

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

СПЕЦКУРС

ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для направления подготовки 21.03.02
«Землеустройство и кадастры»

Пенза 2016

УДК 528.4
ББК 26.1
С71

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат технических наук, доцент
кафедры «Землеустройство и геодезия» Е.П. Тюкленкова (ПГУАС)

Спецкурс по геодезическим работам: метод. указания по выполнению лабораторных работ для направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»/ Е.С. Денисова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 56 с.

Разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Спецкурс по геодезическим работам». Представлены задания, а так же порядок выполнения лабораторных работ.

Подготовлены на кафедре «Землеустройство и геодезия» и предназначены для использования студентами, обучающимися по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Спецкурс по геодезическим работам».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Денисова Е.С., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания разработаны с учетом рабочей программы учебного курса «Спецкурс по геодезическим работам» и направлены на развитие у студентов навыков обработки геодезических измерений, предпроектных расчетов и аналитического проектирования земельных участков с целью подготовки земельно-кадастровой документации.

Студенту выдается вариант исходных данных и картографическая основа. Выполнение работ нужно сопровождать необходимыми пояснениями. Результаты выполненных расчетов должны быть оформлены на листах А4, сгруппированы по лабораторным работам и предоставлены преподавателю для «защиты» лабораторных работ и допуску к зачету.

Разрешается применять другие, по сравнению с предлагаемыми, вычислительные алгоритмы. При этом их конкретный выбор должен быть обоснован соответствующей записью в лабораторной работе.

При выполнении лабораторных работ разрешается применять компьютерные программы для вычисления, проектирования и оформления. При этом форма представления вычислений, в основном, должна соответствовать показанной в данных методических указаниях.

При выполнении лабораторных работ студентами, изучающими учебный курс «Спецкурс по геодезическим работам», должны быть сформированы, *следующие компетенции*:

- способность использовать знание современных технологий топографо-геодезических работ при проведении инвентаризации и межевания, землеустроительных и кадастровых работ, методов обработки результатов геодезических измерений, перенесения проектов землеустройства в натуру и определения площадей земельных участков;

- способность использовать знание современных технологий создания оригиналов карт, планов, других графических материалов для землеустройства и Государственного кадастра недвижимости.

В результате обучающийся должен:

знать:

– способы, приемы и современные технические средства выполнения проектно-изыскательных работ в землеустройстве и кадастрах.

уметь:

– осуществлять мероприятия по реализации проектных решений по землеустройству и кадастрам;

– выбирать оптимальные методы восстановления утраченной части границ землепользования в натуре;

– составление проекта выноса поворотных точек границы земельного участка в натуре.

владеть:

– знаниями в таком объеме, чтобы в условиях развития современных геодезических технологии, был способен к переоценке накопленного опыта, анализа своих возможностей и приобретению новых знаний в области геодезического обеспечения землеустройства и кадастров.

иметь представление:

– об инженерных изысканиях и методах развития геодезического обоснования при землеустройстве и кадастрах.

Лабораторная работа № 1

ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Цель работы: получение навыков выполнения земельно-кадастровых работ и установление границ земельных участков.

Задание. В счет неостребованных земельных долей в праве общей долевой собственности ОАО СП «Заря» администрацией Лунинского района принято решение о выделении в натуре земельного участка в районе озера «Боровое» с целью его дальнейшего оформления в муниципальную собственность (рис. 1). В связи с этим перед кадастровым инженером была поставлена задача установить границы выделяемого земельного участка свободного от прав третьих лиц.

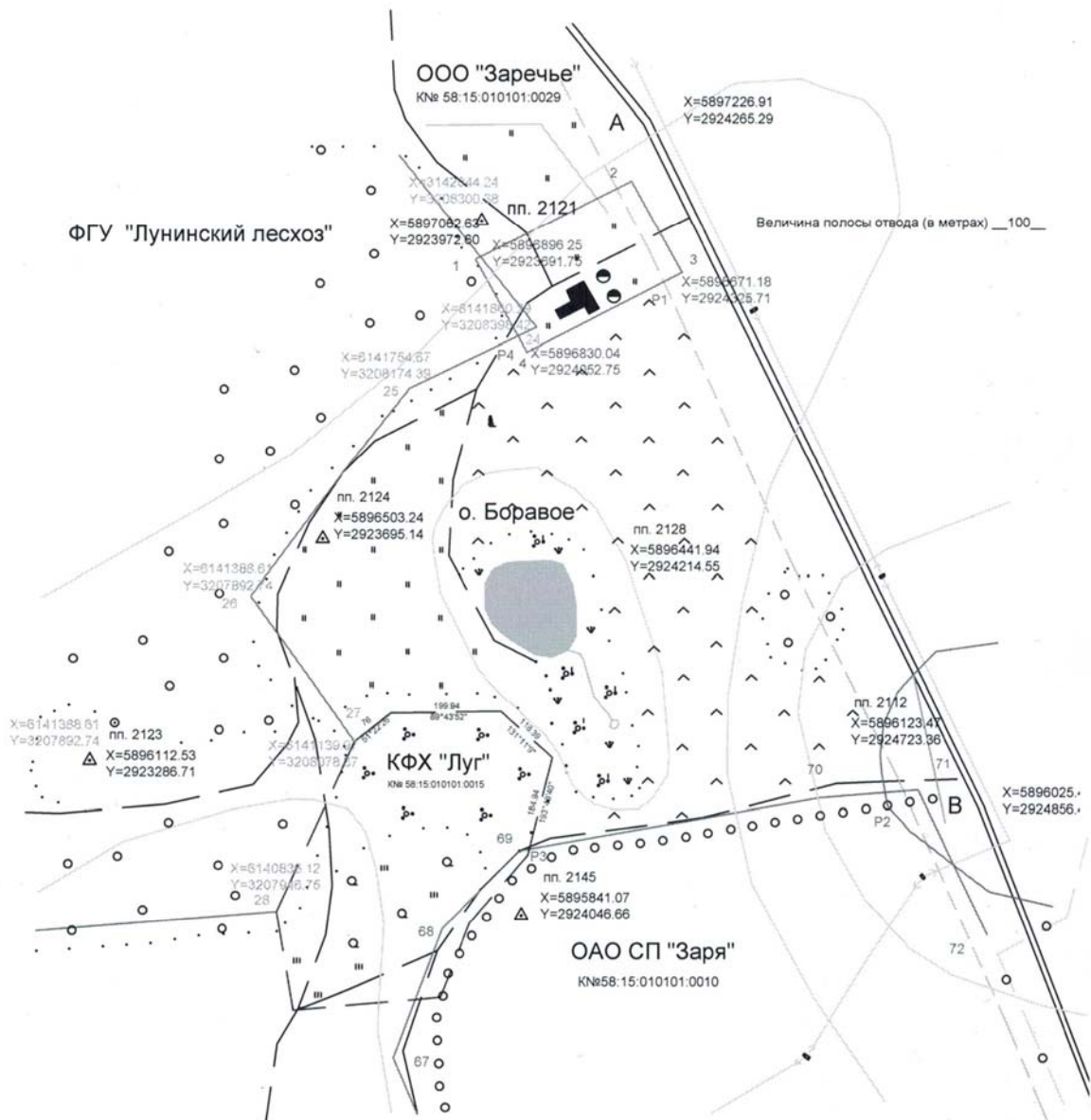


Рис. 1. План территории озера «Боровое»

В результате проведения подготовительных работ был составлен инвентаризационный план современного использования территории о. Боровое (см. рис.1) и было установлено:

1. С севера территория ограничивается земельным участком ООО «Заречье», прошедшего процедуру ГКУ по результатам межевания и получившего кадастровый номер 58:15:010101:0029.

Сведения о координатах поворотных точек по данному земельному участку предоставлены в местной системе координат региона (МСК), утвержденной для ведения ГКН.

2. С запада территория ограничена землями ФГУ «Лунинский лесхоз». Координаты поворотных точек лесных кварталов получены из сведений лесного кадастра в соответствующей системе координат.

3. С Юго-Запада территория ограничена земельным участком крестьянско-фермерского хозяйства «Луг», образованным в счет выделения земельных долей. Данный земельный участок учтен в ГКН с К№ 58:15:010101:0015 в результате инвентаризации ранее учтенных сведений. Так как межевание данного земельного участка не проводилось, сведения о местоположении границ КФХ «Луг» представлены в виде дирекционных углов и горизонтальных проложений.

4. С Юга территория ограничивается землями, находящимися в постоянном бессрочном пользовании ОАО СП «Заря». Государственный кадастровый учет данного земельного участка произведен на основании заявления землепользователя и постановления главы администрации Лунинского района. Точные сведения о местоположении границ участка в ГКН внесены не были. Единственным источником сведений о границах является картографический материал масштаба 1:10000, являющийся частью проекта перераспределения земель.

5. С Востока территория ограничивается полосой отвода автомобильной дороги, установленной в виде расстояния от оси дороги.

В результате работ по сбору данных о топографо-картографической изученности района (по результатам запросов в территориальные органы Росреестра) были получены сведения о координатах пунктов государственной геодезической сети в местной и ведомственной системах координат (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Пункты ГГС на территории работ

№ п/п	Название пункта	Координаты в местной системе координат	Координаты в ведомственной системе координат
1	2	3	4
1	ПП 2121	$X = 5897062,63$ $Y = 2923972,60$	$X = 6142167,54$ $Y = 3208155,18$
2	ПП 2123	$X = 5896112,53$ $Y = 2923286,71$	$X = 6141099,14$ $Y = 3207614,49$

1	2	3	4
3	ПП 2124	$X = 5896503,24$ $Y = 2923695,14$	-
4	ПП 2128	$X = 5896441,94$ $Y = 2924214,55$	-
5	ПП 2145	$X = 5895841,07$ $Y = 2924046,66$	-
6	ПП 2112	$X = 5896123,47$ $Y = 2924723,36$	-

Значение координат в соответствии с вариантом представлены в прил. 1.

Необходимо установить границы земельного участка вокруг озера Боравое в МСК 58. Для выполнения задания необходимо решить следующие задачи:

1. Восстановить границы участка ОАО СП «Заря» от т. 69 до т. 71.

Для этого нужно:

- сформировать условную систему координат и определить в ней координаты пунктов ГГС и координаты границ сельхозпредприятия «Заря»;
- определить параметры перехода от условной системы координат к МСК 58;
- вычислить координаты границ ОАО СП «Заря» в МСК 58.

2. Вычислить координаты лесхоза в МСК 58 от т. 24 до т. 28.

Для этого нужно:

- вычислить параметры перехода по двум связующим точкам между системой координат лесхоза и МСК 58.
- вычислить координаты лесхоза в МСК 58 путём последовательного перехода.

3. Восстановить границу крестьянско-фермерского хозяйства «Луг» по дирекционным углам и мерам линий от т. 10 до т. 14.

4. Установить прохождение полосы отвода автомобильной дороги на основании координат оси автомобильной дороги и данных о величине полосы отвода.

5. Рассчитать координаты пересечения восстановленных границ хозяйства «Заря», полосы отвода автомобильной дороги, земельного участка лесхоза, земельного участка ООО «Заречье», КФХ «Луг» (точки P_1, P_2, P_3, P_4).

6. Сформировать земельный участок на основании полученных данных (рис. 2). Подготовить схему расположения границ земельного участка на кадастровом плане территории для согласования и утверждения в администрации муниципального района.

Для выполнения лабораторной работы из прил. 1 необходимо взять следующие данные:

- координаты пунктов ПП 2121, ПП 2123, ПП 2124, ПП 2128, ПП 2145, ПП 2112 в местной системе координат (МСК 58) и ПП 2121, ПП 2123 в ведомственной системе (лесного фонда) координат;

- координаты характерных точек границы ФГУ «Лунинский лесхоз» в ведомственной системе координат;

- данные в дирекционных углах и мерах линий о прохождении границы КФХ «Луг»;

- координаты границ земельного участка ООО «Заречье» в МСК 58;

- координаты оси автомобильной дороги в МСК 58 и величина полосы отвода;

- данные о прохождении границы ОАО СП «Заря» на картографической основе.

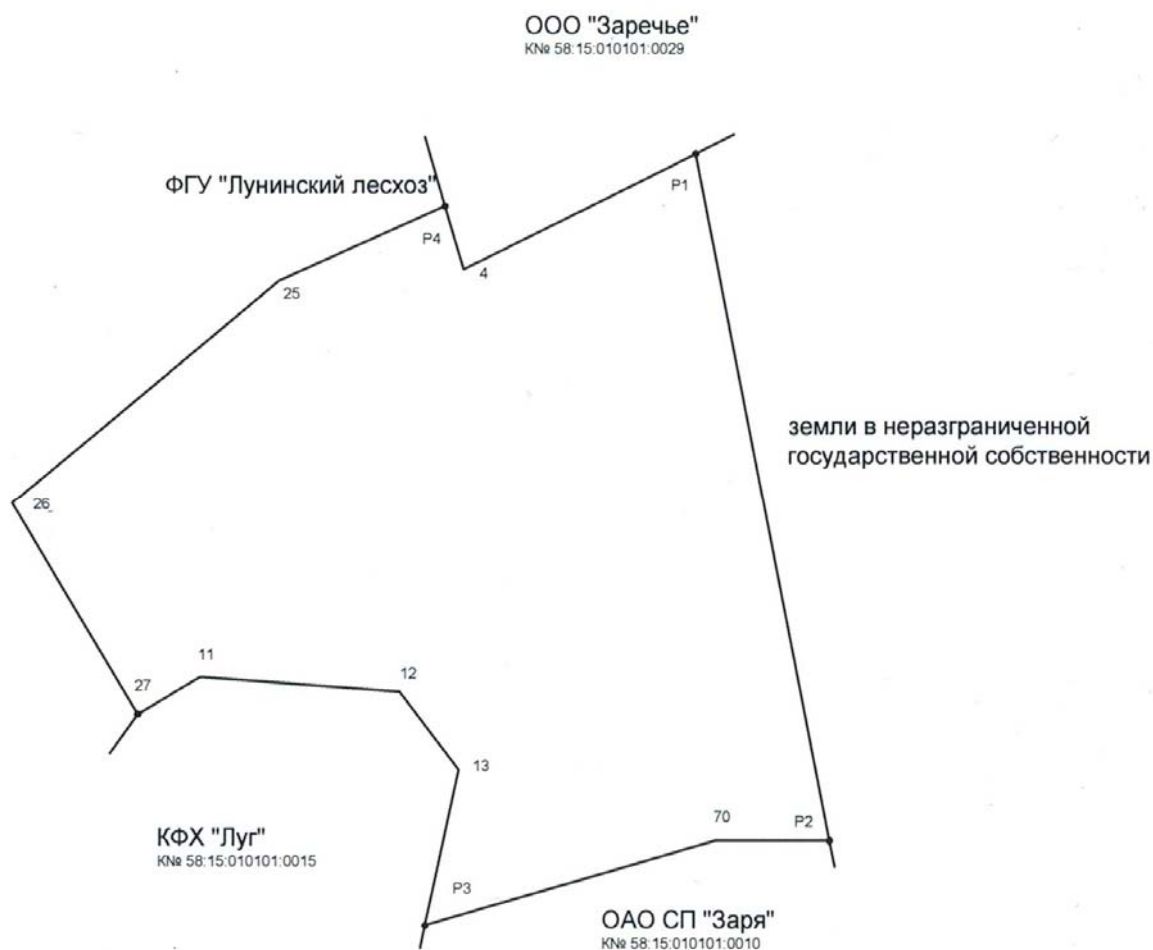


Рис. 2. План границ формируемого земельного участка

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется в последовательности поставленных задач.

1. Восстановление границ, отражённых на планово-картографической основе.

1.1. На исходном плане границ ОАО СП «Заря» необходимо построить условную сетку координат (рис. 3) в виде сетки квадратов со стороной 100×100 м, параллельной (перпендикулярной) интересующего участка границ. В отличие от геодезической системы координат X, Y оси условной системы обозначить A и B соответственно. Точку отсчёта выбрать таким образом, чтобы определяемые координаты имели положительные значения.

1.2. Снять графически с плана условные координаты пунктов ГГС ПП 2145, ПП 2112, характерных точек границы ОАО СП «Заря» 69, 70, 71 (координаты определять с округлением до целых метров). Все дальнейшие вычисления производятся с округлением до сантиметров.

1.3. Решением обратной геодезической задачи по координатам A, B и X и Y пунктов ПП 2145, ПП 2112 определить дирекционный угол и горизонтальное проложение данной линии. Необходимо выполнение следующего контроля точности графического определения координат A и B исходных пунктов: расхождения ΔS , не должно быть более:

$$\Delta S = S_{\text{местной}} - S_{\text{УСЛ}} \leq 5 \text{ м.}$$

1.4. Вычислить угол Θ разворота двух систем координат (местной и условной) по формуле:

$$\Theta = \alpha_{\text{местной}} - \alpha_{\text{УСЛ}},$$

где α – дирекционные углы, найденные из решения обратных геодезических задач.

1.5. По прямоугольным (X, Y) и условным ($A_C, B_C, A_{O'}, B_{O'}$) координатам исходных пунктов вычислить (дважды) координаты X_H, Y_H начала условной системы координат. По координатам пункта ПП 2112:

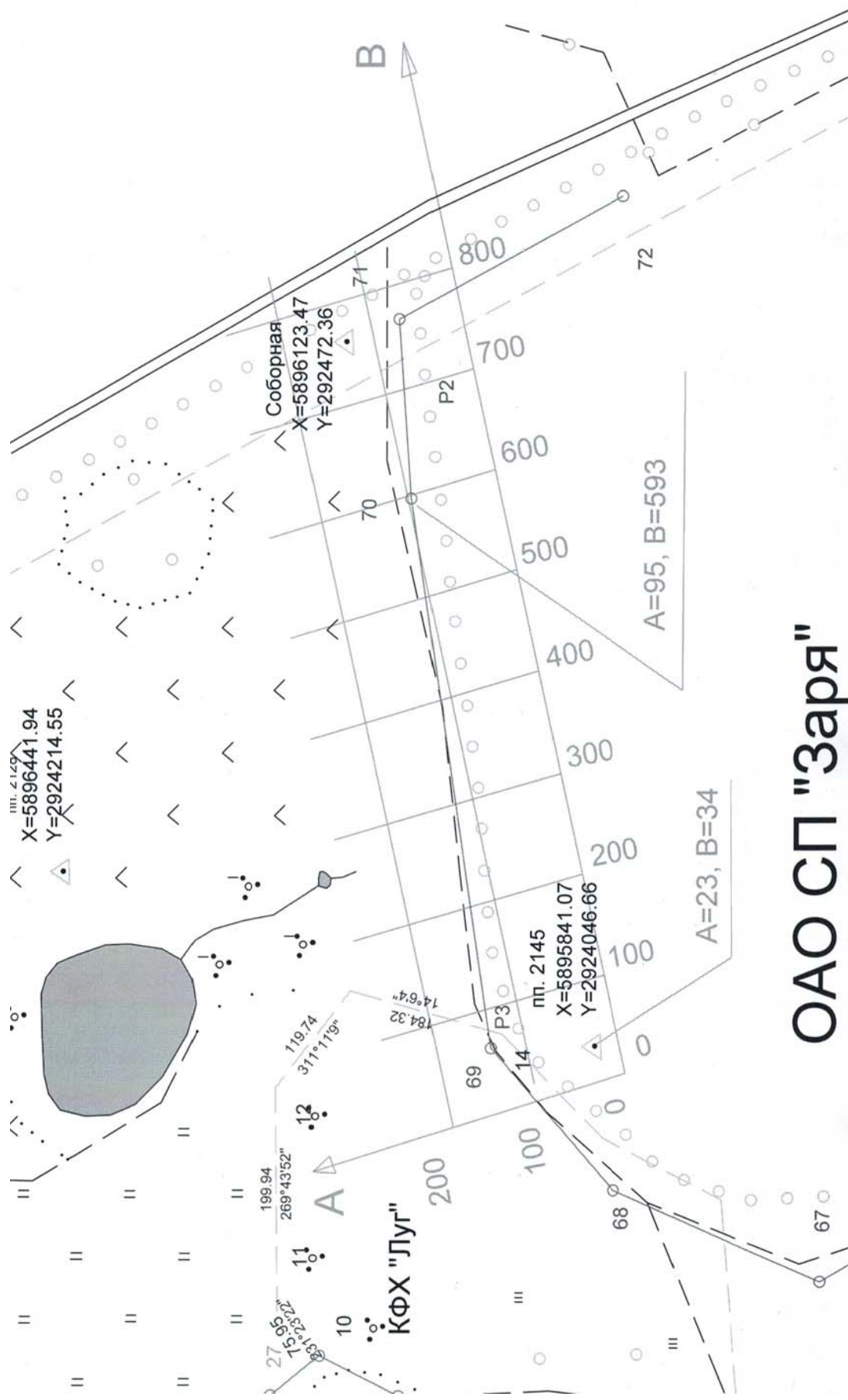
$$X_H = X_C - A_C \cos \Theta + B_C \sin \Theta,$$

$$Y_H = Y_C - A_C \sin \Theta - B_C \cos \Theta.$$

По координатам пункта ПП 2145:

$$X_H = X_O - A_{O'} \cos \Theta + B_{O'} \sin \Theta,$$

$$Y_H = Y_O - A_{O'} \sin \Theta - B_{O'} \cos \Theta.$$



ОАО СП "Заря"

Рис. 3. Условная система координат

Расхождения в координатах X_H, Y_H из двух решений не должно превышать 5 метров. За окончательные значения принять среднее ($X_{H\text{ ср}}, Y_{H\text{ ср}}$).

1.6. По полученным данным построить схему взаимного расположения двух систем координат, на которую выписать численные значения $\Theta, X_{H\text{ ср}}, Y_{H\text{ ср}}$.

1.7. Вычислить прямоугольные координаты точек 69, 70, 71 по формулам:

$$X_K = X_{H\text{ ср}} + A_K \cos\Theta - B_K \sin\Theta,$$

$$Y_K = Y_{H\text{ ср}} + A_K \sin\Theta + B_K \cos\Theta.$$

Оформить вычисления в виде табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Ведомость вычисления координат характерных точек путем формирования условной системы координат

№ п/п	Наименование точки	Условная система координат	Местная система координат
ПП 2145			
ПП 2112			
69			
70			
71			
Параметры связи условной и местной системы координат $\Theta =$ _____, $X_{H\text{ ср}} =$ _____, $Y_{H\text{ ср}} =$ _____			

2. Преобразование координат по двум связующим точкам.

Нам известны координаты (x, y) группы точек в первой плоской прямоугольной системе координат (ведомственная система), известны также координаты (X, Y) двух из них во второй плоской прямоугольной системе координат (местная система). Связующими точками являются пункты ПП 2121 и ПП 2123 (рис. 4).

Необходимо рассчитать координаты точек 24, 25, 26, 27, 28 (Лунинский лесхоз) во второй системе координат (рис. 4).

2.1. Решить обратную геодезическую задачу для линии ПП 2121 – ПП 2123. Дирекционный угол и горизонтальное проложение находят как в ведомственной (α_1, S_1) , так и в местной системе координат (α_2, S_2) .

2.2. Вычислить угол разворота между системами $\theta = \alpha_2 - \alpha_1$.

2.3. Найти масштабный множитель $m = S_2 / S_1$.

2.4. Вычислить коэффициенты $K_1 = m \cos \theta, K_2 = m \sin \theta$.

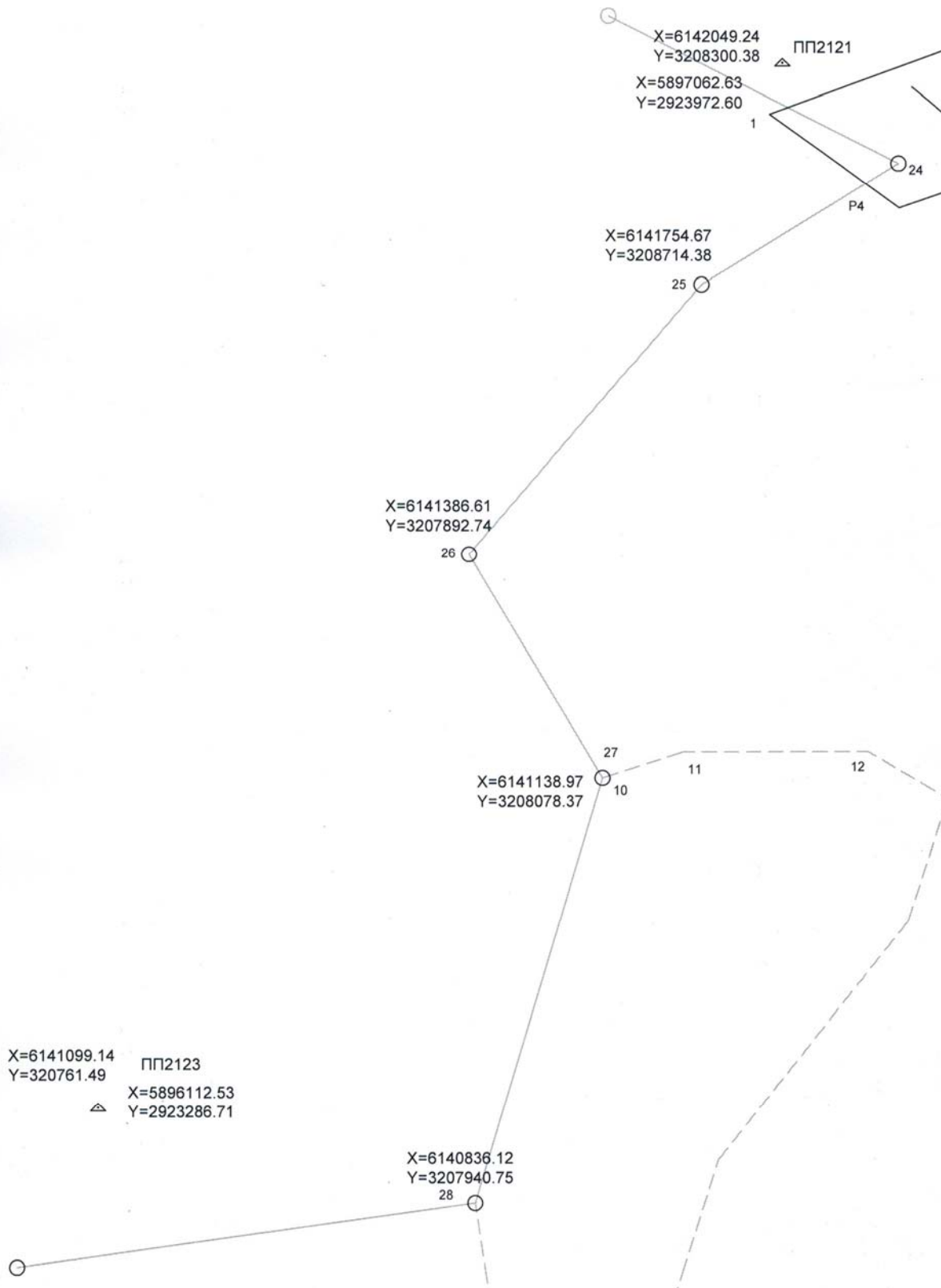


Рис. 4. Схема преобразования координат по двум связующим точкам

2.5. Вычислить координаты X , Y во второй системе координат (местная) путем последовательного перехода от пункта к пункту по формуле

$$X_n = X_{n-1} + (x_n - x_{n-1})K_1 - (y_n - y_{n-1})K_2,$$

$$Y_n = Y_{n-1} + (y_n - y_{n-1})K_1 - (x_n - x_{n-1})K_2,$$

где n – это точки 24, 25, 26, 27, 28, ПП 2121.

В случае $n = 24$, $n-1$ будет являться точкой ПП 2123, как начальная точка вычислений. Следует обратить внимание, что повторное вычисление ПП 2121 в местной системе координат является контролем всего процесса. При сравнении вычисленных координат в местной системе и полученных в исходных данных расхождение не должно превышать 5 см.

2.6. Результаты вычислений необходимо оформить в виде табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Преобразование координат по двум связующим точкам

Точки	Плоские прямоугольные координаты			
	x	y	X	Y
Связующие				
ПП 2121				
ПП 2123				
Контроль				
Преобразуемые				
24				
25				
26				
27				
28				

3. Восстановление границы по дирекционным углам и горизонтальным проложениям.

Граница крестьянско-фермерского хозяйства «Луч» представлена в виде дирекционных углов и горизонтальных проложений (рис. 5). Необходимо вычислить координаты поворотных точек 11, 12, 13, 14 границы КФХ «Луч», при условии, что точка 10 совмещена с точкой 27 границы лесхоза.

Вычисление сводится к последовательному решению прямой геодезической задачи от точки 10 (точка 27 границы лесхоза), через т. 11, 12, 13 до точки 14.

Студенту предлагается самостоятельно разработать форму таблицы для решения задачи и отразить в ней полученные результаты.

Следует обратить внимание, что конечной целью вычислений является получение координат в местной системе. Следовательно, за основу в данном случае необходимо брать координаты т. 27, вычисленные в местной системе.

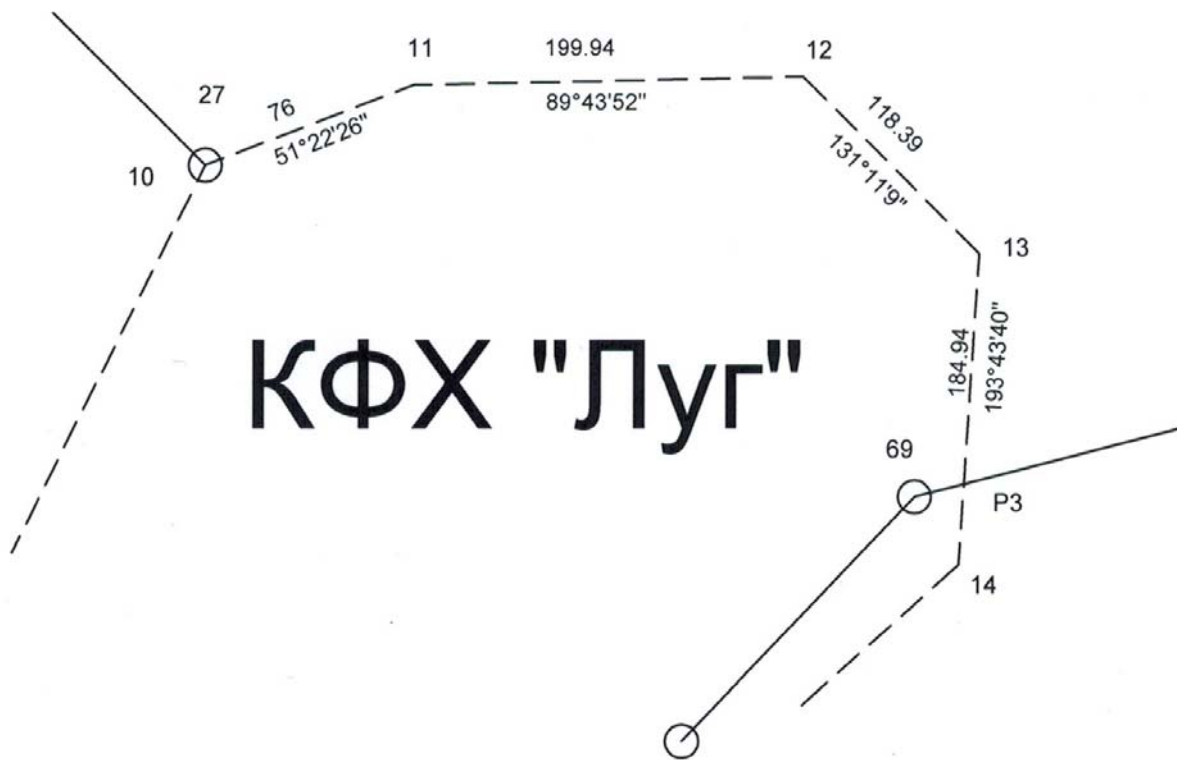


Рис. 5. Схема прохождения участка границ КФХ «Луг»

В данной задаче отсутствует контроль вычислений, поэтому следует с особой аккуратностью производить все необходимые действия, проверяя полученный результат путём повторного вычисления в обратную сторону или «вычисления во вторую руку», обратившись за помощью к напарнику.

4. Установление прохождения полосы отвода автомобильной дороги.

Граница полосы отвода определена как расстояние от оси автомобильной дороги. Прохождение оси железной дороги в свою очередь определено координатами поворотных точек оси автомобильной дороги А и В. Для определения координат поворотных точек прохождения полосы отвода (А₁, В₁) необходимо выполнить следующие действия (рис.6) описанные ниже.

4.1. Найти дирекционный угол α_{AB} путем решения обратной геодезической задачи на отрезке АВ.

4.2. Прейти к дирекционному углу α_{AA1} отрезка AA1 по формуле

$$\alpha_{AA1} = \alpha_{AB} + 90^\circ$$

4.3. Найти координаты А₁ путем решения прямой геодезической задачи

$$X_{A1} = X_A + S_{AA1} \cos \alpha_{AA1},$$

$$Y_{A1} = Y_A + S_{AA1} \sin \alpha_{AA1}.$$

4.4. Аналогично найти точки координаты B_1 . Для контроля вычислений необходимо решить обратные геодезические задачи между точкам А и В, а так же A_1 и B_1 и сравнить значения. Расхождения в результатах не должны превышать 5 см и $10''$.

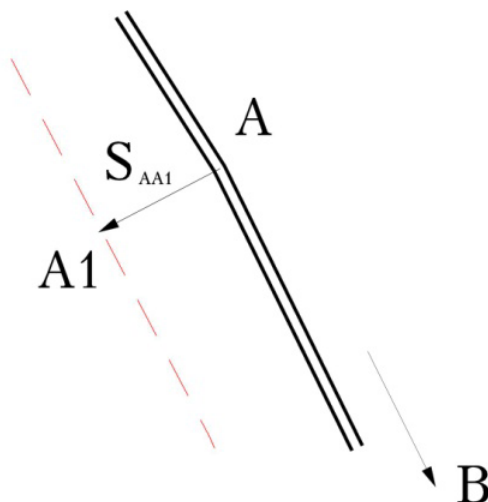


Рис. 6. Схема определения координат полосы отвода

Студенту предлагается самостоятельно разработать форму таблицы для решения задачи и отразить в ней полученные результаты.

5. Вычисление точек пересечения границ земельных участков.

Для окончательного формирования земельного участка вокруг озера Боравое необходимо найти координаты пересечения восстановленных границ соседних землепользователей, точки P_1, P_2, P_3, P_4 (рис. 2).

Для примера рассмотрим вычисление координат P_4 (рис.7).

Нам известны координаты точек 1 и 4 земельного участка ООО «Заречье». А так же нами были вычислены в местной системе координаты точек 25 и 24 Лунинского лесхоза.

Для решения поставленной задачи необходимо выполнить ряд действий.

5.1. Решая обратную геодезическую задачу найдем дирекционные углы направлений 25-1, 25-24, 4-1 и горизонтальное проложение 1-25.

5.2. Рассмотрим треугольник 1- P_4 -25 (рис. 7). Вычислим углы в треугольнике φ и δ как разности соответствующих дирекционных углов

$$\varphi = \alpha_{25-24} - \alpha_{25-1},$$

$$\delta = \alpha_{4-1} - (\alpha_{25-24} - 180^\circ).$$

5.3. По теореме синусов найдем S_{1-P_4} .

$$S_{1-P_4} / \sin \varphi = S_{1-25} / \sin \delta.$$

5.4. Решая прямую геодезическую задачу от точки 1 найдем координаты P_4 :

$$X_{P_4} = X_1 + S_{1-P_4} \cos \alpha_{4-1},$$

$$Y_{P_4} = Y_1 + S_{1-P_4} \sin \alpha_{4-1}.$$

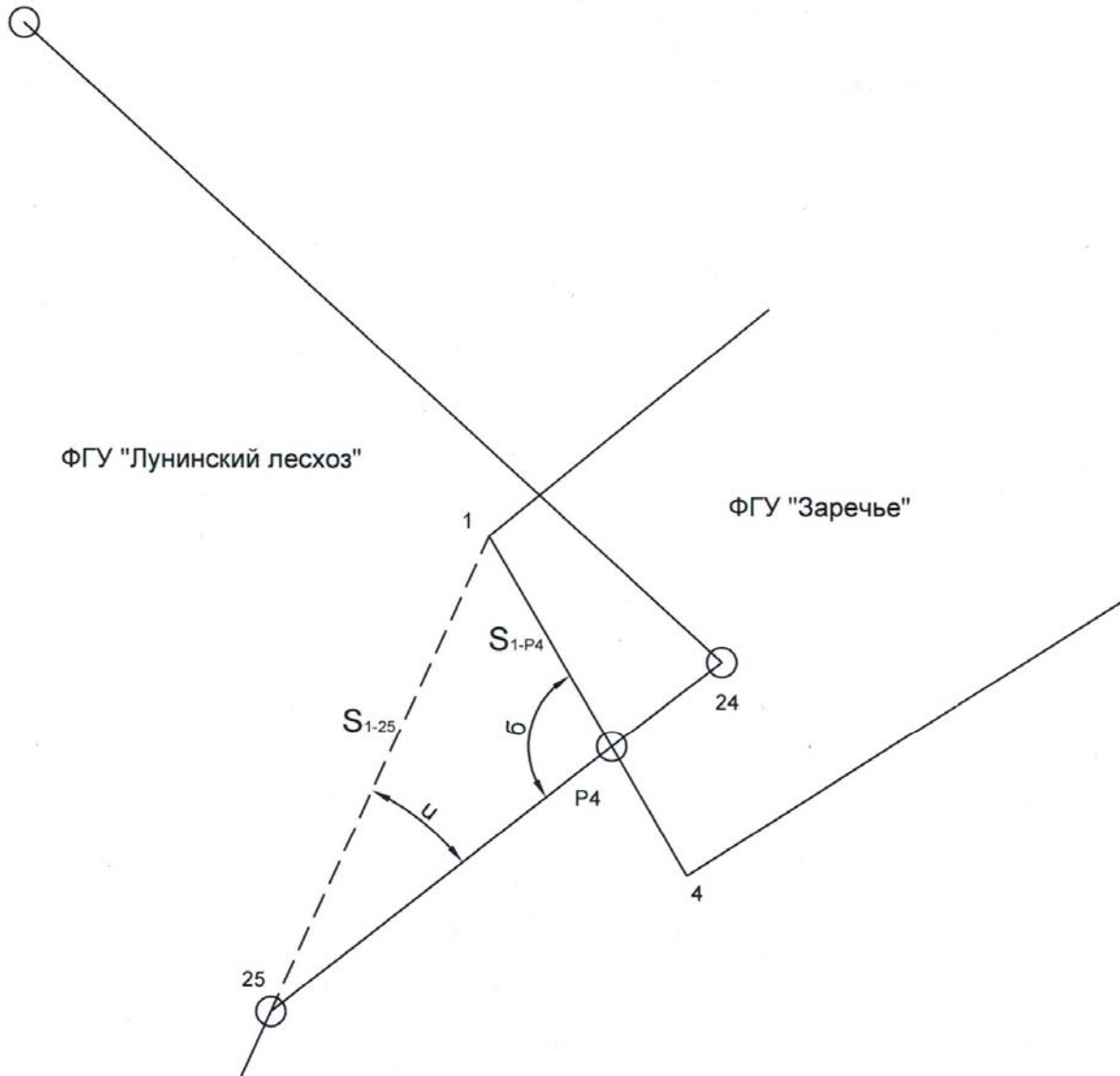


Рис. 7. Схема определения координат пресечений границ

5.5. Для контроля вычислений аналогичным образом производим расчет координат P_4 от точки 25. Расхождение на должно превышать 5 см.

5.6. Используя рассмотренный принцип решения задачи находят координаты P_1, P_2, P_3 .

5.7. По окончанию вычислений результаты формируют в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Вычисление координат точек пересечений границ

Наименование точки	Пересечением каких границ является	X	Y
P_1	1-4, 25-24		
P_2			
P_3			
P_4			

6. Оформление схемы расположения земельного участка на кадастровом плане территории.

Подготовим схему расположения границ земельного участка на кадастровом плане территории.

Пример оформления схемы представлен в прил. 2.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой местная система плоских прямоугольных координат?

2. В чем заключаются различия прямоугольных геодезических координат (пространственные прямоугольные координаты), плоских прямоугольных геодезических координат и геодезических (эллипсоидальных) координат?

3. Как можно преобразовать плоские прямоугольные координаты из одной системы в другую?

4. Какие параметры называют «ключом» местной системы координат?

5. Что представляет собой государственная геодезическая сеть?

6. Какие геодезические построения включает в себя ГГС?

Лабораторная работа № 2 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Цель работы: получение навыков проектирования границ земельных участков аналитическим способом.

Задание. После формирования границ земельного участка вокруг озера Боравое (см. лабораторную работу № 1) и подготовке схемы расположения земельного участка на кадастровом плане территории было выпущено постановление главы администрации о утверждении границ земельного участка. Постановление послужило основанием для подготовки межевого плана, постановки земельного участка на государственный кадастровый учёт и подготовки проекта планировки территории, предусматривающего ее раздел на несколько земельных участков с различным целевым назначением и разрешенным использованием.

Перед кадастровым инженером была поставлена задача по разделу земельного участка вокруг озера Боравое на части с целью дальнейшей постановки их на Государственный кадастровый учет (ГКУ) и проведения аукциона по продаже прав на заключение договоров аренды земель.

Необходимо разделить исходный участок на следующие части (рис. 8):

- 1) участок № 1 площадью 13 гектар, для фермерского хозяйства;
- 2) участок № 2 площадью 10 гектар, для организации садового товарищества;
- 3) участок № 3 площадью 10 гектар, для организации садового товарищества;
- 4) участок № 4 площадью 1 гектар, для земель общего пользования;
- 5) участок № 5 площадью 10 гектар, для земель промышленности;
- 6) участок № 6 для рекреационных целей.

Раздел исходного земельного участка необходимо произвести с применением методов:

- аналитического проектирования;
- проектирование треугольником;
- проектирование четырёхугольником;
- проектирование трапецией.

Исходным участком для проектирования является сформированный земельный участок по результатам лабораторной работы № 1. Остальные исходные данные для проектирования (площади конечных и промежуточных земельных участков) едины для всех вариантов и даются в составе методических рекомендаций.

При контроле проектирования производят вычисления полученных площадей аналитическим способом по плоским прямоугольным коорди-

натам и сравнивают контрольные измерения с проектными. Расхождением не должны превышать предельно допустимой погрешности равной:

$$P_{\text{доп}} = 3,5M_t \sqrt{P_{\text{док}}},$$

где $P_{\text{док}}$ – проектная площадь;

M_t – нормативная средняя квадратическая погрешность положения характерных точек границ и определяется в соответствии с назначением проектируемого земельного участка.

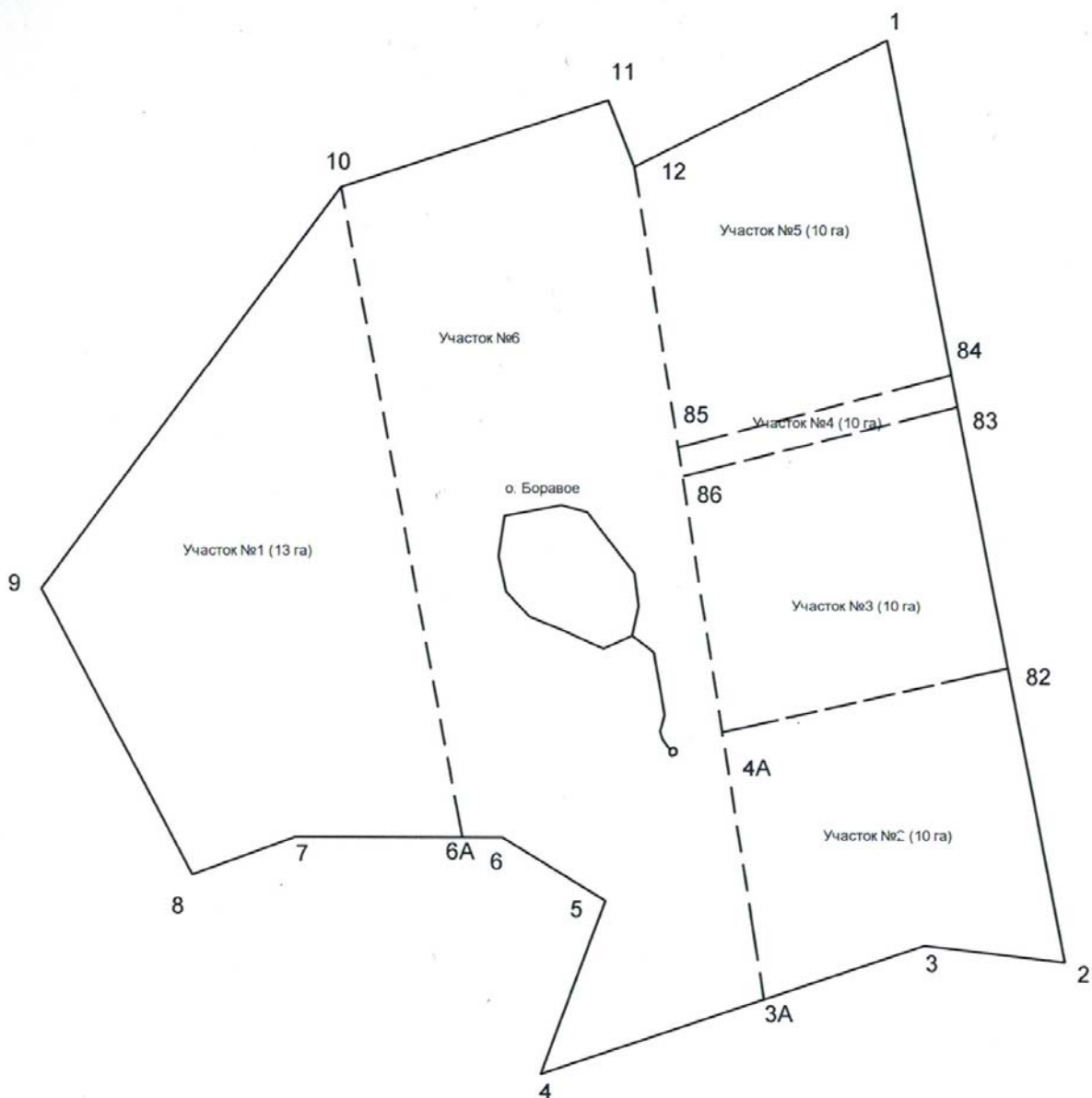


Рис. 8. Схема раздела земельного участка

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

1. Проектирование участка № 1.

Участок № 1 выделяется в западной части исходного земельного участка и его площадь должна быть равна 13 гектар.

1.1. На первом этапе (рис. 9) сформируем два треугольника 8-9-7 и 7-9-10. Вычислим их площади как:

$$P=1/2 \times ab \times \sin\beta ,$$

где a и b – стороны треугольника, а β – угол между ними.

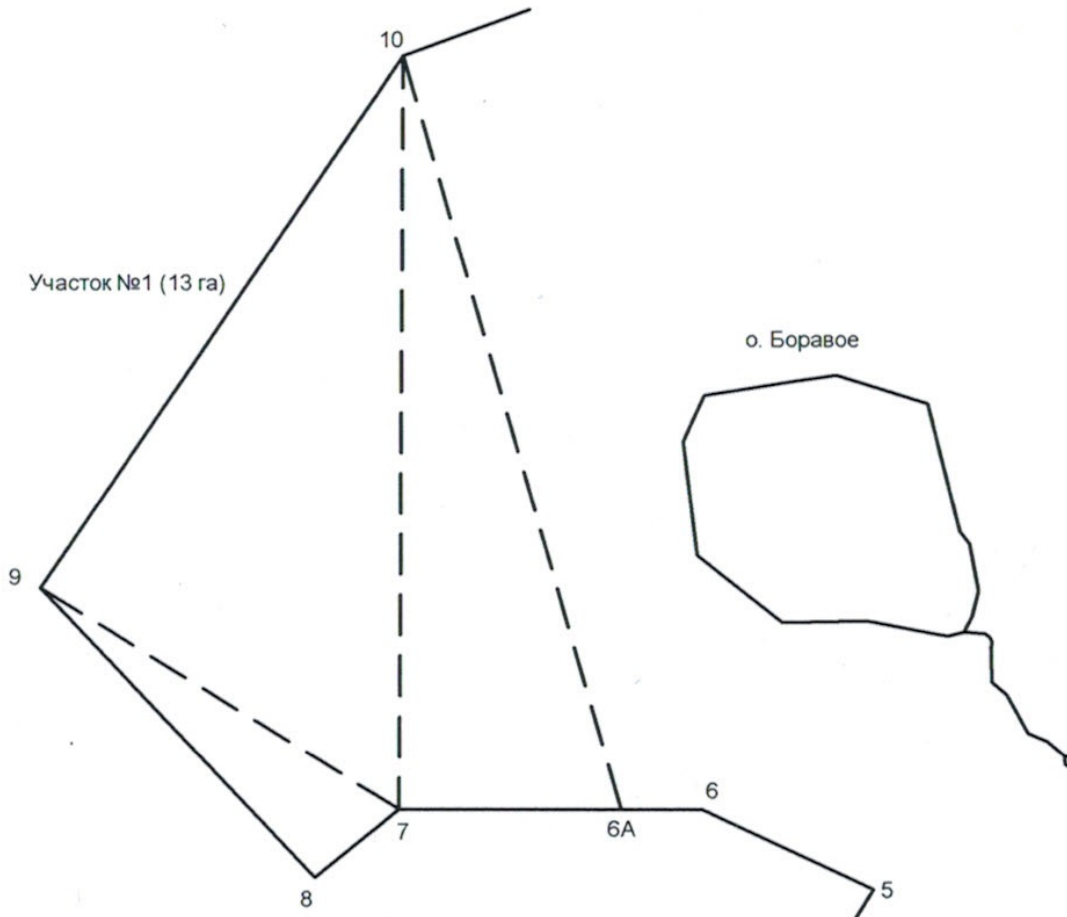


Рис. 9. Схема формирования участка № 1

Для этого необходимо, решая обратную геодезическую задачу, найти стороны треугольников (как горизонтальное проложение) и углы в треугольниках (как разность дирекционных углов).

Полученный результат необходимо проконтролировать вычислив площадь четырёхугольника 8-9-10-7 по координатам.

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

1.2. На втором этапе проектирования необходимо найти недостающую до проектной величины (13 га) площадь. Для этого вычтем из 13 га площадь полученного четырёхугольника 8-9-10-7 и получим $P_{пр}$.

1.3. Далее рассмотрим треугольник 7-10-6А, где точку 6А необходимо определить из условия, что площадь треугольника будет равна $P_{пр}$. Применяя способ проектирования треугольником получим:

$$S_{7-6A} = \frac{2P_{пр}}{S_{7-10} \sin \beta},$$

где β – угол между сторонами 7-10 и 7-6А.

1.4. После вычисления расстояния S_{7-6A} вычислим координаты точки 6А, применяя прямую геодезическую задачу, где исходной точкой является т. 6, расстояние S_{6-6A} , дирекционный угол это угол направления 7-6.

1.5. Контролем правильности вычислений будет определение площади многоугольника 7-8-9-10-6А по координатам и сравнение с проектной величиной.

2. Проектирование временного участка

Проведём проектирование временного земельного участка (рис. 10) площадью 31 га, который впоследствии будет разделён на участки № 2, 3, 4, 5.

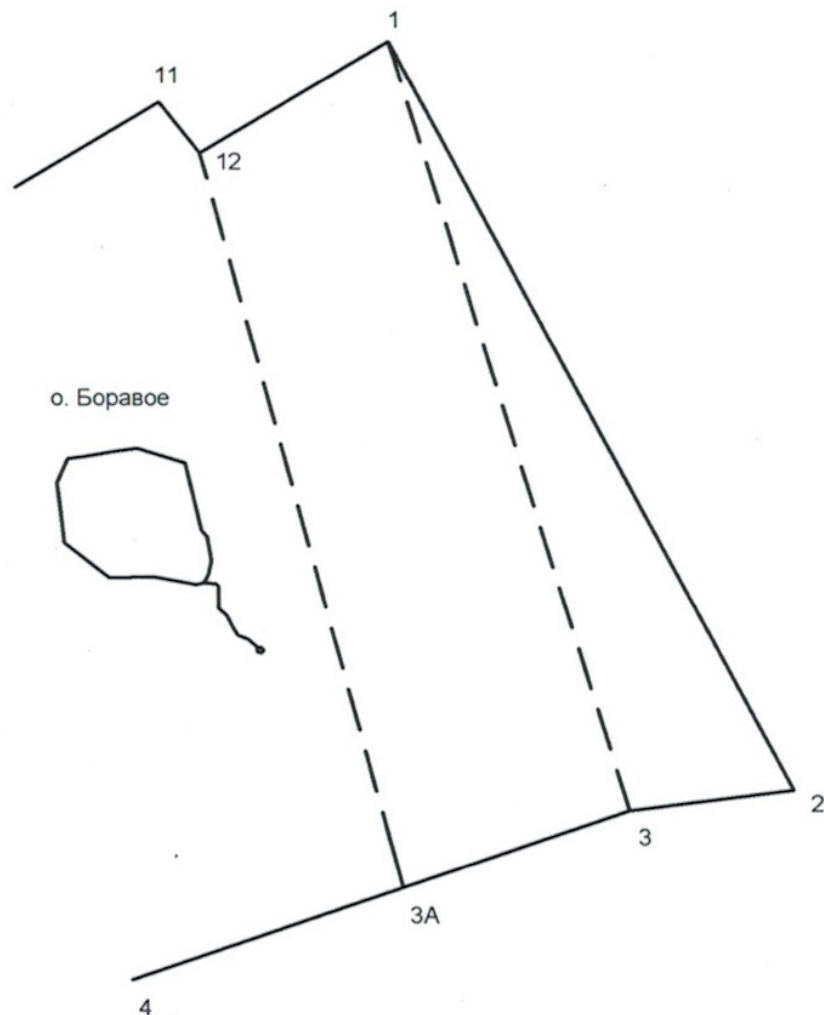


Рис. 10. Схема проектирования временного участка

2.1. По рассмотренной выше методике вычислим (обязательно с контролем) площадь треугольника 1-2-3.

2.2. Далее вычислим недостающую до проектной величины (31 га) площадь ($P_{пр}$), как разность между 31 га и площадью треугольника 1-2-3.

2.3. С применением метода проектирования четырёхугольником вычислим сторону 3-3А по формуле

$$S_{3-3A} = \frac{2P_{пр} - bc \sin \mu}{b \sin \beta + c \sin \beta (\beta + \mu - 180^\circ)},$$

где b – расстояние S_{1-3} ;

c – расстояние S_{1-12} ;

μ – угол между b и c ;

β – угол между b и S_{3-3A} .

2.4. Далее с применением прямой геодезической задачи вычислим координаты точки 3А и проведем контроль полученного результата (вычисление площади запроектированной фигуры по координатам).

3. Проектирование участков № 2, 3, 4, 5.

Проведем проектирование участка № 2.

3.1. Из точки 3А опустим перпендикуляр к стороне 1-2 в точке 81 (рис. 11). А линию 3А-3 продолжим до стороны 1-2 в точке 80.

Вычислим площади образовавшихся треугольников 3-80-2 и 3А-81-80. Углы при этом, находим как разности дирекционных углов, а стороны как горизонтальные проложения из решения обратной геодезической задачи и по теореме синусов. При решении треугольника 3А-81-80 находим длины сторон 3А-81, 2-80, 80-81. Далее путём решения прямой геодезической задачи находим координаты точки 81.

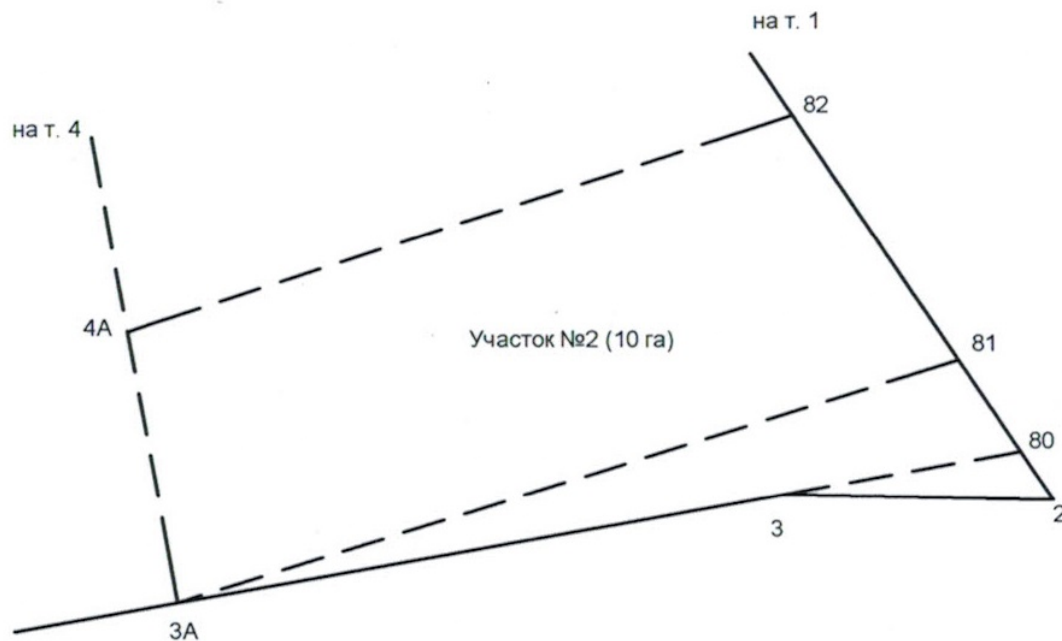


Рис. 11. Схема проектирования участка № 2

3.2. Вычислим сумму площадей треугольников 3-80-2 и 3А-81-80 и проконтролируем полученный результат путём вычисления площади фигуры 3А-81-80-2-3 .

3.3. При условии, что площадь проектируемого участка должна быть 10 га, вычислим недостающую площадь ($P_{пр}$) как разницу между 10 га и площадью полученной фигуры 3А-81-80-2-3.

3.4. Недостающую часть земельного участка необходимо проектировать с помощью метода трапеции исходя из того, что:

a – основание трапеции и соответствует линии 3А-81;

b – второе основание трапеции и соответствует линии 4А-82;

λ и β – углы при основании a трапеции;

c и d – боковые стороны трапеции.

Найдем неизвестное основание трапеции:

$$b = \sqrt{a^2 - 2P_{пр} (\operatorname{ctg} \lambda + \operatorname{ctg} \beta)}.$$

Найдем значение боковых сторон трапеции

$$c = 2P_{пр} / (a + b) \sin \lambda,$$

$$d = 2P_{пр} / (a + b) \sin \beta.$$

Далее координаты точек 4А и 82 найдем из прямой геодезической задачи.

3.5. Осуществим контроль полученных результатов путем вычисления площади трапеции по координатам.

3.6. Проектирование участков № 3, 4 (рис. 8) производится аналогичным образом (методом трапеции) с учетом того, что теперь $P_{пр}$ для № 3 равно 10 га, а $P_{пр}$ для №4 равно 1 га.

3.7. Оставшаяся от временного участка площадь после проектирования участков 2, 3, 4 является участком № 5 и по проекту должна равняться 10 га. Необходимо вычислить площадь земельного участка № 5 по координатам и сравнить с проектной.

4. Оформление результатов проектирования.

Результаты проектирования необходимо оформить в виде вычислительных таблиц (форма выбирается самостоятельно студентом), а также в виде разделов межевого плана «Сведения об образуемых земельных участках и их частях», «Схема расположения земельных участков», «Чертеж земельных участков и их частей».

Образцы оформления в виде разделов межевого плана предоставлены в прил. № 3.

В разделах межевого плана отражаются площади земельных участков вычисленные аналитическим способом по плоским прямоугольным

координатам межевых знаков с указанием предельно допустимой погрешности расхождения площадей.

Контрольные вопросы

1. Какие аналитические способы проектирования вы знаете?
2. Какие расчеты необходимо выполнить для проектирования земельного участка способом треугольника и трапеции?
3. Какими числовыми показателями характеризуется нормативная точность межевания?
4. Понятие и определение допустимого расхождения площадей.
5. Решите задачу определения допустимого расхождения площадей для различных видов использования земель при площадях участка 10 га, 50 га, 1 га.
6. Каким образом вычисляется площадь земельного участка (определение, формулы)?
7. Какой вид землеустроительной документации подготавливается при разделе земельного участка?
8. Назовите основные составляющие землеустроительной документации, содержащие информацию о проведенных геодезических работах.

Лабораторная работа № 3 ВЫНОС В НАТУРУ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Цель работы: получение навыков выполнения проектных работ по перенесению поворотных точек границ земельных участков в натуру.

Задание. В процессе раздела земельного участка в районе озера Боровое (см. лабораторную работу № 2) были сформированы шесть земельных участков. Перед кадастровым инженером была поставлена задача вынести в натуру земельные участки № 2, 3, 4, 5.

После сбора сведений и обследования геодезической основы на территории работ было установлено наличие шести пунктов Государственной геодезической сети (ГГС) (см. табл. 1) обеспеченных сведениями о координатах.

Перед Вами как кадастровым инженером стоят следующие задачи:

1. Провести проектирование работ по выносу в натуру поворотных точек границ земельных участков 2, 3, 4, 5 (рис. 12) способами полярных координат, створов, прямоугольных координат и проектного теодолитного хода (при проектировании выбрать условия, обеспечивающие минимальную ошибку выноса в натуру и физическую возможность выноса);

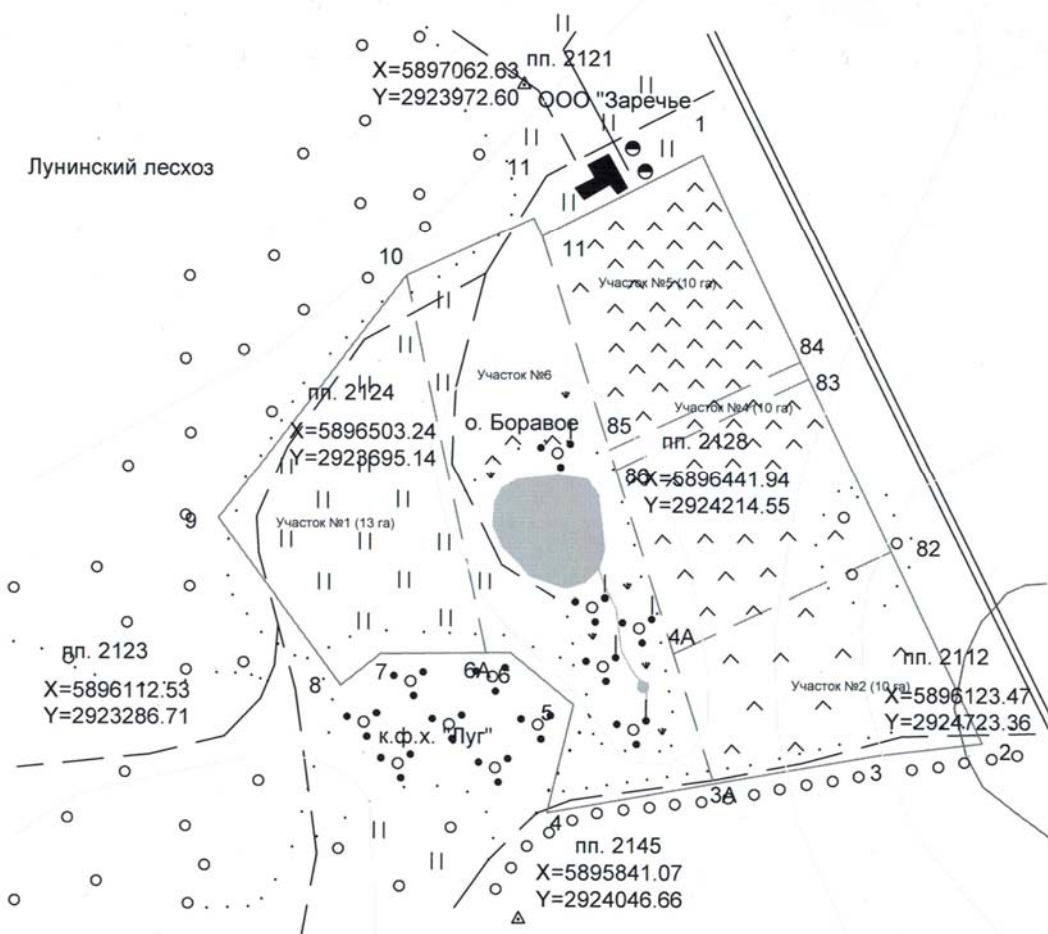


Рис. 12. Схема границ земельных участков, подлежащих выносу в натуру

2. Рассчитать разбивочные элементы и оформить результаты проектирования в виде разбивочного чертежа.

Исходными данными для данной работы являются результаты аналитического проектирования, проведенного в лабораторной работе № 2, и координаты пунктов ГГС в местной системе координат, полученные студентом в лабораторной работе № 1 (в соответствии с вариантом).

Варианты выбора метода выноса в натуру для различных точек представлены ниже и назначаются преподавателем для различных групп обучающихся (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Варианты заданий для различных групп обучающихся

№ п/п	Номера точек	Методы выноса в натуру
<i>Вариант 1</i>		
1	3А, 2, 3	Полярных координат
2	12, 1	Угловой засечки
3	6А, 7, 8, 9, 10	Проектный теодолитный ход
4	82, 83, 84, 85, 86, 4А,	Створный метод
5	3А, 2, 3 (повторно)	Прямоугольных координат
<i>Вариант 2</i>		
1	10, 12, 1	Полярных координат
2	6А, 7, 8, 9	Прямоугольных координат
3	2, 3, 3А	Проектный теодолитный ход
4	82, 83, 84, 85, 86, 4А	Створный метод
5	83, 84 (повторно)	Угловой засечки
<i>Вариант 3</i>		
1	6А, 7, 8, 9	Полярных координат
2	3А, 3, 2	Угловой засечки
3	10, 12, 1	Проектный теодолитный ход
4	82, 83, 84, 85, 86, 4А	Створный метод
5	12, 1 (повторно)	Прямоугольных координат

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

1. В соответствии с вариантом методов выноса точек произвести проектирование выноса в натуру каждым из методов с учетом доступности точек и опорных пунктов, фактической видимости между объектами, минимальной ошибки выноса.

Минимальную ошибку выноса следует определять как наименьшее значение средней квадратической погрешности положения проектной точки на местности относительно опорного пункта.

2. Вычислить разбивочные элементы выноса в натуру и контрольные измерения. При вычислении разбивочных элементов, при необходимости, учесть поправку за угол наклона местности. Рассчитать среднюю квадра-

тическую погрешность положения проектной точки на местности относительно опорного пункта.

3. Сформировать разбивочный чертеж для выноса в натуру проектных границ для каждой точки соответствующим методом.

При выполнении работы следует учитывать следующие особенности:

1. Среднюю квадратическую погрешность построения проектного угла (m_{β}) следует принять равной 30". Среднюю квадратическую погрешность построения проектного расстояния (m_d) следует принять равной 0,05 м.

2. При учете поправки за угол наклона местности следует учитывать, что поправка не превышающая 0,05 м может не учитываться так как не оказывает значительного влияния на точность кадастровых работ на землях поселений ($m_p = 0,2$ м).

3. При составлении разбивочных чертежей, в обязательном порядке, необходимо предусматривать измерения, контролирующие качество выноса в натуру. В способе проектного теодолитного хода и створном способе контроль предусмотрен самой методикой и дополнительных расчетов не требуется. В других способах необходимо рассчитать и указать углы или расстояния, позволяющие осуществить контроль выноса в натуру проектных точек.

Разбивочный чертеж является геодезическим проектом перенесения на местность проектных границ и составляется в масштабе, позволяющем без потери читаемости размещать на нем все необходимые элементы.

На разбивочном чертеже необходимо отразить:

1. пункты исходной геодезической сети;

2. данные проектирования границ земельных участков (проектируемые границы, номера участков, площадь, номера точек, горизонтальные проложения);

3. проектные горизонтальные углы и проектные расстояния;

4. контрольные измерения, необходимые для самоконтроля в полевых условиях;

5. элементы ситуации и рельефа имеющие ориентирное значение, используемые для отражения фактической видимости или доступа к объектам выноса.

Разбивочный чертеж оформляется в красном и четном цвете. Черным цветом указываются элементы фактически существующие на момент выноса в натуру (пункты исходной геодезической сети, части границ земельных участков закрепленных на местности, элементы ситуации и рельефа), рамка, оформительский текст. Красным цветом отражаются элементы подлежащие выносу и требуемые для этого геодезические построения (данные проектирования границ земельных участков, проектные горизонтальные углы и проектные расстояния, контрольные измерения).

К разбивочному чертежу составляются пояснительные надписи, отражающие последовательность выноса в натуру и контроля результатов выноса, расчет оценки точности, расчет разбивочных элементов.

Разбивочные чертежи располагаются и нумеруются в последовательности, определенной кадастровым инженером для выноса в натуру, и в случае выноса части границ на предыдущем чертеже, в последующем она отражается чёрным цветом и может служить основой для контроля.

Разбивочный чертеж может составляться одновременно на несколько земельных участков без потери читаемости всех элементов разбивочного чертежа.

Образец составления разбивочного чертежа предоставлен в прил. 4.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей составляется разбивочный чертеж, и какие элементы отражаются на нём?

2. Какую технологию работ применяют при выносе на местность проектной точки способами полярных и прямоугольных координат?

3. Какую технологию работ применяют при выносе на местность проектной точки способами линейной и угловой засечки?

4. Какую технологию работ применяют при выносе на местность проектной точки створным способом и способом проектного теодолитного хода?

5. Как отличается проектная длина линии от ее горизонтального проложения?

6. Как определить проектный горизонтальный угол и проектную длину?

7. Какие виды карт и планов, применяемые в кадастре недвижимости и землеустройстве, вы знаете?

Лабораторная работа № 4
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ ДЛЯ КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ.
РЕШЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CREDO_DAT 3.0

Цель работы: – выполнение начальных установок системы;
– решение обратной геодезической задачи с использованием программного комплекса Credo_Dat различными способами и выполнение расчета угла между пунктами;
– решение прямой угловой засечки в программном комплексе Credo_Dat;
– решение обратной угловой засечки в модуле Credo_Dat.

Задание 1. Выполнение начальной настройки системы с помощью команд меню «Вид» и «Установки».

**Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы**

При инсталляции системы Credo-Dat 3.0 на рабочем столе компьютера автоматически создается ярлык для быстрого запуска системы. Для запуска дважды щелкните левой клавишей мыши на нем.

Выполнение начальных установок системы производится при выборе соответствующих команд в меню Вид и Установки.

В меню Вид можно настроить количество и состав панелей инструментов, а также включить отображение строки состояния. Работа по выполнению данных настроек является стандартной для программ, работающих в операционной системе WINDOWS.

В меню Установки, перед началом работы над объектом, вы можете выбрать для него уже существующие, а при необходимости и создать новые: классификатор топографических объектов, системы координат и высот, шаблоны выходных документов, скорректировать представление таблиц в табличном редакторе, выполнить общие настройки или изменить используемые цвета и шрифты.

Для выбора текущего классификатора необходимо выполнить следующие действия, схематично показанные на рис. 13:

- выберите команду Классификатор в меню Установки;
- в появившемся окне нажмите кнопку Обзор и в стандартном диалоговом окне Открыть перейдите в папку WINDAT с исходными данными для выполнения лабораторной работы. Выберите файл Классификатор.cls.

В нередактируемом поле вы увидите имя нового классификатора и путь к нему.

Кнопка Редактировать позволяет внести изменения в существующий классификатор, например, дополнить его новыми условными знаками. В настоящем задании мы не будем рассматривать этот вопрос, так как ему посвящено отдельное задание.

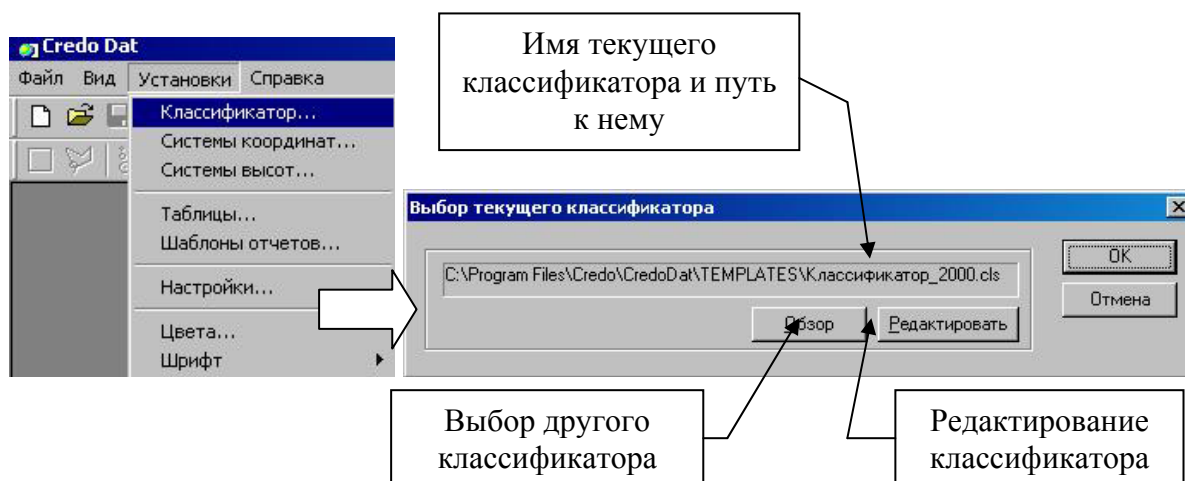


Рис. 13. Выбор текущего классификатора

Все задания лабораторной работы будут выполняться в местной системе координат, необходимо контролировать правильность ее установки. Для этого в меню Установки выберите команду Системы координат. В раскрывшемся окне, в нередактируемом поле Система координат по умолчанию, должна быть запись Местная (рис. 14), а в поле Проекция – Локальная. Если это не так, то выберите в левом окне название местной системы и нажмите кнопку По умолчанию.

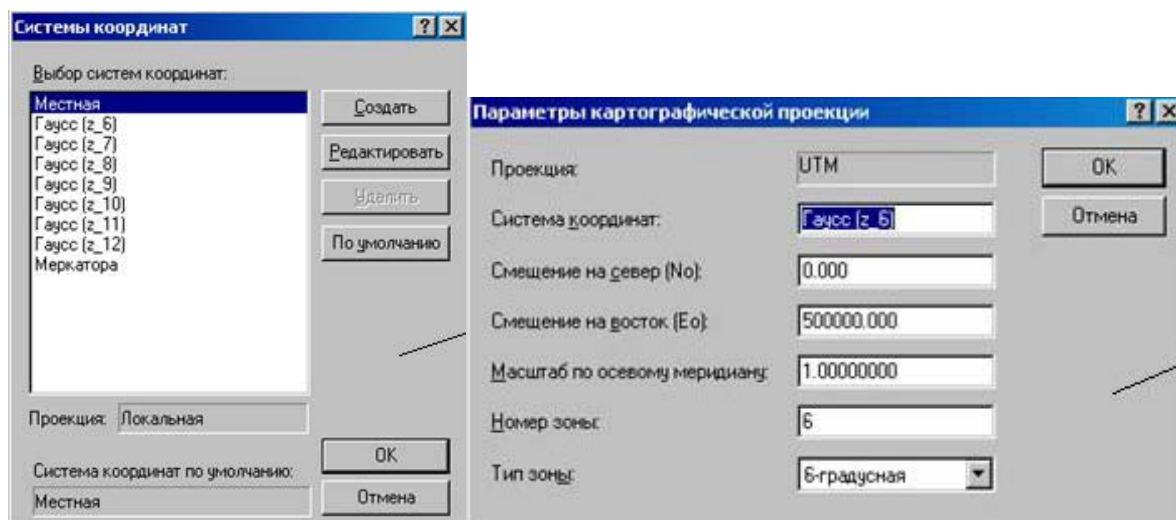


Рис. 14. Выбор системы координат

В данном окне можно создавать новые системы координат (кнопка Создать), редактировать существующие (кнопка Редактировать), а также удалять (кнопка Удалить) и устанавливать выбранную по умолчанию.

Для ознакомления с возможностями настройки систем координат выберите систему «Гаусс (z_6)» и нажмите кнопку Редактировать, при этом раскроется окно Параметры картографической проекции. В полях редактирования вы можете изменить имя системы координат, задать смещения на север и восток, масштаб по осевому меридиану, номер зоны и выбрать ее тип (шести- или трехградусная).

При правильной настройке проекции UTM (государственная система координат является ее частным случаем, с масштабным коэффициентом по осевому меридиану 1.0), в дальнейшем в измерения можно будет ввести поправки за переход на плоскость. Следует отметить, что выбор и настройки систем координат, а также представления координат в СК-42 удобнее выполнять непосредственно перед вводом координат в проекте (меню Данные, команда Свойства проекта, вкладка Система координат).

Выбор Балтийской системы высот представлен на рис. 15.

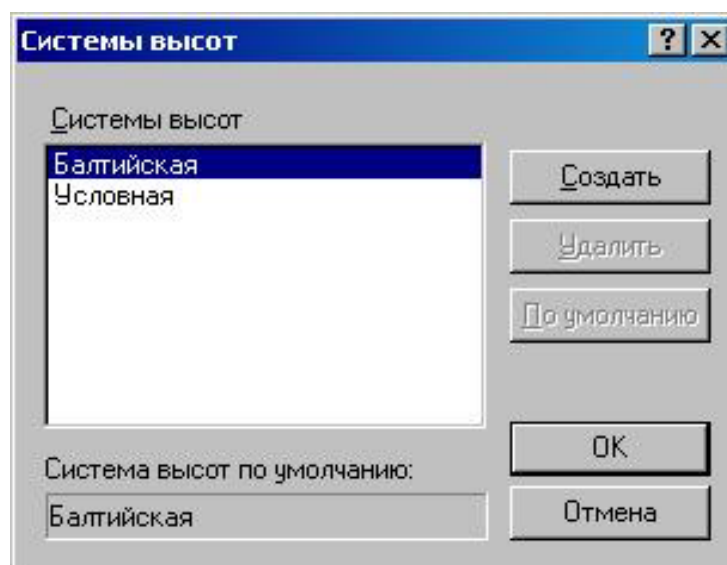


Рис. 15. Выбор Балтийской системы высот

Используемая в проекте система высот не имеет принципиального значения (в расчетах она не участвует), а носит лишь информативный характер. При желании пользователя ее имя может выводиться в отчетные документы. Вы можете изменить или создать новую систему в окне Системы высот, которое вызывается одноименной командой из меню Установки. Принципы работы в данном окне такие же, как и в окне систем координат.

Изменение представления данных в табличных редакторах, таких как расположение, видимость и названия колонок, производится в окне Настройка представления таблиц, которое вызывается командой Таблицы меню Установки.

Следует отметить, что удобнее его вызывать непосредственно при работе в системе. Для этого необходимо нажать правую клавишу мыши на заголовке любой колонки таблицы, представление которой необходимо изменить.

Для того, чтобы изменить положение той или иной колонки в таблице, находясь в окне настройки, нажмите на ее имени левую клавишу мыши и, удерживая ее нажатой, перемещайте курсор (а вместе с ним и название колонки) на новое место, после чего отпустите клавишу. Верхняя строка в перечне соответствует первой колонке таблицы. Для изменения имени колонки укажите курсором в списке ту, имя которой будете менять, и введите новое в редактируемое поле Заголовок. Видимость колонок регулируется флажком Спрятать колонку (рис. 16).

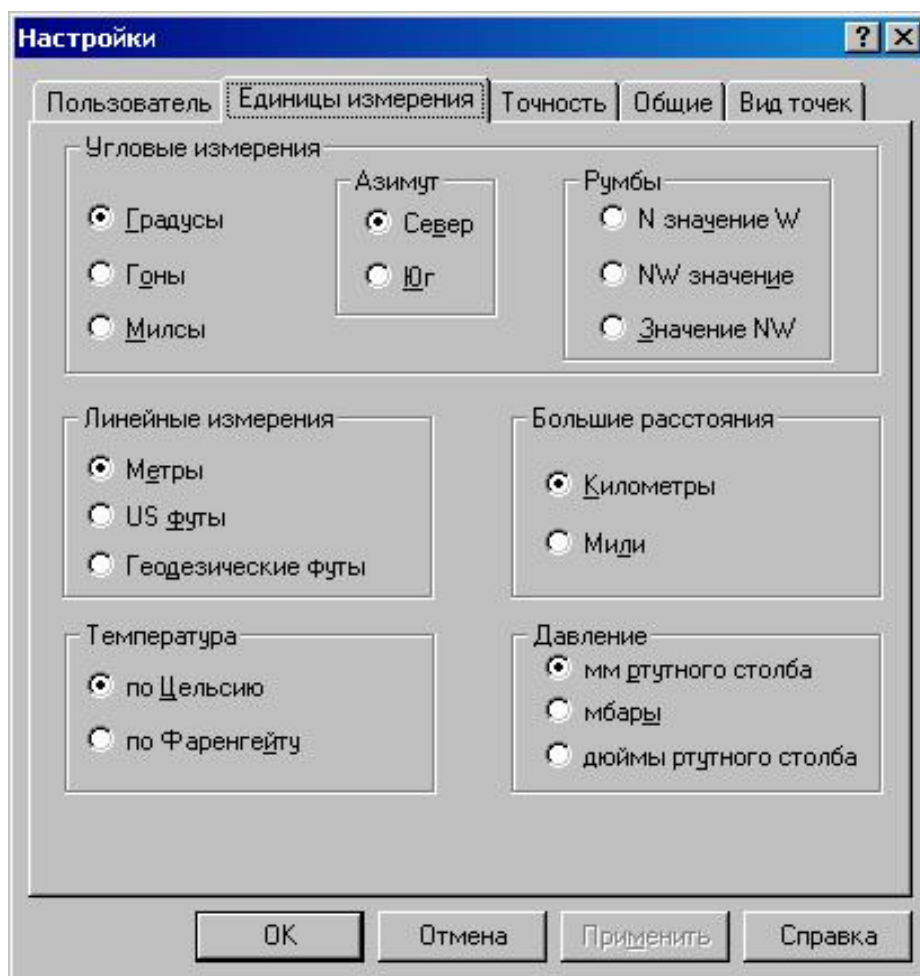


Рис. 16. Установка единиц измерения

В рамках настоящего задания мы не будем рассматривать вопросы создания шаблонов выходных документов. Оговоримся лишь, что решаются они с помощью функций утилиты Genot (поставляется вместе с системой Credo_Dat 3.0), которая вызывается из меню Установки командой Шаблоны отчетов или с помощью ярлыка на рабочем столе компьютера.

Настройки таких параметров системы, как единицы измерения и точность представления данных, производятся на соответствующих вкладках окна Настройки, вызываемого одноименной командой в меню Установки. Убедитесь в правильности настроек. Для этого:

1) вызовите окно Настройки, активизируйте вкладку «Единицы измерения» и установите переключатели в нужные позиции;

2) переместитесь на вкладку Точность и выберите из выпадающих списков соответствующие значения точности:

- для углов – 0,1;
- для расстояний – 0,01;
- для абсолютных отметок – 0,01;
- для прямоугольных координат – 0,01;
- для превышений – 0,01;

3) выберите вкладку Пользователь и заполните поля Ведомство и Организация. В дальнейшем эти данные будут автоматически вставлены в отчетные документы;

4) перейдите на вкладку Общие и установите следующие флажки:

- Масштабирование отметок – для автоматического изменения размера надписей при изменении масштаба отображения в графическом окне;
- Создание резервных копий и Автосохранение при работе – это поможет восстановить ваши данные при аварийном выходе из системы.

Настройки параметров по умолчанию, таких как цвета отображения основных и вспомогательных элементов системы, а также шрифты подписей пунктов ПВО, тахеометрии и текстов, выполняются в окнах диалога, вызываемых с помощью соответствующих команд меню Установки.

На этом настройка начальных установок системы закончена.

Создайте новый проект. Для этого в меню Файл выберите команду Создать / Проект, после чего окно проекта будет разбито на два окна (рис. 17):

- окно табличного редактора – предназначенное для ввода и редактирования данных;
- графическое окно – предназначенное для отображения введенных данных.

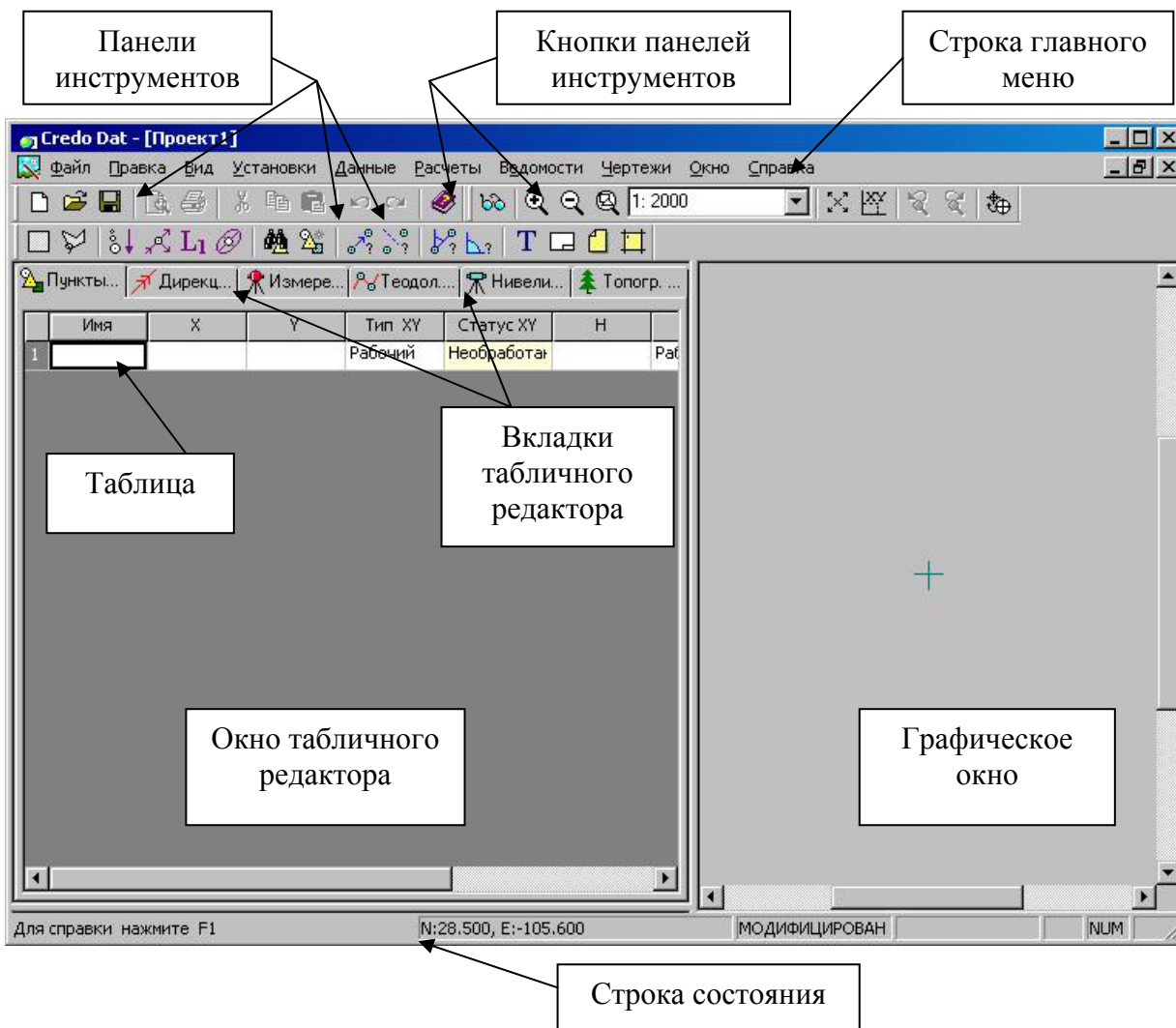


Рис. 17. Элементы управления в Credo_Dat

Задание 2. Необходимо решить обратную геодезическую задачу. Схема расположения геодезических пунктов и координаты геодезических пунктов выдаются преподавателем.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. При выполнении инженерно-геодезических изысканий, привязке планово-высотных опознавательных знаков, выполнении других производственных процессов геодезистам приходится решать обратные и прямые геодезические задачи.

В обратной геодезической задаче исходными данными являются координаты двух точек, требуется найти расстояние между ними и дирекционный угол. В этом случае решение выполняют по формулам.

Рабочие формулы:

$$\begin{aligned} \Delta X_{C-B} &= X_C - X_B; \\ \Delta Y_{C-B} &= Y_C - Y_B; \\ \operatorname{tg} r_{C-B} &= \Delta Y_{C-B} / \Delta X_{C-B}; \\ S &= \Delta X_{C-B} / \cos r_{C-B} = \Delta Y_{C-B} / \sin r_{C-B}. \end{aligned}$$

Геометрическая сущность данной задачи представлена на рис.18.

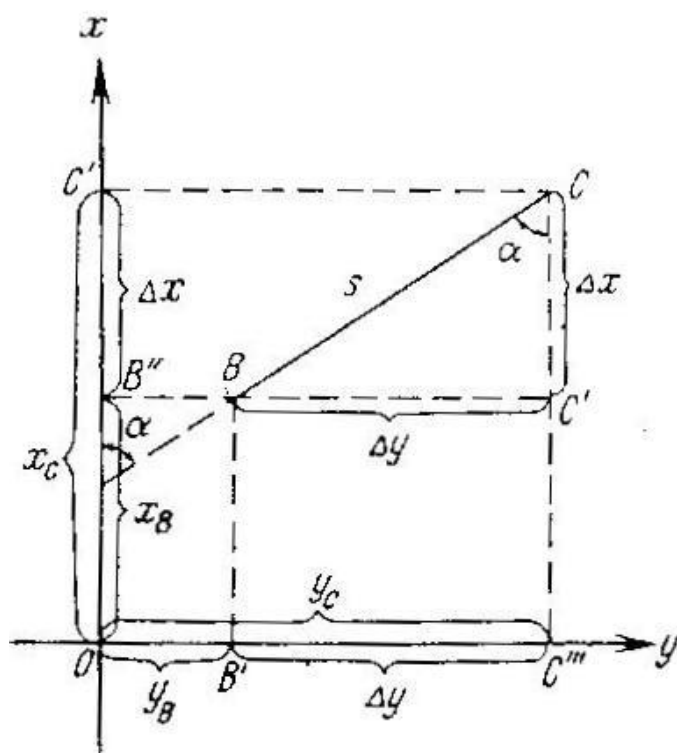


Рис. 18. Геометрическая сущность обратной геодезической задачи

Прямую геодезическую задачу решают с использованием тех же формул.

В ней даны координаты первой точки, а до другой измерено расстояние и известен дирекционный угол стороны, требуется определить координаты второй точки. В программном комплексе Credo_Dat прямая и обратная геодезические задачи решаются при минимальном участии инженера геодезиста. Требуется внимательно следить за вводом исходной информации, так как ошибки оператора вводящего данные встречаются наиболее часто.

Последовательность работ при работе в программном продукте Credo_Dat:

1. Активизируйте пункт меню Файл / Создать и выберите команду Проект.
2. Введите координаты исходных пунктов, для этого активизируйте вкладку «Пункты ПВО» и введите данные по исходным пунктам, как показано на рис. 19.

Пункты ПВО Дирекционные углы Измерения Теодол. ходы					
	Имя	X	Y	Тип XY	
<input type="checkbox"/>	19	4901,200	8454,400	Исходный	
<input type="checkbox"/>	21	3511,200	9010,400	Исходный	
<input type="checkbox"/>	22	3624,200	11017,300	Исходный	

Рис. 19. Ввод координат исходных пунктов

Видимость колонок, данные в которых сейчас не используются, можно отключить. Для этого нажмите на заголовке колонки правую клавишу мыши и в окне Настройка представления таблиц отключите видимость этих колонок.

Для изменения масштаба условного знака геодезического пункта необходимо активизировать пункт меню Данные / Свойства проекта и установить необходимый масштаб или выполнить аналогичную операцию с помощью нажатия правой кнопки мыши в графическом окне.

3. Решите обратные геодезические задачи между пунктами 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 способами: ОГЗ для цепочки, ОГЗ для двух пунктов, ОГЗ для разбивки:

а) ОГЗ для цепочки:

- активизируйте пункт меню Расчеты / ОГЗ для цепочки;
- выберите поочередно необходимые геодезические пункты с 1 по 4 (в графическом окне левой клавишей мыши). После выбора выпишите результат в рабочую тетрадь;

б) ОГЗ для двух пунктов:

- активизируйте пункт меню Расчеты / ОГЗ для двух пунктов;
- выберите поочередно необходимые пары геодезических пунктов (в графическом окне левой клавишей мыши). После выбора пары выпишите результат в рабочую тетрадь;

в) ОГЗ для разбивки:

- активизируйте пункт меню Расчеты / ОГЗ для разбивки;
- выберите все геодезические пункты в качестве точек опоры (в графическом окне левой клавишей мыши);
- выберите все геодезические пункты в качестве точек ориентирования выноса (в графическом окне левой клавишей мыши);
- просмотрите результаты вычислений и выпишите их в рабочую тетрадь.

4. Выполните расчет угла между пунктами:

- активизируйте пункт меню Расчеты / Расчет угла;
- выберите поочередно необходимые геодезические пункты (в графическом окне левой клавишей мыши (1-2-3, 2-3-4, 3-4-1, 4-1-2)). После выбора пунктов выпишите результат в рабочую тетрадь.

Задание 3. По данным предыдущей задачи произвести решение прямой угловой засечки в программном комплексе Credo_Dat.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. Прямая угловая засечка выполняется как минимум с двух пунктов с известными координатами путем измерения горизонтальных углов с этих пунктов (их называют исходными пунктами) на пункт, координаты которого требуется определить. Этот пункт (на рис. 20 – ОП) называют определяемым. Измеряются два угла β_1 и β_2 (см. рис. 20), а третий угол γ

при определяемом пункте не измеряется и влияет на форму засечки, а значит, и на точность вычисления координат. Расстояние между исходными пунктами, с которых выполняется засечка, называют базисом b . Широкое распространение прямая угловая засечка получила при выполнении тахеометрических съемок оптическими теодолитами. При геодезическом обеспечении строительства инженерных сооружений, когда создается специальная плано-высотная геодезическая разбивочная основа, например при сооружении мостовых опор, также широко применяются прямые угловые засечки. На рис. 20 представлена схема прямой угловой однократной засечки.

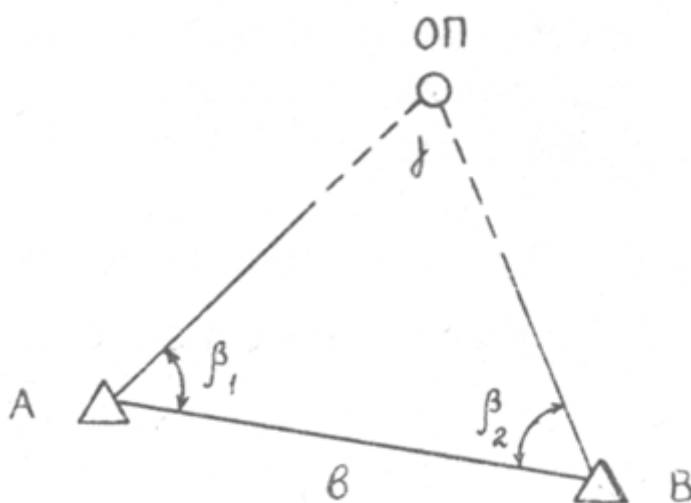


Рис. 20. Однократная прямая угловая засечка

Средняя квадратическая ошибка положения определяемого пункта в этом случае может быть предвычислена по формуле

$$m_p = \frac{m_\beta b}{p \sin^2 \gamma} \cdot \sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2},$$

где m_β – погрешность измерения углов β_1 и β_2 ;

b – длина исходной стороны AB ;

γ – угол при определяемом пункте.

В качестве основного достоинства прямой угловой засечки можно отметить то, что она выполняется одним геодезическим прибором по простой программе измерений и не требует сложных вычислений.

Главный недостаток заключается в необходимости перехода с одного исходного пункта на другой.

Последовательность работ при работе в программном продукте Credo_Dat:

1. Активизируйте пункт меню Файл / Создать и выберите команду Проект.

2. Введите координаты исходных пунктов, для этого активизируйте вкладку Пункты ПВО и введите данные по исходным пунктам, как показано на рис. 21.

	Имя	X	Y	Тип XY
<input type="checkbox"/>	19	4901,200	8454,400	Исходный
<input type="checkbox"/>	21	3511,200	9010,400	Исходный
<input type="checkbox"/>	22	3624,200	11017,300	Исходный

Рис. 21. Ввод координат исходных пунктов

Видимость колонок, данные в которых сейчас не используются, можно отключить. Для этого нажмите на заголовке колонки правую клавишу мыши и в окне Настройка представления таблиц отключите видимость этих колонок.

3. Введите измеренные направления на точках. Ввод направлений показан на рис. 22.

Станция	Ni	Место н
19		0°00'0
21		0°00'0
22		0°00'0

Цель	Круг	Гор. лимб	Вер
19	Лево	0°00'00,00"	
оп	Лево	55°41'23,00"	
22	Лево	108°35'00,00"	

Рис. 22. Ввод исходных направлений

4. Выполните предобработку Расчеты / Предобработка/Расчет.

Для изменения масштаба условного знака геодезического пункта необходимо активизировать пункт меню Данные / Свойства проекта и установить необходимый масштаб или выполнить аналогичную операцию с помощью нажатия правой кнопки мыши в графическом окне.

5. Выполните уравнивание введенных данных Расчеты / Уравнивание / Расчет.

Задание 4. По данным предыдущей задачи произвести решение обратной угловой засечки в программном комплексе Credo_Dat.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. Определение прямоугольных координат точки на плоскости, по измеренным углам на три точки, окружающих ее, с известными координатами из математики известна, как задача Потенота. В геодезии такое расположение точек получило название обратной геодезической засечки. Обратная угловая засечка широко применяется при определении координат центров опор мостов, для привязки опознавательных знаков при выполнении аэрофото съемки, на разбивочных работах при обеспечении строительства инженерных сооружений. В этом способе засечки теодолит (тахеометр) устанавливается на определяемом пункте и на геодезические пункты с известными координатами выполняют измерения горизонтальных углов. Пример конструкции такой засечки приведен на рис. 23. Отметим, что расстояния здесь не измеряются, а участвуют лишь для предрасчета точности, измеряются горизонтальные углы, в случае для трех и более направлений рекомендуют применять способ круговых приемов.

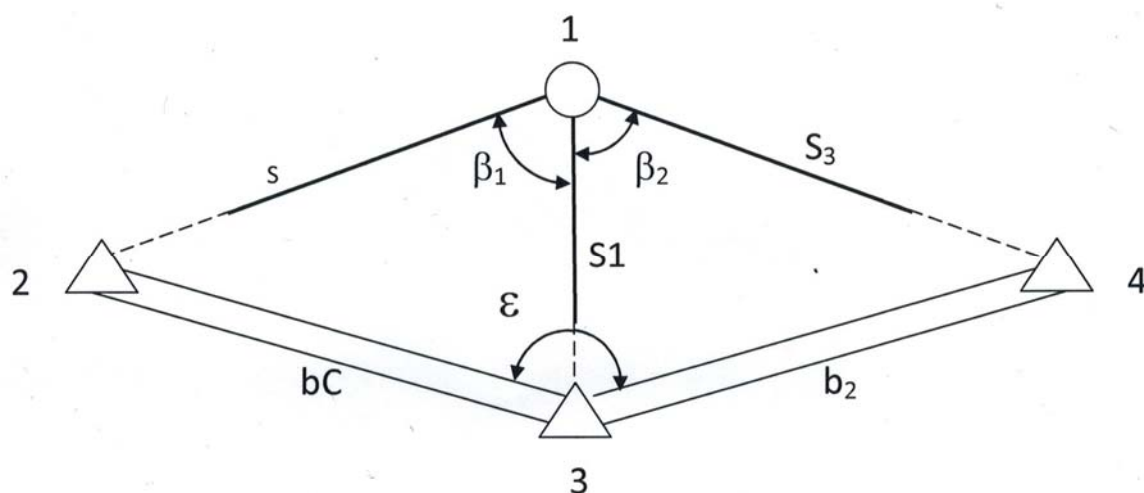


Рис. 23. Обратная угловая засечка

Средняя квадратическая ошибка положения определяемого пункта может быть предвычислена по формуле

$$M_1 = m_\beta / p \sin(\beta_1 + \beta_2 + \varepsilon) \sqrt{\left(S_1 \cdot \frac{S_2}{b_1}\right)^2 + \left(S_2 \cdot \frac{S_3}{b_2}\right)^2}.$$

Предрасчет точности обратной угловой засечки выполняется в два этапа. На первом этапе «снимают» измерителем с топографической карты или генплана длины линий S_1 , S_2 , S_3 , b_1 и b_2 , а также транспортиром с точностью до градуса углы β_1 , β_2 , ε . Среднюю квадратическую ошибку m_β берут в соответствии с выбранным типом теодолита или тахеометра.

Отметим, что $\rho = \text{const}$ и если $\rho = 206\,265$ секунд, то расстояние необходимо перевести в сантиметрах на местности.

Для более надежного вычисления координат определяемого пункта на практике стараются использовать не менее четырех исходных пунктов.

Одними из первых методику решения обратной засечки разработали великие ученые: француз Жан-Батист-Жозеф Делаамбр и немецкий математик Гаусс.

Методика решения обратной угловой засечки по формулам Гаусса – Делаамбра предполагает три этапа (рис. 24).

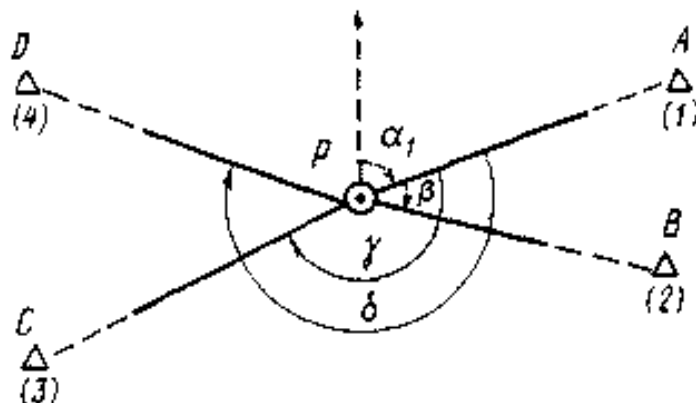


Рис. 24. Схема обратной угловой засечки

Первый этап заключается в вычислении дирекционного угла α_1 по известным координатам исходных пунктов A , B и C и углам β и γ , измеренным от исходного направления (в рассматриваемом примере от PA).

На втором этапе по вычисленному дирекционному углу α и измеренным углам β , γ и δ вычисляют (по часовой стрелке) дирекционные углы α_2 , α_3 и α_4 направлений на остальные исходные пункты B , C и D .

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \alpha_1 + \beta; \\ \alpha_3 &= \alpha_1 + \gamma; \\ \alpha_4 &= \alpha_1 + \delta.\end{aligned}$$

Затем по вычисленным дирекционным углам и координатам четвертого пункта D (пункт D не был задействован ранее), вычисляют координаты определяемого пункта P для контроля, дважды по формулам прямой засечки Гаусса. Рассмотрим вывод формулы для вычисления тангенса дирекционного угла.

Формируют систему из трех уравнений с тремя неизвестными y_p , x_p , $\text{tg}\alpha_1$.

$$\begin{aligned}y_1 - y_p &= (x_1 - x_p) \text{tg} \alpha_1; \\ y_2 - y_p &= (x_2 - x_p) \text{tg} (\alpha_1 + \beta); \\ y_3 - y_p &= (x_3 - x_p) \text{tg} (\alpha_1 + \gamma).\end{aligned}$$

Тангенс суммы углов преобразовывается путем умножения числителя и знаменателя в правой части равенства на $\operatorname{ctg} \beta$:

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \beta},$$

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \beta + 1}{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{tg} \alpha_1}.$$

Подставляя значение тангенса суммы углов, поочередно во второе и третье уравнения системы и преобразуя полученные выражения, будем иметь:

$$y_2 \operatorname{ctg} \beta - y_2 \operatorname{tg} \alpha_1 - y_p \operatorname{ctg} \beta + y_p \operatorname{tg} \alpha_1 = x_2 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta + x_2 - x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta - x_p;$$

$$y_3 \operatorname{ctg} \gamma - y_3 \operatorname{tg} \alpha_1 - y_p \operatorname{ctg} \gamma + y_p \operatorname{tg} \alpha_1 = x_3 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + x_3 - x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma - x_p.$$

Выполним вычитание предыдущих уравнений:

$$\begin{aligned} & y_3 \operatorname{ctg} \gamma - y_2 \operatorname{ctg} \beta - y_p \operatorname{ctg} \gamma + y_p \operatorname{ctg} \beta - y_3 \operatorname{tg} \alpha_1 + y_2 \operatorname{tg} \alpha_1 = \\ & = x_3 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma - x_2 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta - x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta + x_3 - x_2. \end{aligned}$$

Из первого уравнения системы определим y_p и подставим его в разность уравнений и приведя подобные члены, получим:

$$\begin{aligned} & y_3 \operatorname{ctg} \gamma - y_2 \operatorname{ctg} \beta - y_1 \operatorname{ctg} \gamma - x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + x_1 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + \\ & + y_1 \operatorname{ctg} \beta + x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta - x_1 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta - y_3 \operatorname{tg} \alpha_1 + y_2 \operatorname{tg} \alpha_1 = \\ & = x_3 \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma - x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + x_p \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \beta + x_3 - x_2. \end{aligned}$$

Подберем члены, в которые входит неизвестное $\operatorname{tg} \alpha_1$, перенесем их в левую часть уравнения, в котором теперь останется одно неизвестное

$$\begin{aligned} & \operatorname{tg} \alpha_1 (x_1 \operatorname{ctg} \gamma - x_1 \operatorname{ctg} \beta - y_3 + y_2 - x_3 \operatorname{ctg} \gamma + x_2 \operatorname{ctg} \beta) = \\ & = y_2 \operatorname{ctg} \beta + y_1 \operatorname{ctg} \beta - y_3 \operatorname{ctg} \gamma - y_1 \operatorname{ctg} \beta + x_3 - x_2. \end{aligned}$$

Получаем окончательную формулу Деламбра:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{(y_2 - y_1) + (y_1 - y_3) \operatorname{ctg} \gamma - x_2 + x_3}{(x_2 - x_1) \operatorname{ctg} \beta + (x_1 - x_3) \operatorname{ctg} \gamma - y_2 + y_3}.$$

Координаты x_p , y_p можно найти, продолжив решение системы уравнений по формуле Деламбра.

Можно определить координаты другим путем. Сначала определим углы α_2 и α_3

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta;$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + \gamma.$$

Затем дважды определим координаты x_p, y_p из прямой засечки, вычисляемой по формуле Гаусса:

$$x_p - x_3 = \frac{(x_1 - x_3) \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_3},$$

$$x_p - x_3 = \frac{(x_1 - x_3) \operatorname{tg} \alpha_1 - (y_1 - y_3)}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_3},$$

$$y_p - y_3 = (x_p - x_3) \operatorname{tg} \alpha_3,$$

$$y_p - y_1 = (x_p - x_1) \operatorname{tg} \alpha_1.$$

Заключительным контролем решения засечки является вычисление дирекционного угла α_2 .

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{(y_2 - y_p)}{(x_2 - x_p)}.$$

Полученное значение α_2 является окончательным. Оно может в отдельных случаях отличаться от ранее вычисленного на 180° . В этом случае за окончательное принимается значение, вычисленное по контрольной формуле.

Погрешность определения координат точки способом обратной засечки в значительной степени зависит от расположения точки P относительно исходных пунктов A, B, C и D геодезической сети, что вынуждает выбрать оптимальную комбинацию из трех направлений, обеспечивающую наилучший результат.

Последовательность работ при работе в программном продукте Credo_Dat:

1. Активизируйте пункт меню Файл / Создать и выберите команду Проект.
2. Введите координаты исходных пунктов, для этого активизируйте вкладку Пункты ПВО и введите данные по исходным пунктам, как показано на рис. 25.

	Имя	X	Y	Тип XY
<input type="checkbox"/>	Рублево	12390,614	17904,211	Исходный
<input type="checkbox"/>	Романово	9544,809	19285,615	Исходный
<input type="checkbox"/>	Крючково	9794,241	16078,837	Исходный
<input type="checkbox"/>	Зуево	10886,178	15906,107	Исходный
<input type="checkbox"/>	Сенино	11750,412	16100,696	Исходный

Рис. 25. Ввод координат исходных пунктов

Видимость колонок, данные в которых сейчас не используются, можно отключить. Для этого нажмите на заголовке колонки правую клавишу мыши и в окне Настройка представления таблиц отключите видимость этих колонок.

3. Введите измеренные направления на точке (рис. 26).

Станция	Н _и	Место
оп		0°00'

Цель	Круг	Гор. лимб
Рублево	Лево	0°00'00,00"
Романово	Лево	124°52'09,90"
Крючково	Лево	243°43'10,40"
Зуево	Лево	276°30'15,70"
Сенино	Лево	301°28'30,00"

Рис. 26. Ввод измеренных направлений

4. Выполните предобработку Расчеты / Предобработка / Расчет.

Для изменения масштаба условного знака геодезического пункта необходимо активизировать пункт меню Данные / Свойства проекта и установить необходимый масштаб или выполнить аналогичную операцию с помощью нажатия правой кнопки мыши в графическом окне.

5. Выполните уравнивание введенных данных Расчеты / Уравнивание / Расчет.

Контрольные вопросы

1. Что является исходными данными в обратной геодезической задаче?
2. Какие формулы служат для контроля определения расстояния?
3. Как осуществляется переход от румба к дирекционному углу?
4. При выполнении каких инженерно-геодезических работ приходится наиболее часто решать обратные и прямые геодезические задачи?
5. Чем отличаются прямые и обратные геодезические задачи от соответствующих геодезических засечек?
6. Сколько способов решения обратной геодезической задачи существует в Credo?

7. Назовите последовательность действий при решении геодезических задач в Credo.

8. С какого количества исходных пунктов выполняется прямая угловая засечка?

9. Какие геодезические приборы используют для прямой засечки?

10. В каких пунктах устанавливают геодезический прибор и отражатель в прямой засечке?

11. Назовите достоинства прямой угловой засечки.

12. Что является недостатком в прямой угловой засечке?

13. От чего зависит точность определения координат в прямой угловой засечке?

14. Какая форма треугольника предпочтительнее для более высокой точности определения координат?

15. С какого действия начинается порядок вычислений прямой засечки в программном комплексе Credo?

16. Каким образом вводятся координаты исходных пунктов в программном комплексе Credo?

17. Каким образом вводят значения измеренных направлений (градусов, минут, секунд) в Credo?

18. В чем отличие обратной угловой засечки от прямой?

19. Сколько исходных пунктов необходимо для теоретического решения по вычислению координат определяемого пункта в обратной угловой засечке?

20. Для каких целей используется четвертый исходный пункт?

21. Сколько существует основных методов решения обратной угловой геодезической засечки?

22. Какое расположение исходных пунктов в обратной угловой засечке считается оптимальным?

23. Назовите математические формулы, которые являются основными при решении геодезических засечек.

24. В чем заключается различие между однократной и многократной геодезическими засечками?

25. Укажите последовательность действий при решении обратной геодезической засечки в программном комплексе Credo.

26. Назовите достоинства обратной угловой засечки.

27. Что считают недостатками обратной засечки?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 4 июля 2007 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2007 г.]. // Рос. газ. – 1.08.2007 (с посл. измен. и доп. от 6 апреля 2015 г. № 79-ФЗ).
2. Российская Федерация. Законы. О землеустройстве [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 24.05.2001 г.: одобр. Советом Федерации 6 июня 2001 г.]. – М.: Гросс Медиа, 2004. – с. 90-98 (с посл. измен. и доп. от 22 октября 2014 г. № 315-ФЗ).
3. Российская Федерация. Приказы. Министерство экономического развития Российской Федерации. Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков. Приказ Минэкономразвития России от 24 ноября 2008 г. № 412 г. [Текст] // Рос. газ. – 19.12.2008 (с посл. измен. и доп. от 25.01.2012 г., 22.12.2014 г.).
4. Авакян, В.В. Лекции по прикладной геодезии. Часть 1. Опорные сети и разбивочные работы [Электронная ресурс]: учеб. пособие для студентов МИИГАиК / В.В. Авакян. – 153 с.
5. Бирюков, Д.А. Автоматизация топографо-геодезических работ [Текст]: метод. указания по вып. лаб. работ / Д.А. Бирюков, В.А. Костеша. – М.: ГУЗ, 2012. – 82 с.
6. Буденков, Н.А. Геодезия с основами землеустройства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Буденков, Т.А. Кошкина, О.Г. Щекова. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2009. – 184 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22585>. – ЭБС «IPRbooks».
7. Денисова, Е.С. Прикладная геодезия [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Денисова. – Пенза, 2015. – 140 с.
8. Инструкция по топографической съемке в масштабе 1:5000, 1: 2000, 1:1000 и 1:500 [Текст]. – М.: Недра, 1985. – 160 с.
9. Карев, П.А. Геодезические работы в землеустройстве [Текст]: учеб. пособие / П.А. Карев, И.В. Лесных, А.И. Павлова. – Новосибирск: ФГОУ ВПО «СГГА», 2009. – 70 с.
10. Константинов, Ю.А. Земельно-кадастровые геодезические работы [Текст]: метод. указания по вып. лаб. и расчетно-граф. работ / Ю.А. Константинов, Ю.К. Неумывакин, В.И. Леонов. – М.: ГУЗ, 2010. – 45 с.
11. Лысов А.В. Геодезические работы при землеустройстве [Текст]: учеб. пособие / А.В. Лысов, А.С. Шиганов. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», 2007. – 147 с.

12. Маслов, А.В. Геодезические работы при землеустройстве [Текст]/ А.В. Маслов, А.Г. Юнусов, Г.И. Горохов. – М.: Недра, 1990. – 215 с.

13. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства [Текст]. – РОСЗЕМКАДАСТР, 2002. – 18 с.

14. Методические указания по проведению землеустройства и подготовки документов для проведения государственного кадастрового учета земельных участков при разграничении государственной собственности на землю [Текст]. – РОСЗЕМКАДАСТР, 2002. – 29 с.

15. Мурзинцев, П.П. Прикладная геодезия. Решение геодезических задач с помощью комплекса CREDO [Текст]: сборник описаний практических работ / П.П. Мурзинцев, А.С. Репин. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 100 с.

16. Неумывакин Ю.К. Земельно-кадастровые геодезические работы [Текст]: метод. указания / Ю.К. Неумывакин, М.И. Перский, А.К. Зайцев, Э.М. Ктиторов. – М.: ГУЗ, 2007. – 29 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Координаты пунктов ГГС на территории работ

№ п/п	Название пункта	Координаты в местной системе координат				
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
1	ПП 2121	X = 5895593,31 Y = 2924555,10	5880845,08 2916111,20	5898052,05 2923386,28	5892886,26 2936542,71	5847779,83 2891701,71
2	ПП 2123	X = 5896021,03 Y = 2923190,40	5880310,81 2916613,42	5898284,19 2923898,54	5892351,98 2937044,93	5847245,55 2892203,93
3	ПП 2124	X = 5895967,02 Y = 2922568,86	5880256,80 2915991,87	5898182,36 2923867,30	5892297,98 2936423,38	5847191,55 2891582,38
4	ПП 2128	X = 5895459,21 Y = 2922694,03	5879748,99 2916117,04	5897622,02 2924250,06	5891790,16 2936548,55	5846683,73 2891707,55
5	ПП 2145	X = 5895214,15 Y = 2923203,36	5879503,93 2916626,37	5898012,73 2924658,49	5891545,11 2937057,88	5846438,68 2992216,88
6	ПП 2112	X = 5895522,36 Y = 2922072,81	5879812,14 2915495,82	5897062,63 2923972,60	5891853,31 2935927,33	5846746,88 2991086,33

Приложение 2

Кадастровый номер _____ не присвоен			
<p>Схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории кадастрового квартала 58:15:010101 М 1:10 000</p>			
<p>УТВЕРЖДАЮ Заместитель главы Лунинского муниципального района Петров П.П. «__» _____ 20__ г. ПОДПИСЬ СОГЛАСОВАНО</p>			
<p>Схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории кадастрового квартала 58:15:010101 М 1:10 000</p>			
<p>ООО "Заречь" ИН 58:15:01010025</p>			
<p>КФХ "Луг" ИН 58:15:01010015</p>			
<p>ОАО СП "Заря" ИН 58:15:01010010</p>			
<p>ФГУ "Лунинский лесхоз"</p>			
<p>земли в неразграниченной государственной собственности</p>			
<p>Кадастровый номер _____ не присвоен</p>			
<p>Экспликация земель</p>			
Категория земель	Земли сельскохозяйственного назначения		
Разрешенное использование	Для сельскохозяйственного производства		
Площадь участка	638800 кв.м		
Застроенная площадь	0 кв.м		
Незастроенная площадь	638800 кв.м		
<p>Смежные землепользователи</p>			
Описание границ	Наименование землепользования	ИО	Подпись
От 1 до 2	Неразграниченная государственная собственность		
От 2 до 4	ОАО СП «Заря»		
От 4 до 8	КФХ «Луг»		
От 8 до 11	ФГУ Лунинский лесхоз		
От 11 до 1	ООО «Заречь»		
<p>Координаты поворотных точек</p>			
Номер пункта	X	Y	
1	5897039,61	2920932,26	
2	5896148,32	2921358,89	
3	5896135,21	2921208,84	
4	5896044,83	2920699,44	
5	5896205,47	2920739,79	
6	5896284,32	2920649,68	
7	5896283,38	2920449,74	
8	5896235,99	2920390,39	
9	5896485,63	2920204,76	
10	5896853,69	2920486,41	
11	5896943,65	2920577,23	
12	5896915,66	2920692,55	
<p>Схема расположения составлена</p>			
<p>Составил: Студент гр. Зик – 31 Иванов И.И.</p>			
<p>Проверил: _____ Денисова Е.С.</p>			
<p>«__» _____ 20__ г.</p>			

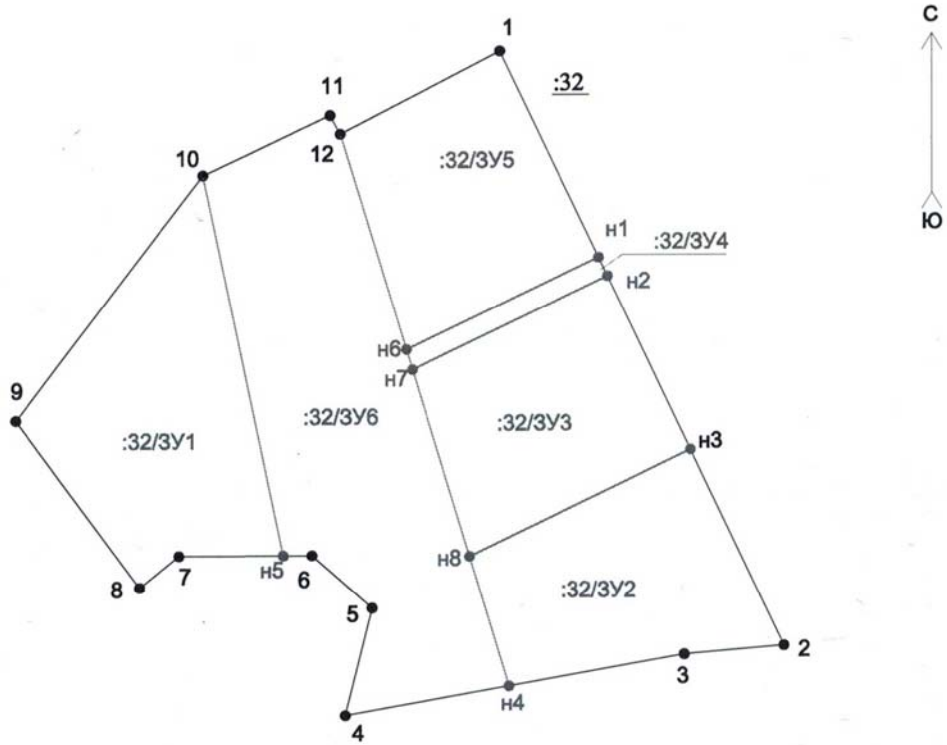
Общие рекомендации по оформлению схемы:

1. Схему следует оформлять на листе формата А3 в М 1:5000.
2. При изготовлении схемы следует использовать условные знаки М 1:5000.
3. При изготовлении схемы следует использовать размер шрифта 2,5 мм.
4. Для отображения на схеме границ сформированного земельного участка следует использовать условный знак в виде сплошной линии красного цвета, толщиной 0,2 мм.
5. Для отображения на схеме поворотных точек границы сформированного земельного участка следует использовать условный знак в виде круга черного цвета диаметром 1,5 мм.
6. Для обозначения границ смежных земельных участков, сведения о которых не достаточны для определения их прохождения на местности, необходимо использовать условный знак в виде пунктирной линии черного цвета толщиной 0,2 мм, длиной штриха 2 мм и интервалом между штрихами 1 мм.
7. Для обозначения границ смежных земельных участков, сведения о которых достаточны для определения их прохождения на местности, необходимо использовать условный знак в виде сплошной линии черного цвета толщиной 0,2 мм, длиной штриха 2 мм и интервалом между штрихами 1 мм.
8. При оформлении схемы приветствуется использование методов компьютерной графики.

Лист № __

МЕЖЕВОЙ ПЛАН

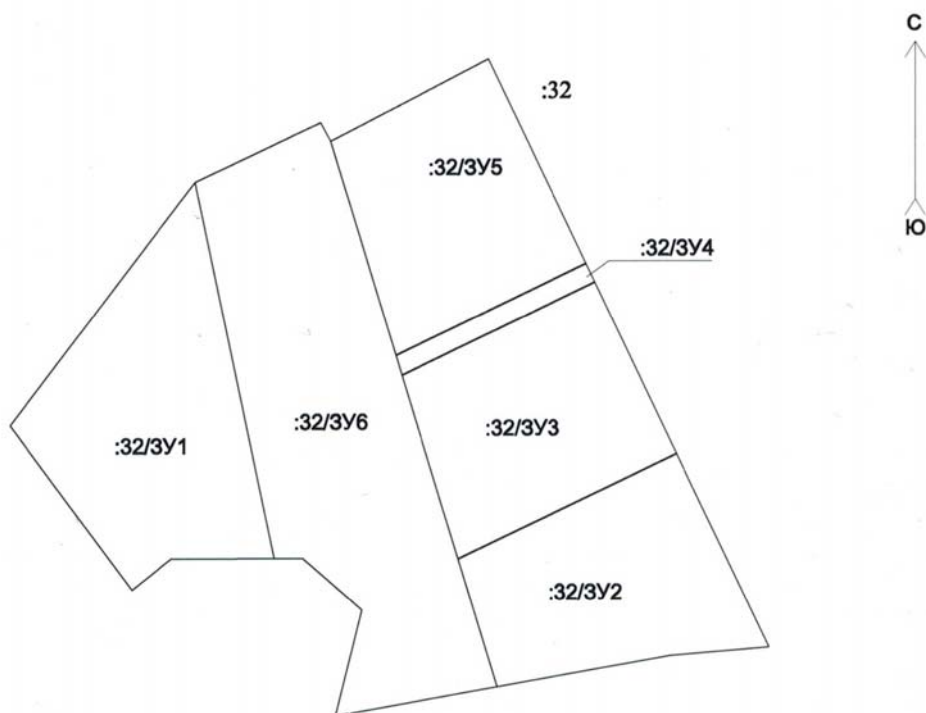
Чертеж земельных участков и их частей



Масштаб 1:10000

МЕЖЕВОЙ ПЛАН

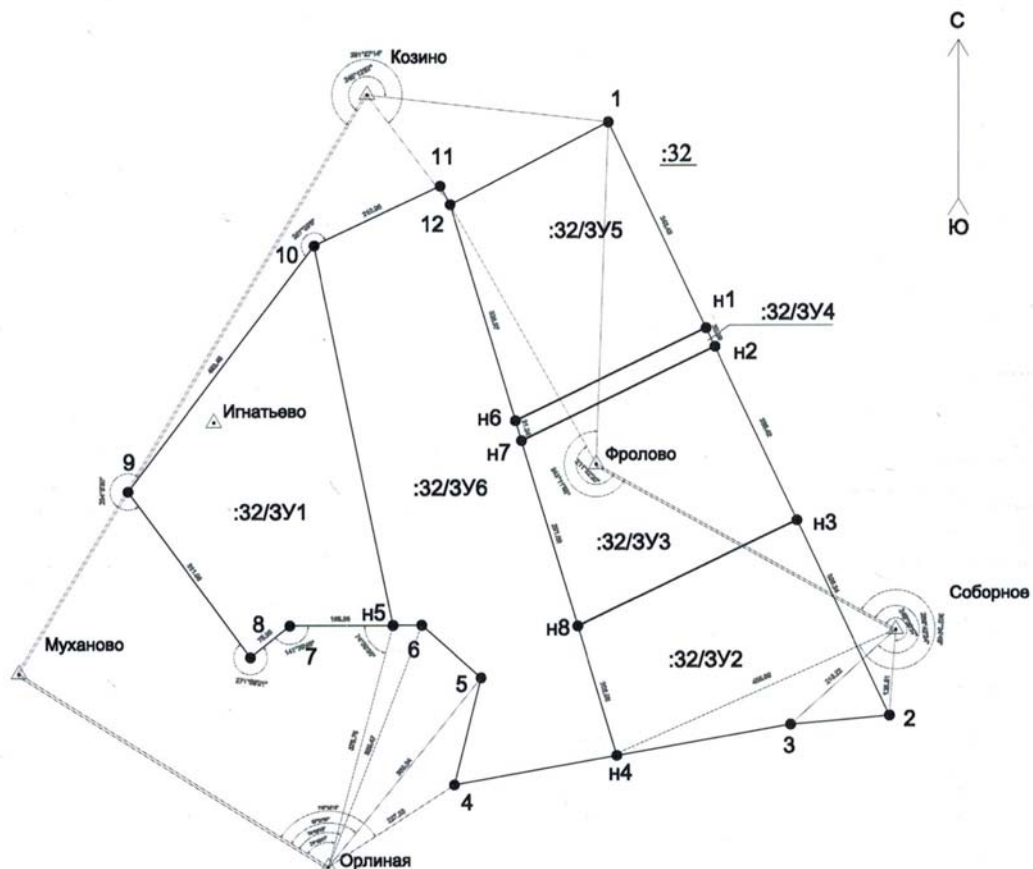
Схема расположения земельных участков



Масштаб 1:10000

МЕЖЕВОЙ ПЛАН

Схема геодезических построений



Масштаб 1:10000

Приложение 4

Разбивочный чертеж №1

Вынос в натуру характерных точек РЗ, 13, 12, 12А, 11, 27 границ земельных участков № 1, 6

Последовательность работ:

1. Устанавливаем теодолит на ПП2145. С применением способа полярных координат выносим в натуру точки РЗ, 13, 12, 12А. Для этого от направления ПП2145-ПП2123 откладываем проектный угол на выносимую точку и по полученному направлению откладываем проектное расстояние.

2. Устанавливаем теодолит на ПП2124. С применением способа полярных координат выносим в натуру точки 27, 11. Для этого от направления ПП2145-ПП2123 откладываем проектный угол на выносимую точку и по полученному направлению откладываем проектное расстояние. Находясь на ПП2124 проверяем качество выноса в натуру точки 12А путём измерения контрольного расстояния.

3. Производим контроль выноса в натуру всех точек путем измерения расстояния между вынесенными межевыми знаками и сравнения его с контрольными измерениями.

Расчет оценки точности

Расчет оценки точности при выносе в натуру способом полярных координат производится по формуле:

$$m_p^2 = m_D^2 + (m_\beta D/p)^2,$$

где $m_D = 0,05$ м, $m_\beta = 30''$, D – проектное расстояние.

В результате получены следующие значения:

№ точки	Проектное расстояние D	СКП положения проектной точки на местности
РЗ	271,05	0,06
13	370,74	0,07
12	359,77	0,07
12А	335,18	0,07
11	147,34	0,05
27	171,16	0,05

Вычисление разбивочных элементов

Проектные углы в способе полярных координат вычислялись как разность дирекционных углов между направлением на проектную точку (ПП2145 – РЗ, 13, 12, 12А, или ПП2124 – 11, 27) и направлением на пункт геодезической сети (ПП2145-ПП2123 или ПП2124-ПП2123) например:

$$\beta = \alpha_{\text{ПП2145-РЗ}} - \alpha_{\text{ПП2145-ПП2123}}.$$

Окончание прил. 4

Проектные расстояния вычислялись способом решения обратной геодезической задачи между пунктами геодезической сети и проектными точками с учётом поправки за угол наклона местности.

№ точки	Вычисление проектного угла		Вычисление проектного расстояния		
			Горизонтальное проложение, м	Поправка за угол наклона местности	Проектное расстояние, м
P3	$\alpha_{\text{ПП2145-P3}} = 136^{\circ}42'41''$	$\beta = 123^{\circ}14'11''$	$S_{\text{ПП2145-P3}} = 271,05$	$\Delta S_v = 0$	$D_{\text{ПП2145-P3}} = 271,05$
	$\alpha_{\text{ПП2145-ПП2123}} = 79^{\circ}56'52''$				
13					
12					
12A					
11					
27					

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лабораторная работа № 1. ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	5
Контрольные вопросы	17
Лабораторная работа № 2. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	18
Контрольные вопросы	24
Лабораторная работа № 3. ВЫНОС В НАТУРУ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	25
Контрольные вопросы	28
Лабораторная работа № 4. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ. РЕШЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CREDO_DAT 3.0	29
Контрольные вопросы	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	47
Приложение 1	47
Приложение 2	48
Приложение 3	50
Приложение 4	53

Учебное издание

Денисова Екатерина Сергеевна

СПЕЦКУРС ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 19.01.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 3,25. Уч.-изд.л. 3,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 81.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.