^{\circ}28'14,$$

$$S_{H7-H1'} = 7.865\text{м}, S_{H1-H1'} = 59.981\text{м},$$

$$P_{H1-H7-H1''} = 236\text{кв. м}$$

Вычитая из проектной площади всего участка ЗУ1/1 получившуюся площадь треугольника, вычисляем оставшуюся площадь участка. Так как оставшийся участок представляет собой прямоугольник, то, зная его площадь и длину одной стороны $H1-H1'$ (h) вычисляем длину оставшейся стороны $H1-H20$ (c).

$$P_{H1-H20-H21-H1'} = 1564 \text{ кв. м}, \quad S_{H1-H20} = S_{H1'-H21} = 26.077\text{м}$$

Проектные размеры земельных участков ЗУ1/2, ЗУ1/3, ЗУ1/4 ЗУ1/5, вычисляются аналогично из формулы площади прямоугольника в соответствии с проектной площадью 1800 кв.м (рис.17).

$$S_{H20-H21} = S_{H20-H21} = S_{H20-H21} = S_{H20-H21} = 59.981\text{м}$$

$$S_{H20-H22} = S_{H22-H24} = S_{H24-H26} = S_{H21-H23} = S_{H23-H25} = S_{H25-H27} = 30.010\text{м}$$

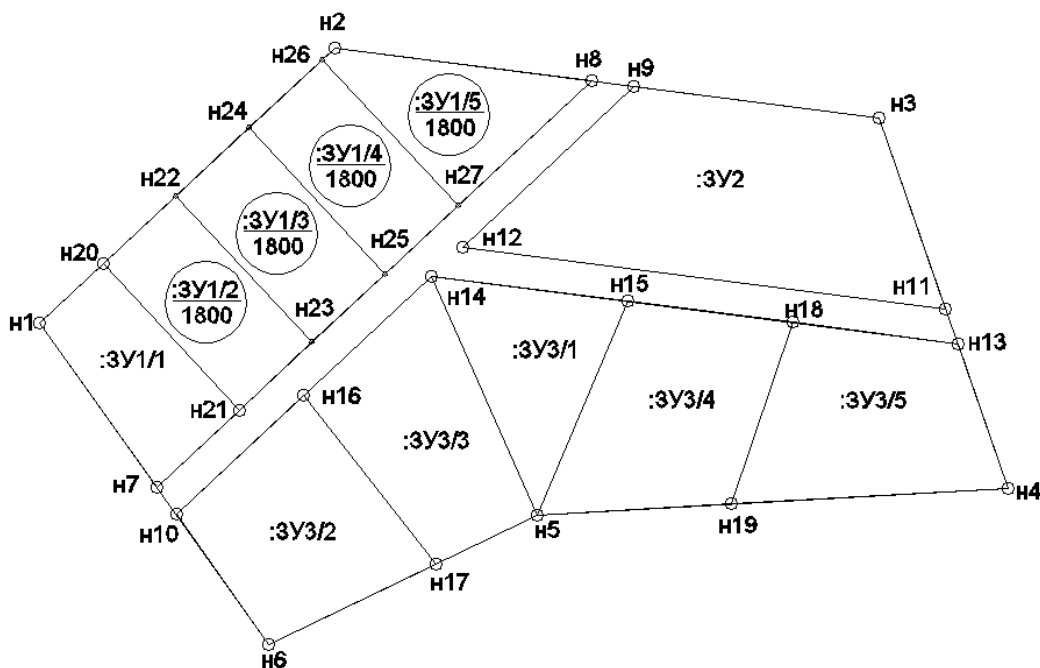


Рис. 17. Проектирование ЗУ1/2, ЗУ1/3, ЗУ1/4 ЗУ1/5

Координаты всех точек границ участков определяют из решения прямых геодезических задач для соответствующих отрезков. Рекомендуется в качестве исходных выбрать точки $H1$ и $H7$, исходных дирекционных углов – α_{H1-H2} и α_{H7-H8} , а расстояние до точки – как сумму длин соответствующих отрезков. Контроль выполняется по формулам (7), (8)

8. Раздел ЗУ2 на 3 участков площадью 2000 кв.м

Порядок выполнения работ аналогичен разделу участка ЗУ1, проектирование рекомендуется производить, начиная с западной стороны участка (рис. 18)

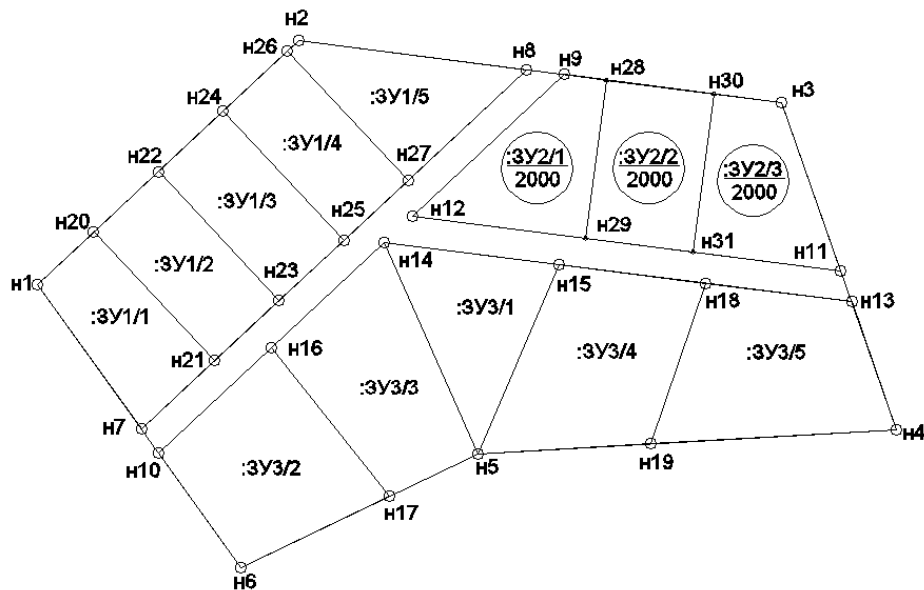


Рис. 18. Проектирование ЗУ2/1, ЗУ2/2, ЗУ2/3

После завершения проектирования составляется сводный каталог координат границ всех участков, в котором указываются и их площади. Земельный участок, образованный проездами так же учитывается, ему присваивается номер ЗУ4, формируется каталог координат и определяется площадь (таблица 1). Формируется общий план раздела земельного участка (рис. 19). Контроль: сумма площадей вновь образованных участков должна быть равна общей уточненной площади участка 90:23:0050203:100.

Результаты вычисления оформить в соответствии с приложением.

Таблица 1

Каталог координат границ образованных земельных участков

3У1/1		3У1/5		3У3/1		3У3/5	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н1	6414.303	н26	6493.541	н14	6428.43	н18	6414.506
н20	6432.100	н2	6497.045	н15	6420.87	н13	6408.143
н21	6388.258	н8	6487.155	н5	6356.67	н4	6364.862
н7	6365.094	н27	6449.699			н19	6360.060
Р	1800	Р	1800	Р	2000	Р	3250
3У1/2		3У2/1		3У3/2		3У4	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н20	6432.100	н9	6485.506	н10	6356.890	н7	6365.094
н22	6452.580	н28	6483.700	н16	6392.660	н21	6388.258
н23	6408.738	н29	6429.766	н17	6342.066	н23	6408.738
н21	6388.258	н12	6437.297	н6	6317.842	н25	6429.219
Р	1800	Р	2000	Р	3000	н27	6449.699
3У1/3		3У2/2		3У3/3		3У3/4	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н22	6452.580	н28	6483.700	н16	6392.660	н12	6437.297
н24	6473.060	н30	6479.031	н14	6428.430	н29	6429.766
н25	6429.219	н31	6425.098	н5	6356.673	н31	6425.098
н23	6408.738	н29	6429.766	н17	6342.066	н11	6418.699
Р	1800	Р	2000	Р	3000	н13	6408.143
3У1/4		3У2/3		3У3/4		3У3/5	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н24	6473.060	н30	6479.031	н15	6420.869	н18	6414.506
н26	6493.541	н3	6476.094	н18	6414.506	н16	6392.660
н27	6449.699	н11	6418.699	н19	6360.060	н10	6356.890
н25	6429.219	н31	6425.098	н5	6356.673	Р	3368
Р	1800	Р	2000	Р	3250	ΣР	32869

Следует так же отметить, что, помимо кадастровых работ, геодезические разбивочные работы значительно чаще применяются при сопровождении строительства различных объектов, при этом объектами разбивки становятся не только отдельные точки и прямые линии, но и окружности, дуги и различные кривые. Кроме того, помимо разбивочных работ «в плане», выполняются высотные разбивочные работы, такие как вынос в натуру проектных отметок земной поверхности и т.д.

Цель задания:

- научиться выполнять разбивочные работы различными методами.

Исходные данные:

- координаты исходных пунктов, относительно которых осуществляется разбивка;
- проектные координаты точек, положение которых на местности необходимо установить.

Задача:

Определить разбивочные элементы для выноса точек в натуру.

1. Вынос в натуру проектных координат точек методом полярной засечки

Как и метод определения координат точек полярной засечкой, данный вид работ, с появлением и распространением электронных тахеометров, стал основным и наиболее часто применяемым при разбивке.

Исходными данными здесь являются координаты двух исходных пунктов X_A, Y_A, X_B, Y_B и координаты выносной точки X_P, Y_P , разбивочными элементами являются горизонтальное проложение между исходным пунктом, на котором установлен электронный тахеометр S_{A-P} и направление с исходного пункта на выносную точку β_{A-P} (рис. 20).

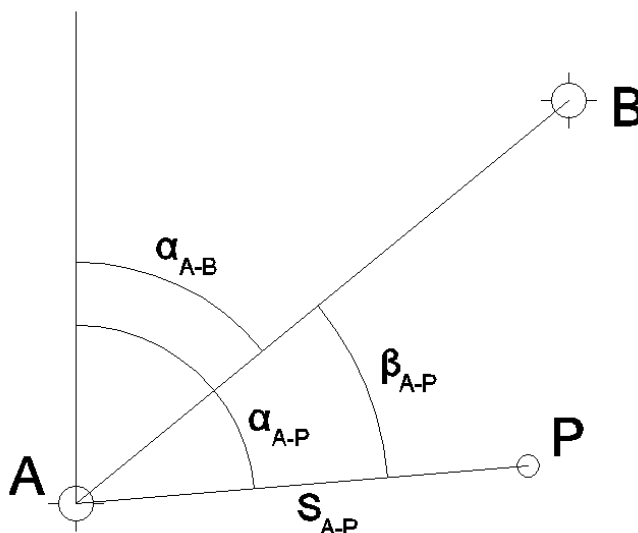


Рис. 20. Вынос точки в натуру методом полярной засечки

Так как координаты всех трех точек известны, то из решения обратных геодезических задач для линий АВ и АР можно вычислить разбивочное расстояние АР и дирекционные углы данных линий.

Так как большинство тахеометров измерение горизонтального угла ведут по часовой стрелки (левые углы), то выносной угол β_{AP} вычисляется по формуле (15)

$$\beta_{AP} = \alpha_{AP} - \alpha_{AB} \quad (15)$$

На местности тахеометр устанавливается на точку А, производится ориентирование на точку В, затем по лимбу горизонтального круга отсчитывается направление β_{AP} и по данному направлению откладывается расстояние S_{AP} , полученное положение точки закрепляется межевым знаком.

Контроль в данном методе осуществляют путем повторного выноса точки относительно точки В.

2. Вынос в натуру проектных координат точек методом прямой угловой засечки

Данный метод в последние годы заметно потерял свою актуальность ввиду большей трудоемкости, чем метод полярной засечки. К тому же угловая засечка имеет ряд существенных ограничений в применении, связанных со снижением точности при приближении выносной точки к створу исходных пунктов. Тем не менее, данный метод применяется в некоторых видах современного геодезического оборудования. Преимуществом метода является отсутствие необходимости определять расстояние до выносной точки, что дает возможность применять для разбивки обычный оптический теодолит.

Исходными данными здесь так же являются координаты двух исходных пунктов и координаты выносных точек X_A, Y_A, X_B, Y_B , координаты выносной точки X_P, Y_P , разбивочными элементами являются два горизонтальных угла β_{AP} и β_{BP} , отсчитываемых от исходного направления АВ (рис. 21).

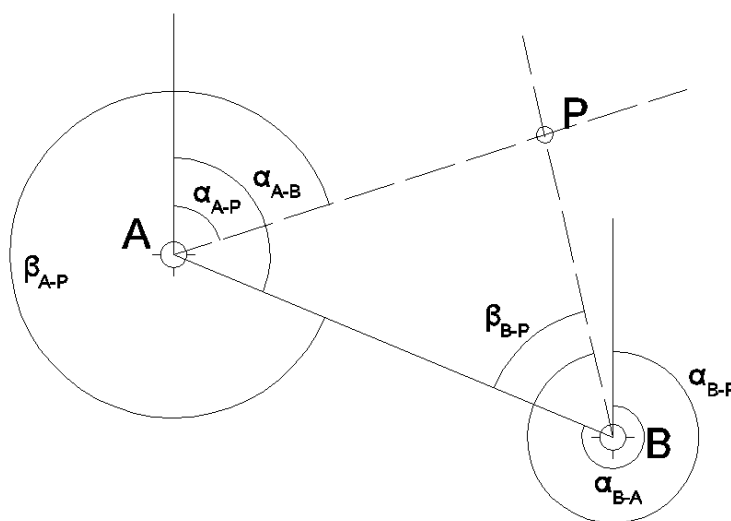


Рис. 21. Вынос точки в натуру методом прямой угловой засечки

Вычисление выносных углов выполняется аналогично пункту 1 по разностям дирекционных углов соответствующих линий.

На местности теодолит поочередно устанавливают на исходных точках и откладывают разбивочные углы β_{AP} и β_{BP} , створ каждой линии закрепляют двумя вехами в районе приблизительного положения выносной точки, между каждой парой вех натягивают нить, в точке пересечения двух нитей будет находиться выносная точка.

3. Вынос в натуру проектных координат точек методом перпендикуляров

Данный метод применяется крайне редко ввиду низкой точности, при этом только на коротких расстояниях и с обязательным контролем. Выносными элементами являются две линии: отрезок AP' , откладываемый по створу линии AB , и перпендикуляр PP' (рис. 22).

Для вычисления разбивочных элементов необходимо решить прямоугольный треугольник APP' . Для этого по известным координатам точек A , B , P вычисляют дирекционные углы линий AB и AP и расстояние S_{AP} , затем вычисляют угол β по формуле (16) если выносная точка находится справа от базисной линии AB , если точка находится слева, угол β вычисляют по формуле (16), затем из суммы углов треугольника вычисляют угол λ . По теореме синусов вычисляют разбивочные элементы $S_{AP'}$ и $S_{PP'}$.

$$\beta_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha_{AP} \quad (16)$$

На местности по створу линии AB откладывают расстояние AP' и от него перпендикуляр PP' и закрепляют точку P . Для контроля промеряют рулеткой расстояние от точки P до точки A и сравнивают со значением, вычисленным ранее.

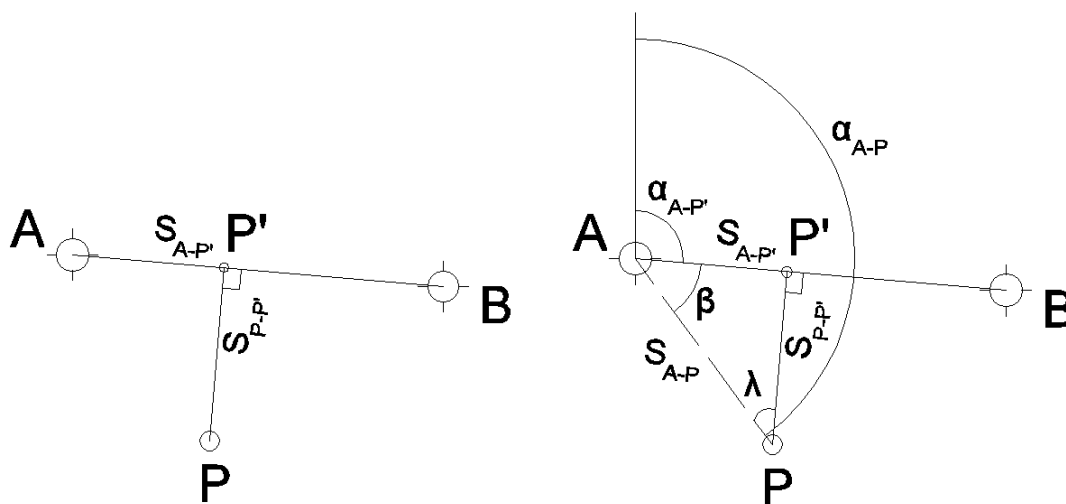


Рис. 22. Вынос точки в натуру методом перпендикуляров

4. Вынос в натуру проектных координат точек створов и методом линейной засечки

Разбивочными элементами для обоих методов являются расстояния от исходных до выносных точек, рассчитанные по их координатам путем решения обратной геодезической задачи.

Створный метод крайне удобен в случае, если выносные точки находятся в створе между исходными пунктами. В основном таким методом пользуются при выносе фасадных границ участков, расположенных в одну линию (рис. 23). Метод линейной засечки часто применяют на застроенной территории, когда вокруг выносной точки имеется достаточное количество точек ситуации (не менее трех), координаты которых известны, такими точками могут быть углы зданий, столбы ЛЭП, дорожные знаки и т.д. (рис. 24).

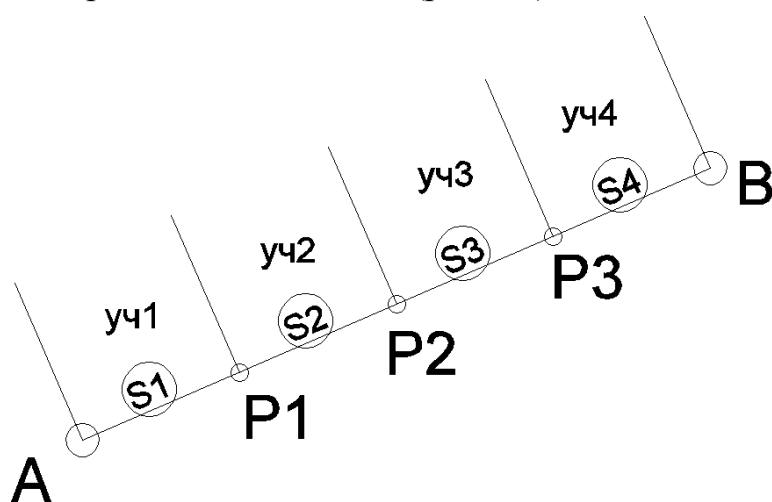


Рис. 23. Вынос точки в натуру створным методом

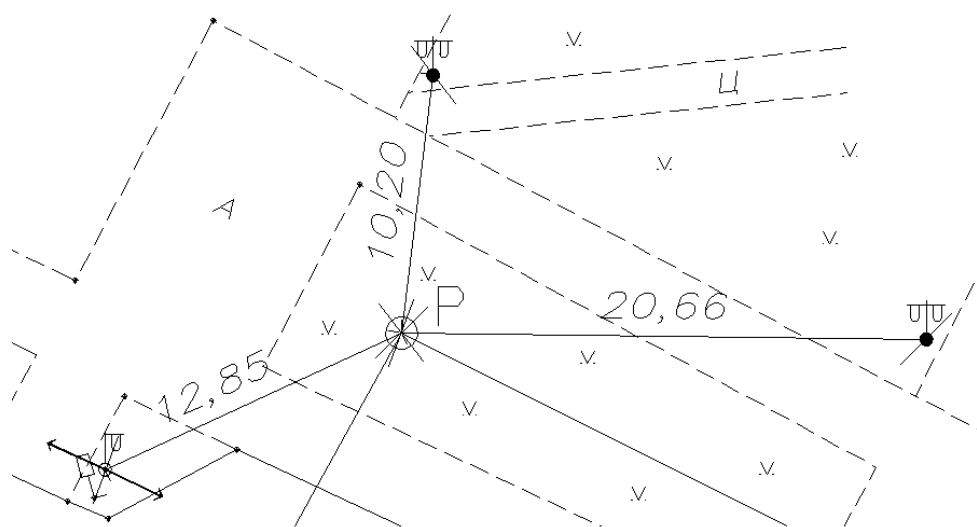


Рис. 24. Вынос точки в натуру методом линейной засечки

Пример выполнения задания

После внесения в ЕГРН сведений о разделе земельного участка 90:23:0050203:100 на 14 земельных участков различной площади и назначения (рис.25), необходимо установить на местности вновь образованные поворотные точки границ данных участков.

Исходными пунктами для выноса точек являются закрепленные ранее на участке точки теодолитного хода ст2 и ст3, а также углы зданий, расположенных на земельном участке, координаты которых были определены в задании 3. Вынос границ на местность выполняется различными методами:

- Точки н7, н10, н16, н20, н21, н22 разбиваются на местности методом полярной засечки с установкой электронного тахеометра на пункт ст2 и ориентированием на пункт ст3 (рис. 25);
- Точки н8, н9, н13, н19, н28 выносятся так же методом полярной засечки, но с установкой электронного тахеометра на пункте ст3 и ориентированием на пункт ст2 (рис.26);
- Точки н12 и н14 разбиваются методом прямой угловой засечки с пунктов ст2 и ст3 (рис. 27);
- Точки н15, н23, н25, н29 – методом перпендикуляров от линии ст2-ст3, при этом н23, н25 разбиваются относительно пункта ст2, а н15, н29 – относительно ст3 (рис.28);
- Точки н17, н19, н26, н27 – створным методом (рис. 29);
- Точки н11, н24, н30, н31 – методом линейной засечки от углов ближайших зданий (не менее трех промеров для каждой) (рис.30).

1. Вынос точек в натуру методом полярной засечки

Рассмотрим процесс вычисления разбивочных элементов для выноса в натуру точек методом полярной засечки на примере точки н16 (рис. 25).

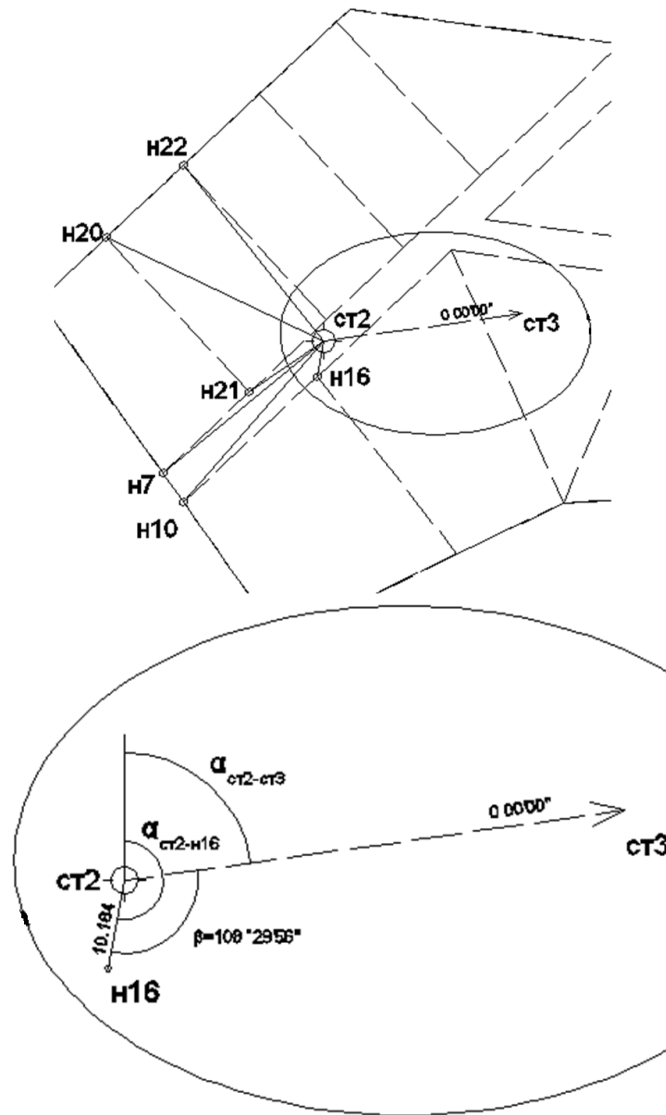


Рис. 25. Разбивка методом полярной засечки с пункта ст2

$$\alpha_{\text{CT2-CT3}} = 82^{\circ}01'17''; \alpha_{\text{CT2-H16}} = 190^{\circ}31'13''; \Rightarrow \beta = 108^{\circ}29'56''$$

$$S_{\text{CT2-H16}} = 10.184\text{м}$$

Результаты вычисления разбивочных элементов для остальных точек сведены в табл. 2.

Аналогично рассчитаем разбивочные элементы для точек, вынос которых в натуру будет осуществляться с пункта ст3 (рис. 26), (табл. 3).

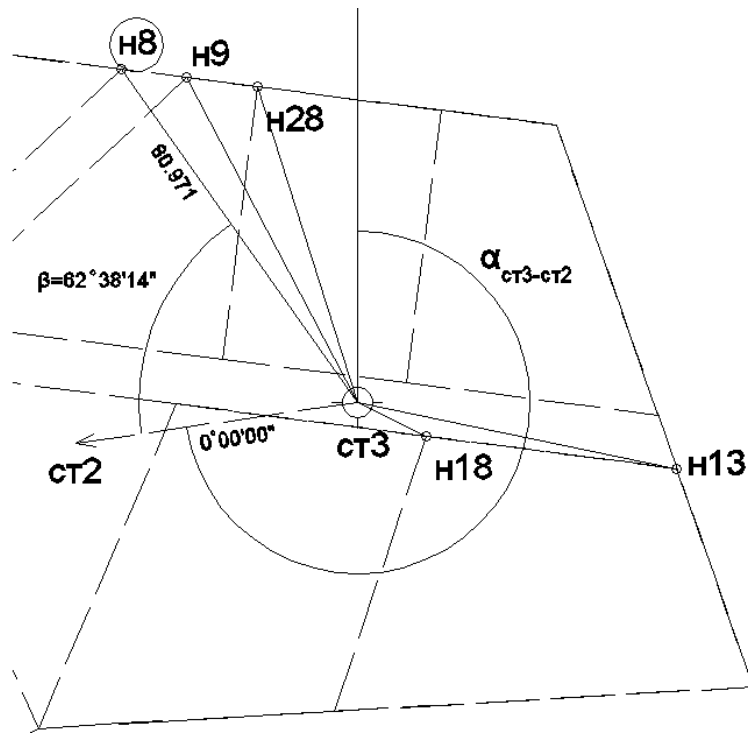


Рис. 26. Разбивка методом полярной засечки с пункта ст3

Вынос точек в натуру с пункта ст2

Таблица 2

точка	Координаты		точка	$\alpha_{ст2-точка}$			точка	Разбивочные элементы				
	X	Y		°	'	“		Направление β	°	'	“	S
Ст2	6402.673	13239.195	Ст3	82	1	17	Ст3	0	0	0		
н16	6392.660	13237.336	н16	190	31	13	н16	108	29	56	10.184	
н10	6356.890	13199.025	н10	221	15	48	н10	139	14	31	60.907	
н7	6365.094	13193.159	н7	230	46	31	н7	148	45	14	59.426	
н21	6388.258	13217.968	н21	235	49	12	н21	153	47	55	25.659	
н20	6432.100	13177.034	н20	295	19	56	н20	213	18	39	68.774	
н22	6452.580	13198.969	н22	321	7	48	н22	239	6	31	64.100	

Вынос точек в натуру с пункта ст3

Таблица 3

точка	Координаты		точка	$\alpha_{ст2-точка}$			точка	Разбивочные элементы				
	X	Y		°	'	“		Направление β	°	'	“	S
Ст3	6402.67	13239.2	Ст2	262	1	17	Ст2	0	0	0		
н8	6487.16	13323.9	н8	324	39	31	н8	62	38	14	80.971	
н9	6485.51	13336.8	н9	332	12	11	н9	70	10	54	72.802	
н28	6483.7	13350.9	н28	342	25	15	н28	80	23	58	65.661	
н13	6408.14	13434.2	н13	101	32	30	н13	199	31	13	64.784	
н18	6414.51	13384.5	н18	115	38	52	н18	213	37	34	15.246	

2. Вынос точек в натуру методом прямой угловой засечки

Рассмотрим процесс вычисления разбивочных элементов для выноса в натуру точек методом полярной засечки на примере точки н14 (рис. 27).

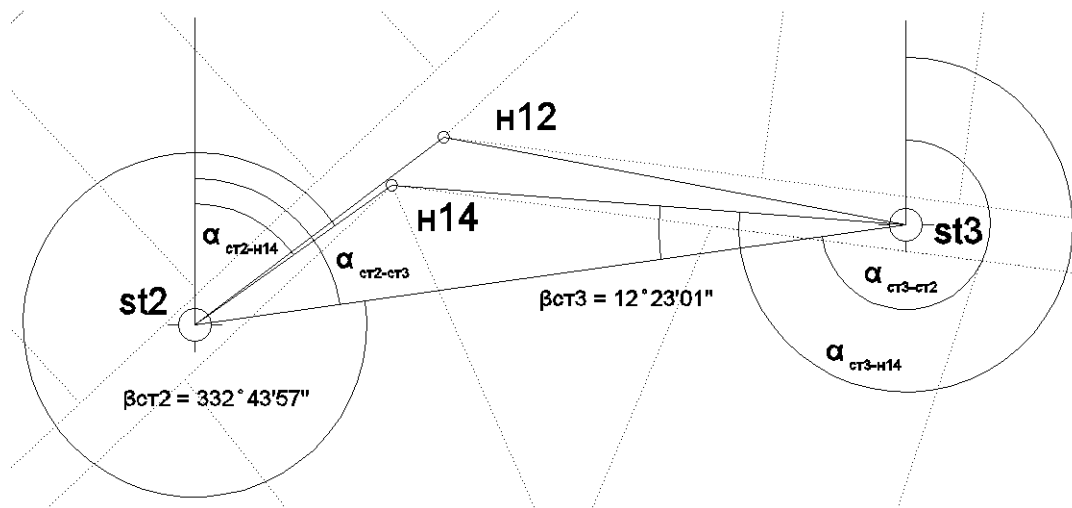


Рис. 27. Разбивка методом прямой угловой засечки

$$\alpha_{\text{ст2-ст3}} = 82^{\circ} 01' 17''; \alpha_{\text{ст2-н14}} = 54^{\circ} 45' 14''; \Rightarrow \beta_{\text{ст2}} = 332^{\circ} 43' 57''$$

$$\alpha_{\text{ст3-ст2}} = 262^{\circ} 01' 17''; \alpha_{\text{ст3-н14}} = 274^{\circ} 24' 18''; \Rightarrow \beta_{\text{ст3}} = 12^{\circ} 23' 01''$$

3. Вынос точек в натуру методом перпендикуляров

Рассмотрим процесс вычисления разбивочных элементов для выноса в натуру точек методом перпендикуляров на примере точки н25 (рис. 28).

$$\alpha_{\text{ст2-ст3}} = 82^{\circ} 01' 17''; \alpha_{\text{ст2-н25}} = 40^{\circ} 27' 47''; \Rightarrow \beta = 41^{\circ} 33' 30''; \quad \lambda = 48^{\circ} 26' 30''$$

$$S_{\text{ст2-н25}} = 34.891\text{м}, \quad S_{\text{ст2-н25}'} = 26.108\text{м}, \quad S_{\text{н25}'-\text{н25}} = 23.146\text{м}$$

Расстояние $S_{\text{ст2-н25}}$ является контрольным, его необходимо промерить после выноса точки, сравнить с вычисленным ранее и, при необходимости, откорректировать положение выносной точки на местности.

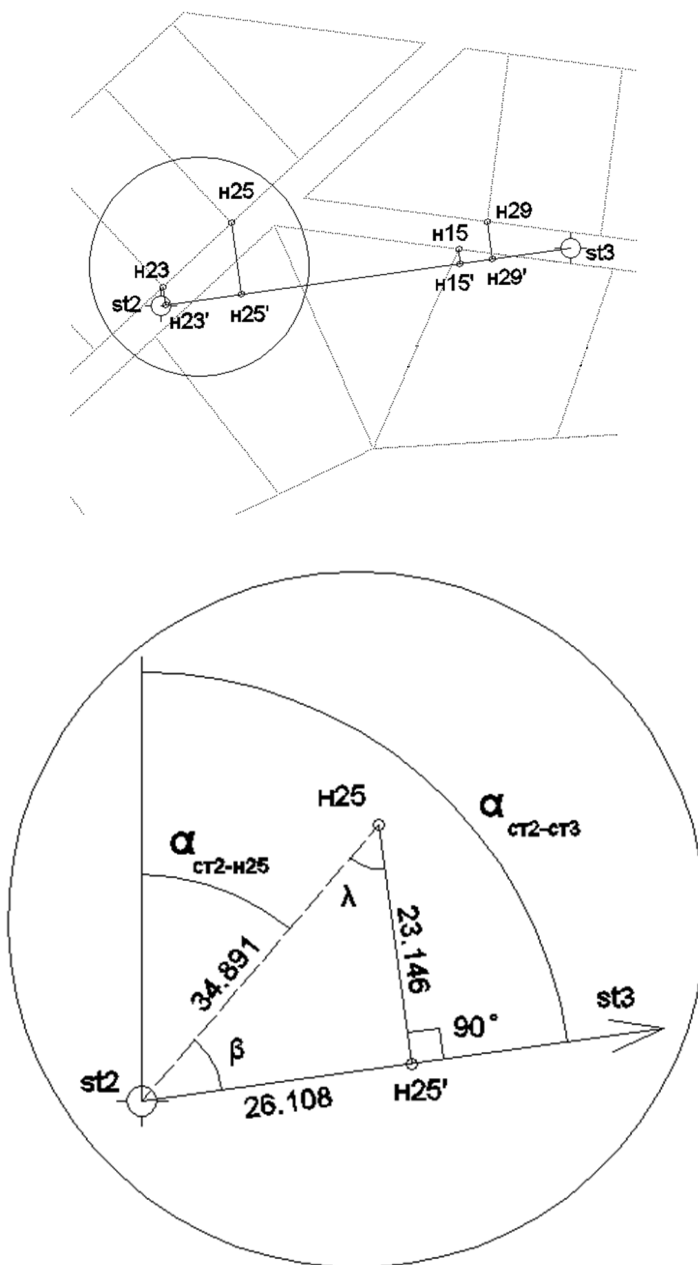


Рис. 28 Разбивка методом перпендикуляров

4. *Вынос точек в натуру створным методом и методом линейной засечки*

Процесс вычисления выносных элементов для данных методов не нуждается в комментариях, примеры результатов вычислений представлены на (рис. 29) для метода створов и метода линейной засечки для точки H24 (рис. 30).

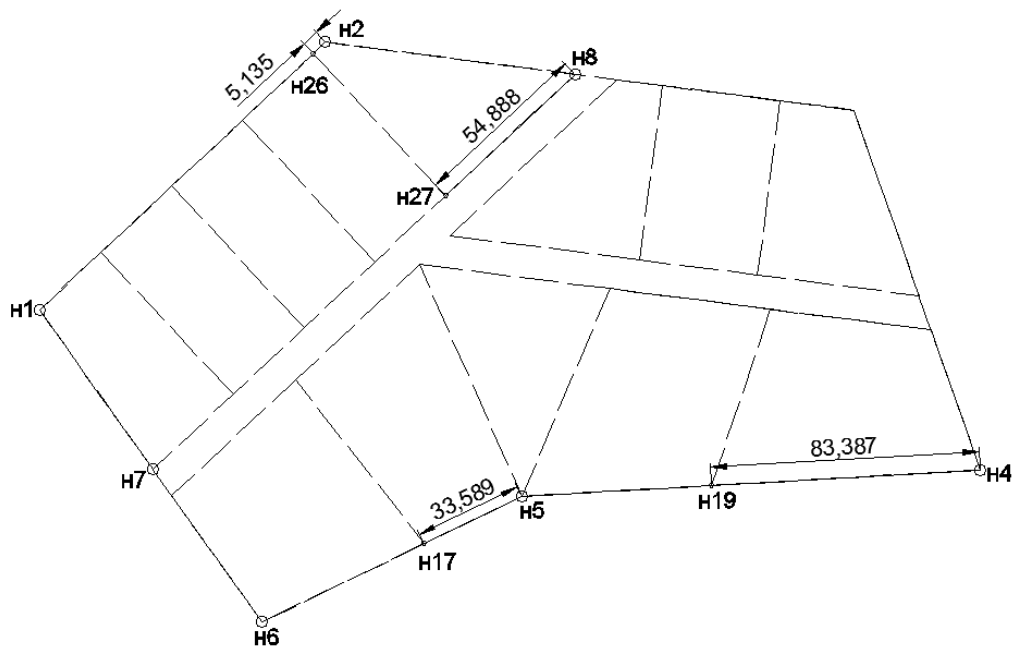


Рис. 29. Разбивка методом створов

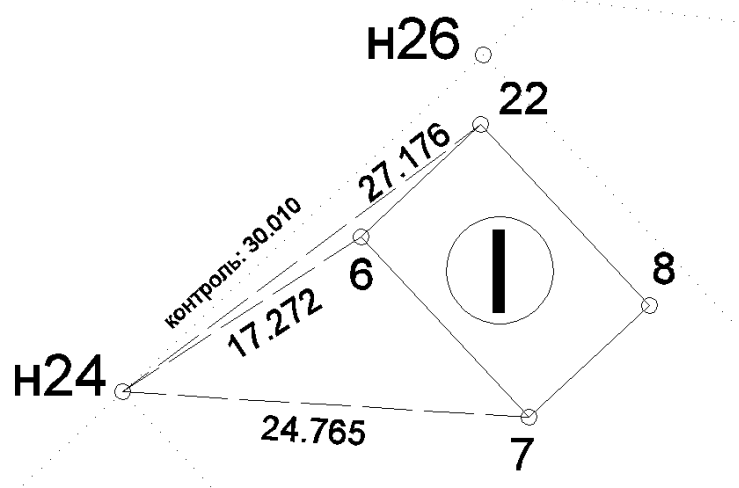


Рис. 30. Разбивка методом линейной засечки

После вычисления всех разбивочных элементов для каждого метода выноса в натуру формируется разбивочный чертеж.

Разбивочный чертеж должен быть оформлен аккуратно, все элементы (линии, угловые и линейные размеры) должны хорошо читаться, обязательно должны быть нанесены все контрольные промеры.

Готовые разбивочные чертежи передаются полевой геодезической группе для установления (восстановления) на местности границ земельных участков и завершения, таким образом, комплекса геодезических работ по внесению сведений о земельных участках в ЕГРН.

Приложение

Проектирование участка ЗУ1*

Проектная площадь земельного участка: _____

Точки	X	Y	ΔX	ΔY	r	α	S
н1							
н2							
н2							
н3							
н1							
н6							

β	
λ	
$S_{н7-н8} (b)$	
$S_{н1-н7} (d)$	
$S_{н2-н8} (c)$	

точки	X	Y
н1		
н2		
н8		
н7		
Контроль ЗУ1		
Р		

точки	α	S	ΔX	ΔY	X	Y
н2						
н8						
н1						
н7						

* Для проектирования участка ЗУ2 ведомость составить самостоятельно

Проектирование проезда №1*

точка	X	Y	ΔX	ΔY	R	α	линия	α	S	ΔX	ΔY	точк а	X	Y
н7							н7-н7'		10.0 00			н7'		
н8							н8-н8'		10.0 00			н8'		

точка	X	Y	ΔX	ΔY	r	α	Треугол ВНК (н7- н8-н9- н8')	УГОЛ		S
								β	λ	
н8										н8'-н9
н3										н8-н9

36

точка	X	Y	ΔX	ΔY	r	α	Треугол ВНК (н7- н10- н7')	УГОЛ		S
								β	λ	
н7										н8'-н9
н6										н8-н9

линия	α	S	ΔX	ΔY	точка	X	Y
н8-н9					н9		
н8'-н9					н9 (контроль)		
н7-н10					н10		
н7'-н10					н10 (контроль)		

* Для проектирования проезда №2 ведомость составить самостоятельно

Проектирование участка ЗУЗ/1

Проектная площадь земельного участка: _____

точка	X	Y	ΔX	ΔY	r	α	S
н14							
н13							
н14							
н5							

β	
$S_{н14-н15} (b)$	

линия	α	S	ΔX	ΔY	Точка	X	Y
н14-н15					н15		

точки	X	Y
н14		
н15		
н5		
Контроль ЗУЗ/1		
P		

Проектирование участков ЗУ3/2, ЗУ3/3*

точка	X	Y	линия	ΔX	ΔY	r	α	S
н10			н10-н14					
н14			н10-н6					
н5			(b)					
н6			н6-н5					
Общая площадь ЗУ								
Проектная площадь ЗУ3/3 и ЗУ3/3								

38

β	линия	A	S	ΔX	ΔY	Точка	X	Y
λ	н10-н16					н16		
$S_{н10-н16}$ (с)	н6-н17					н17		
$S_{н6-н17}$ (а)								
точки	X	Y	точки			X	Y	
н10			н16					
н16			н14					
н17			н15					
н6			н17					
Контроль ЗУ3/2			Контроль ЗУ3/3					
P			P					

* Для проектирования участков ЗУ3/4, ЗУ3/5 ведомость составить самостоятельно

Проектирование участков ЗУ1/1, ЗУ1/2, ЗУ1/3, ЗУ1/4, ЗУ1/5*

точка	X	Y	ΔX	ΔY	г	α	S	β
н7								λ
н1								S _{н7-н1'} (b)
								S _{н1-н1'} (h)
н7								P _(н1-н1'-н7)
н8								P _(н1-н20-н21-н1')
								S _{н1-н20} (c)

линия	α	S	ΔX	ΔY	Точка	X	Y
н1-н20					н20		
н1-н22					н22		
н1-н24					н24		
н1-н26					н26		
н7-н21					н21		
н7-н23					н23		
н7-н26					н26		
н7-н27					н27		

ЗУ 1/1		ЗУ 1/2		ЗУ 1/3		ЗУ 1/4		ЗУ 1/5	
точка	X	Y	точка	X	Y	точка	X	Y	точка
н1		н20	н22	н24	н26	н24	н26	н26	н26
н20		н22	н24	н26	н27	н25	н23	н21	н8
н21		н23	н25	н23	н21	н21	н21	н21	н27
н7		н21	н23	н21	н21	н21	н21	н21	н27
P (контроль)		P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)	P (контроль)

* Для проектирования участков ЗУ2/1, ЗУ2/2, ЗУ2/3 ведомость составить самостоятельно

Каталог координат границ образованных земельных участков

3У1/1		3У1/5		3У3/1		3У3/5	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н1	У	н26	У	н14	У	н18	У
н20		н2		н15		н13	
н21		н8		н5		н4	
н7		н27				н19	
Р		Р		Р		Р	
3У1/2		3У2/1		3У3/2		3У4	
точка	X	точка	X	точка	X	точка	X
н20	У	н9	У	н10	У	н7	У
н22		н28		н16		н21	
н23		н29		н17		н23	
н21		н12		н6		н25	
Р		Р		Р		н27	
3У1/3		3У2/2		3У3/3			
точка	X	точка	X	точка	X		
н22	У	н28	У	н16	У		
н24		н30		н14			
н25		н31		н5			
н23		н29		н17			
Р		Р		Р			
3У1/4		3У2/3		3У3/4			
точка	X	точка	X	точка	X		
н24	У	н30	У	н15	У		
н26		н3		н18			
н27		н11		н19			
н25		н31		н5			
Р		Р		Р			
						Конт.	
						ΣР	

ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ для студентов направления
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
всех форм обучения

Составители:
Нетребина Юлия Сергеевна
Ершова Наталья Викторовна

В авторской редакции

Подписано к изданию 18.05.2022.

Уч.-изд. л. 2,1

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84