

Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени
А.А. Ежевского

Методические указания по дисциплине
Геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров
для студентов очного, заочного и заочного с применением дистанционных
образовательных технологий обучения, обучающихся
по направлению подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры

Иркутск 2021

УДК 378.147.88:528(072)

Печатается по решению методической комиссии агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (Протокол №3 от 23.11.2021г.)

Составитель: Чернигова Д.Р.

Рецензент: Зайцев А.М., к.с.-х.н., доцент, декан агрономического факультета
ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского

Геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров: методические указания для магистров очного, заочного и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся по направлению подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского: сост.: Д.Р. Чернигова. – Молодежный: Изд-во ИрГАУ, 2021. – 74 с.: ил. Текст: электронный.

Методические указания для магистров очного, заочного и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся по направлению подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров» подготовлены на кафедре землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Предусмотрено изучение проведения технических действий, специальных инженерных геодезических работ, методов использования планово-картографических материалов для целей землеустройства и кадастра.

© Чернигова Д.Р., 2021

© Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2021

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	7
1.1. Понятие о геодезической сети	7
1.2. Государственная геодезическая сеть.....	8
1.3. Опорная межевая сеть.....	10
1.4. Межевые съемочные сети.....	14
1.5. Восстановление и съемка границ землепользований	15
2. ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА И КОРРЕКТИРОВКА ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	21
2.1. Виды планово-картографических материалов, используемых в землеустройстве	21
2.2. Понятие о детальности, полноте и точности планово-картографических материалов.....	22
2.3. Старение планово-картографического материала. Факторы, влияющие на скорость старения. Показатели старения планов.....	23
2.4. Организация и содержание работы по корректировке планов.....	24
3. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ... ..	28
3.1. Характеристика способов определения площадей землепользований, полей севооборотов, контуров угодий и др.....	28
3.2. Вычисление площадей аналитическим способом. Основные формулы, применяемые при аналитическом способе.....	29
3.3. Вычисление площадей графическим способом	30
3.4. Механический способ определения площадей	32
4. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ.....	34
4.1. Объекты проектирования. Сущность проектирования участков	34
4.2. Стадии составления проектов землеустройства. Способы и правила составления проектов.....	34
4.3. Требования к точности площадей, расположения границ проектируемых участков и определения уклонов	37
5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МЕЖЕВАНИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	40
5.1. Общие сведения.....	40

5.2. Подготовка межевого плана.....	46
6. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ	49
6.1. Общие сведения.....	49
6.2. Структура и состав глобальной навигационной спутниковой системы.....	49
6.3. Дифференциальный метод определения местоположения пунктов....	50
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	73

ВВЕДЕНИЕ

Геодезические работы занимают в землеустройстве значительное место. Землеустроительные технические действия, специальные инженерные геодезические работы, методы использования планово-картографических материалов являются технической основой землеустройства.

В большинстве случаев геодезические работы ведутся по следующей схеме:

1. *Подготовительные работы.* В процессе подготовительных работ собирают и анализируют следующие материалы:

- проект землеустройства;
- постановление административного органа об отводе земельного участка;
- договора о купле-продаже или аренде земельного участка;
- чертеж границ или топографический план земельного участка;
- схемы и списки координат пунктов государственной или местной геодезических сетей;
- сведения об использовании земель.

2. *Полевое обследование пунктов опорной геодезической сети.* Выполняют с целью проверки сохранности пунктов и выбора наиболее выгодной технологии проведения геодезических работ.

3. *Составление технического проекта.* Геодезические работы выполняют по заранее составленному техническому проекту, который включает текстовую часть, графические материалы и смету затрат.

4. *Кадастровые съемки.* В зависимости от назначения кадастра производят в тех же масштабах, теми же способами и с той же точностью, что и топографические. Базовым является масштаб 1:500, наиболее широко используемым - 1:2000. На кадастровых картах и планах дополнительно изображают: границы земельных участков, владений, сельскохозяйственных и других земельных угодий; кадастровые номера и наименования земельных участков; дают экспликацию (описание) категорий использования земель и других кадастровых сведений. Кадастровые карты и планы могут не содержать информацию о рельефе местности.

5. *Установление и согласование границ земельных участков на местности.* Границы земельных участков выносят на местность по координатам характерных точек от пунктов геодезического обоснования и закрепляют специальными межевыми знаками. Если они были закреплены ранее, определяют координаты закрепленных точек. Согласование установленных границ производят в присутствии представителя Государственной власти, владельцев или пользователей участка и участков, смежных с ним.

6. *Определение площадей земельных участков.* Площади земельных участков вычисляют в основном аналитическим методом по координатам межевых знаков. В отдельных случаях используют картографические материалы.

7. *Составление чертежей границ земельных участков.* Чертежи границ земельных участков составляют в масштабе основного кадастрового

плана (или крупнее) по результатам установления на местности и согласования границ.

8. *Контроль и регистрация результатов кадастровых работ.* Результаты кадастровых работ подлежат обязательному полевому контролю, так как в процессе его выполнения устраняются возможные ошибки и несогласованности, возникшие в процессе съемок. Кроме того, контролируют соблюдение требований технического задания и соответствующих инструкций на производство топографо-геодезических работ. Полученная в результате работ информация переносится в специальные реестры и отображается на кадастровых картах или планах.

9. *Ведение базы данных.* Для систематизации и управления большими объемами текстовой и графической кадастровой информации создается и ведется база данных. Ее наличие предусматривает не только хранение информации, но и оперативную выдачу ее потребителю. Кроме указанных работ геодезист участвует в планировании землепользования, оценке состояния и стоимости земель, в разрешении возникающих споров.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- знать методы измерений на топографических картах, технологию геодезических работ, выполненных с помощью современных средств при построении съемочного обоснования, производства топографических съемок, установлении территориальных границ, перенесение проектов в натуру объектов землеустройства и проектов планировки застройки населенных пунктов, а также определение площадей земельных участков различными способами;

- уметь применять теоретические основы для решения практических задач землеустройства;

- иметь представление о назначении и содержании геодезических работ при установлении (восстановлении) границ земельных участков; подготовке исходной геодезической информации для выноса в натуру границ земельных участков; методах выноса в натуру проектных элементов границ земельных участков и их поворотных точек;

- овладеть навыками создания и обоснования топографической основы для землеустройства и кадастра недвижимости, обоснования выбора масштаба карт земельных угодий. Данная дисциплина тесно связана с другими специальными дисциплинами и закрепляет практические навыки.

1. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. Понятие о геодезической сети

При проведении различных народнохозяйственных, в том числе и землеустроительных, мероприятий на большой территории необходимы топографические карты и планы, составленные на основе сети геодезических пунктов, плановое положение которых на земной поверхности определено в единой системе координат, а высотное – в единой системе высот. При этом геодезические сети могут быть плановыми, высотными или одновременно плановыми и высотными.

Сеть геодезических пунктов располагают на местности согласно составленному для нее проекту. Пункты сети закрепляют особыми знаками.

Построенная на большой территории в единой системе координат и высот геодезическая сеть дает возможность правильно организовать работу по съемке местности. При наличии такой сети съемку можно проводить в разных местах, что не вызовет затруднения при составлении общего плана или карты. Использование сети геодезических пунктов приводит к более равномерному распределению по территории влияния погрешностей измерений и обеспечивает контроль выполняемых геодезических работ.

Геодезические сети строят по принципу перехода от общего к частному, т. е. вначале на большой территории строят редкую сеть пунктов с очень высокой точностью, а затем эту сеть последовательно по ступеням сгущают пунктами, которые строят на каждой ступени с меньшей точностью. Таких ступеней сгущения бывает несколько. Сгущают геодезическую сеть с таким расчетом, чтобы в результате получилась сеть пунктов такой плотности (густоты) и точности, чтобы они могли служить непосредственной опорой для предстоящей съемки.

Плановые геодезические сети строят в основном методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации. Иногда эти методы сочетают.

Метод триангуляции состоит в строительстве сети треугольников, в которых измеряют все углы и как минимум две стороны на разных концах сети (вторую сторону измеряют для контроля измерения первой стороны и установления качества всей сети) (рис. 1а).

Длины других сторон треугольников рассчитываются по формулам тригонометрии. Последовательно решая прямую геодезическую задачу, можно рассчитать координаты всех пунктов сети.

Метод полигонометрии заключается в построении сети ходов, в которых измеряют все углы и стороны (рис. 1в). Полигонометрические ходы отличаются от теодолитных более высокой точностью измерений. Этот метод обычно применяют в закрытой местности. Внедрение в производство электромагнитных дальномеров делает целесообразным применение полигонометрии и в открытой местности.

Метод трилатерации состоит в построении сети треугольников, в которых измеряют все стороны (рис. 1б). В некоторых случаях создают линейно-угловые

сети, представляющие собой сети треугольников, в которых измерены стороны и углы (все или в необходимом их сочетании).

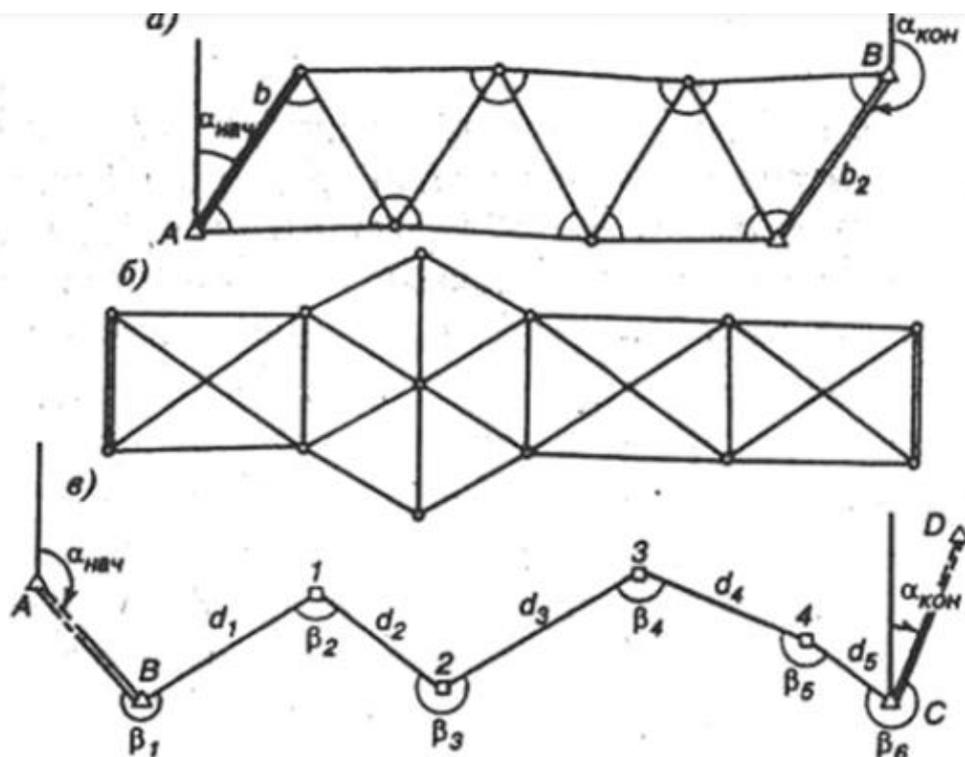


Рисунок 1- Методы планового обоснования геодезических сетей:
а) триангуляция; б) трилатерация; в) полигонометрия.

1.2. Государственная геодезическая сеть

Государственная геодезическая сеть (ГГС) представляет собой совокупность геодезических пунктов, расположенных равномерно по территории всей страны и закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их сохранность и устойчивость в течение длительного времени. Государственная геодезическая сеть является главной геодезической основой топографических съемок всех масштабов, она включает в себя плановые и высотные геодезические сети.

В основном она предназначена для решения задач, имеющих хозяйственное, научное и оборонное значение:

- создания и распространения государственной геодезической референцной системы координат на всей территории страны, поддержание ее на уровне современности;
- геодезического обеспечения картографирования страны и акваторий окружающих ее морей;
- геодезическое обеспечение изучения земельных ресурсов и землепользования, строительства, разведки и освоения природных ресурсов;
- изучения геодинамических явлений, поверхности и гравитационного поля Земли;
- обеспечения исходными геодезическими данными средств измерений, морской и аэрокосмической навигации, аэрокосмического мониторинга земель, природной и техногенной сред;

- метрологического обеспечения высокоточных технических средств определения месторасположения ориентирования.

Государственная геодезическая сеть включает в себя геодезические построения различных классов точности:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть;
- высокоточную геодезическую сеть;
- спутниковую геодезическую сеть 1 класса;
- астрономо-геодезическую сеть и геодезические сети сгущения.

Строят ее по принципу от общего к частному. Это означает, что сначала строят достаточно редкую сеть пунктов, определенных с очень высокой точностью. Затем эту сеть сгущают пунктами, определяемыми с менее высокой точностью.

Высший уровень в структуре ГГС - фундаментальная астрономогеодезическая сеть (ФАГС). Она является исходной основой для распространения на территории страны общеземной геоцентрической системы координат. Для определения положения пунктов ФАГС в такой системе координат используют методы космической геодезии. Они обеспечивают высокую точность их взаимного положения. Например, положение пунктов ФАГС в общеземной системе координат характеризуется средней квадратической погрешностью не более 10...15 см, а средняя квадратическая погрешность взаимного положения пунктов ФАГС, удаленных один от другого на расстоянии 650...1000 км, не должна превышать 1 см в плане и 3 см по высоте.

Пункты ФАГС должны иметь нормальные высоты, для определения которых используют геометрическое нивелирование не ниже II класса точности.

Высокоточная геодезическая сеть (ВГС) опирается на пункты ФАГС. Она представляет собой однородную по точности систему, пункты которой удалены один от другого на расстояние 150...300 км. С помощью пунктов ВГС распространяют на всю территорию страны общеземную систему координат, а также уточняют параметры взаимного ориентирования общеземной систем координат и решают некоторые другие задачи. Координаты пунктов ВГС относительно пунктов ФАГС определяют со средними квадратическими погрешностями, равными 1...2 см в плановом положении и 3 см по геодезической высоте.

Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1) - третий уровень в структуре современной ГГС. Она представляет собой геодезическое построение, создаваемое в целях эффективного использования спутниковых технологий при переводе геодезического обеспечения территории страны на спутниковые методы. Исходной основой для создания СГС-1 служат ближайшие пункты ФАГС и ВГС. СГС-1 в первую очередь создают в экономически развитых районах страны. Расстояние между пунктами СГС-1 в среднем 25...35 км. С учетом требований отраслей народного хозяйства плотность пунктов на отдельных территориях может быть увеличена, что обеспечит широкому кругу производителей работ оптимальные условия по применению ГЛОНАСС и GPS-аппаратуры в производственной деятельности.

Средние квадратические погрешности по каждой из плановых координат пунктов СГС-1 относительно ближайших пунктов ВГС не должны превышать 1 см. Нормальные высоты этих же пунктов устанавливают, используя спутниковое, а также геометрическое нивелирование I...II классов.

Астрономо-геодезическая сеть 1 и 2 классов (АГС) и геодезические сети сгущения 3 и 4 классов (ГСС) можно создавать как традиционными астрономо-геодезическими и геодезическими методами, так и с использованием спутниковых технологий. Средняя длина стороны в АГС обычно составляет 12 км. Астрономо-геодезическая сеть задает на всей территории страны геодезическую референционную систему координат и распространяет с необходимой для практики плотностью пунктов общеземную систему координат.

Геодезические сети сгущения 3 и 4 классов – главная плановая основа топографических съемок всего масштабного ряда. Исходной основой для их создания служат пункты АГС и СГС-1. Средняя длина сторон в ГСС 3 класса составляет 6 км, а 4 класса – 3 км. Точность взаимного положения смежных пунктов АГС и ГСС характеризуется средней квадратической погрешностью, не превышающей 5 см. Положение пунктов ГГС определяют в двух системах геодезических координат: общеземной и референционной. Между ними установлена однозначная связь, обусловленная параметрами взаимного перехода – элементами ориентирования. Референционная система геодезических координат и элементы ее ориентирования относительно общеземной системы координат обязательны для использования на территории страны всеми ведомствами Российской Федерации.

1.3. Опорная межевая сеть

Опорная межевая сеть (ОМС) является геодезической сетью специального назначения, которую создают для координатного обеспечения Государственного кадастра недвижимости, государственного мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом России. Создают их во всех случаях, когда точности и плотность пунктов государственных или иных геодезических сетей не удовлетворяет нормативно-техническим требованиям ведения государственного кадастра недвижимости и др.

Опорная межевая сеть является геодезической сетью специального назначения и предназначена:

- для установления единой координатной основы на территориях кадастровых округов с целью ведения кадастра объектов недвижимости;
- ведения государственного реестра земель кадастрового округа, района, квартала и дежурных кадастровых карт (планов);
- проведения работ по Государственному земельному кадастру, землеустройству, межеванию земельных участков, государственному мониторингу земель и координатному определению иных государственных кадастров;

- государственного контроля за состоянием, использованием и охраной земель;
- проектирования и организации выполнения природоохранных, почвозащитных и восстановительных мероприятий по сохранению природных ландшафтов и особо ценных земель;
- установления границ земель, особо подверженных геологическим и техногенным воздействиям;
- информационного обеспечения Государственного земельного кадастра данными о количественных и качественных характеристиках и местоположении земель для установления их цены, платы за пользование, экономического стимулирования и рационального землепользования;
- инвентаризации земель различного целевого назначения;
- создания земельных информационных систем;
- решения других задач Государственного земельного кадастра, государственного мониторинга земель и землеустройства.

Предусматривают создание опорных межевых сетей первого ОМС1 и второго ОМС2 классов, точность построения которых характеризуется средними квадратическими погрешностями взаимного положения смежных пунктов соответственно 5 и 10 см.

Опорную межевую сеть ОМС1 создают в городах для установления (восстановления) границ городской территории, границ земельных участков, а также определения месторасположения зданий и сооружений как объектов недвижимости, находящихся в собственности (пользовании) граждан или юридических лиц.

ОМС2 создают в черте других поселений для тех же целей на землях сельскохозяйственного назначения и других землях, для геодезического обеспечения межевания земельных участков, мониторинга и инвентаризации земель и др.

Плотность пунктов опорной межевой сети должна обеспечивать необходимую точность последующих кадастровых, землеустроительных работ, а также мониторинга земель и определяется техническим проектом. При этом плотность пунктов на 1 км² должна быть не менее: в черте города – 4-х пунктов; в черте других поселений - 2-х пунктов; на землях сельскохозяйственного назначения и других землях — устанавливают на основе технического проекта.

В сельских населенных пунктах, на землях садоводческих товариществ и т.п. плотность пунктов опорной межевой сети должна быть не менее 4-х пунктов на один населенный пункт.

Опорную межевую сеть строят в следующем порядке:

- планирование, рекогносцировка и техническое проектирование;
- закладка центров пунктов ОМС и устройство знаков;
- выполнение геодезических измерений;
- полевые вычисления и контроль качества измерений;
- математическая обработка результатов измерений;
- составление каталога координат пунктов ОМС и написание технического отчета.

При техническом проектировании нужно предусмотреть применение наиболее надежных и экономных методов создания ОМС, которые обосновывают соответствующими расчетами.

Пункты опорной межевой сети на местности закрепляют центрами, обеспечивающими их долговременную сохранность и устойчивость как в плане, так и по высоте. Один из основных конструктивных элементов пункта геодезической сети - его центр, на котором обозначают метку. К последней относят координаты пункта.

Центр пункта должен обеспечивать: долговременную сохранность и неподвижность в плане и по высоте; легко опознаваться на местности.

При проектировании опорных межевых сетей для центров пунктов подбирают их конструкцию, определяют технологию изготовления, глубину закладки, а также форму и его внешнее оформление. При этом для обеспечения неподвижности центров в течение продолжительного времени решающее значение имеет выбор типа центра и места его закладки. Необходимо учитывать также природные факторы (глубинные, тектонические процессы, происходящие в земной коре, природные деформации и смещения грунта на основе карстов, оползней, просадки и т.п.), приводящие к деформации грунтовой среды и влияющие на стабильность положения центра.

При построении опорной межевой сети конструкцию центра принято задавать его типом. Выбор конкретного типа в основном определяют физикогеографические условия района расположения геодезического пункта, характеристика грунта, глубина промерзания и промерзания грунта, водные условия в местах расположения пунктов, степень коррозии грунта и другие факторы.

Выбор конструкции центров зависит от способности грунта поглощать и поднимать воду. Наилучшими для закладки центров являются скальные и песчаные грунты. Последние хорошо пропускают воду, обладают малой капиллярностью, а следовательно, не вызывают пучения грунта. Неблагоприятны для закладки центров глинистые грунты, обладающие большой поглощаемостью и капиллярностью. В некоторых глинах вода может подниматься до 2 м. При поглощении воды грунт увеличивается в объеме. Такое же явление наблюдают при замерзании насыщенного водой грунта. При этом происходит пучение грунта.

Устойчивость центров пунктов зависит также от сил морозного пучения. Исследованиями установлено, что сила морозного пучения представляет собой функцию от периметра знака и нормативной силы пучения, при этом сила морозного пучения нарастает с уменьшением глубины, достигая наибольшего значения у поверхности земли. При зонировании территории с целью установления подходящих для нее конкретных типов центров пунктов ОМС и определения глубин промерзания грунта, как правило, используют схематические карты глубин промерзания грунтов. Сложные топографические, геологические, климатические условия и многие другие факторы очень часто заставляют отказываться от принятых типов центров геодезических пунктов и искать индивидуальные решения применительно к местным условиям.

Центр представляет собой металлическую трубу диаметром 3...6 см и толщиной стенок не менее 0,3 см. Нижний конец трубы имеет заостренную форму. Ее длина должна быть такой, чтобы после установки марка была расположена над поверхностью земли не более чем на 50 см, а нижний конец трубы после ее забивки в грунт должен был бы располагаться не менее чем на 30 м ниже наибольшей глубины его промерзания. В нижней части трубы на расстоянии 5 см от заостренного конца трубы имеются два противоположных отверстия, в которые при изготовлении знака вставляют отрезок арматурной проволоки диаметром 5...6 мм. До забивки центра выходящие (не более чем на 2 см) из трубы концы этой арматуры располагают вдоль поверхности трубы. При забивке центра в грунт используют специальную вставку, которую до закрепления марки вставляют в верхний торец трубы. Ударяя, например, металлической кувалдой по вставке, вдавливают концы отрезка арматурной проволоки в грунт.

Составной элемент пункта ОМС - марка с нанесенной меткой (просверленное отверстие, пропиленный крест, керн и т. п.), к которой относятся плоские прямоугольные координаты и высоты. На марке над меткой делают надпись «ОМС», а ниже ее наносят номер пункта опорной межевой сети, например надпись на марке пункта ОМС с номером 201 имеет вид: «ОМС/201». Для центра в виде металлической трубы надпись можно помещать на металлической пластине, приваренной к верхней части этого центра.

Надписи наносят краской, устойчивой к атмосферным воздействиям, или делают насечку (гравирование).

При развитии опорных геодезических сетей на застроенной территории, например в условиях города, в качестве центров пунктов удобно использовать, так называемые, стенные знаки, закрепляемые на зданиях и сооружениях, а также специальные марки, закладываемые на поверхностях в твердом покрытии (например, на поверхности бетонного основания дороги).

Пункты ОМС следует, по возможности, размещать на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности, к местам установки пунктов опорных межевых сетей подъезд или подход должны быть легко доступны, хорошо опознаваться на местности и обеспечивать долговременную сохранность их центров. На землях сельскохозяйственного назначения и в сельской местности центры, как правило, закладывают вблизи перекрестков улучшенных грунтовых дорог, опор линий электропередачи и связи, лесных полезащитных полос и т.п.

Пункты ОМС закладывают на местности с письменного согласия:

- городской, поселковой или сельской администрации, если они будут расположены на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности;
- собственника, владельца, пользователя земельного участка, если они будут находиться на их земельных участках;
- соответствующих министерств и ведомств и организаций, если они будут расположены на землях промышленности и иного специального назначения.

Центры пунктов геодезических сетей из-за разных объективных и субъективных причин часто уничтожают. Государственный контроль за наличием и сохранностью пунктов опорных межевых сетей осуществляет соответствующая контрольная земельная служба. Государственные инспекторы по использованию и охране земель при выявлении их умышленных повреждений и уничтожении имеют право обращаться в органы внутренних дел за установлением личности граждан, виновных в нарушении земельного законодательства, и направлять в соответствующие органы материалы для привлечения их к ответственности.

Координаты пунктов ОМС определяют либо глобальными спутниковыми системами ГЛОНАСС и GPS, либо наземными способами триангуляции, полигонометрии, трилатерации и их комбинациями. Во всех случаях должна быть обеспечена необходимая точность взаимного положения пунктов ОМС. Допускается определение координат пунктов ОМС2 фотограмметрическим методом, технология работ при этом должна регламентироваться техническим проектом с учетом требований к точности взаимного положения смежных пунктов ОМС.

Пункты ОМС должны быть привязаны не менее чем к двум пунктам государственной геодезической сети. Пункты ОМС2 могут быть привязаны не менее чем к трем пунктам ОМС1.

Высоты пунктов опорной межевой сети определяют в Балтийской системе высот с использованием результатов спутниковых измерений, а также геометрическим или тригонометрическим нивелированием в соответствии с техническим проектом производства геодезических работ.

Каталоги координат пунктов ОМС составляют в местной системе координат в границах кадастрового округа Российской Федерации. Ведение каталогов, как правило, выполняют в электронном виде. При составлении каталога в традиционном виде к нему прилагается схема на топографической карте масштаба 1 : 200 000. В каталоге координат для каждого пункта ОМС указан его номер, название, класс и тип центра, а также плоские прямоугольные координаты, высоты центров. Номер пункта ОМС устанавливают в границах кадастрового округа РФ в порядке возрастания. Название пункту ОМС присваивают по названию ближайшего населенного пункта или географического объекта. Плоские прямоугольные координаты пунктов ОМС записывают с округлением до 0,01 м, высоты пунктов – до 0,1 м.

1.4. Межевые съемочные сети

Плотность пунктов опорной межевой сети, находящихся на территории проведения земельно-кадастровых геодезических работ, обычно недостаточна для выполнения межевания земельных участков, съемки объектов недвижимости, инвентаризации земель и др. Поэтому ОМС необходимо сгустить, построив так называемую *межевую съемочную сеть* (МСС). Межевую съемочную сеть (геодезическую съемочную сеть) создают с целью сгущения ОМС для ее дальнейшего использования в качестве геодезической основы для определения плоских прямоугольных координат межевых знаков, а

также других характерных точек объектов недвижимости. Плотность пунктов должна обеспечивать высокое качество съемки.

При построении МСС используют различные способы производства геодезических работ: полигонометрические (теодолитные) ходы, прямые и обратные угловые засечки, линейную засечку и лучевой способ. Технология этих работ, математическая обработка результатов геодезических измерений были подробно рассмотрены при изучении курса геодезии.

Ниже приведены особенности производства геодезических работ при построении межевых съемочных сетей на землях поселений при закреплении месторасположения центров пунктов стенными знаками, а также геодезической привязки к пунктам ОМС на застроенных территориях. Стенные знаки более долговечны, чем грунтовые, более экономичны и просты при закладке. По конструкции стенные знаки могут быть различными.

Стенные знаки располагают на основных несущих элементах (стенах, надстройках и т.п.) кирпичных, каменных, бетонных и других зданий и сооружений, не имеющих видимых нарушений цокольной части. Стенной знак крепят на высоте 0,3... 1,2 м от поверхности земли. Носителем координат стенного знака является отверстие диаметром 2 мм, просверленное в головке знака. На диске знака должна быть размещена соответствующая надпись о принадлежности знака. Отметим, что стенные знаки можно закладывать в цокольную часть зданий и сооружений как в единственном числе (одинарный стенной знак), так и парами (парные стенные знаки) на расстоянии друг от друга 10...20 м. В последнем случае между ними измеряют расстояние стальной рулеткой с погрешностью не более 1мм.

1.5. Восстановление и съемка границ землепользований

Границы землепользований создаются в процессе проведения межхозяйственного землеустройства, оформляются на местности в установленном порядке и обеспечивают необходимые территориальные условия для рационального использования земли, а также для охраны прав землепользователей. Эти границы имеют большое значение для формирования землепользования, а поэтому считаются обязательным элементом содержания межевого плана.

Со временем некоторые граничные знаки на местности утрачиваются, поэтому границы землепользований восстанавливают при возникновении земельных споров между землепользователями или перед съемкой их в целях нанесения на новые планы (карты). Восстановление границ геодезическими средствами возможно лишь при наличии о них геодезической информации в виде координат граничных знаков или горизонтальных углов и расстояний между знаками. Восстановление возможно и по графическому изображению границ на существующих планах (картах).

В зависимости от расположения и количества утраченных и сохранившихся межевых знаков, точности геодезической информации, топографических условий местности восстановление может производиться

способами: угломерных измерений, линейных измерений, непосредственного опознавания (дешифрирования) на местности признаков утраченного знака.

Способ угломерных измерений для восстановления утраченных межевых знаков обычно предполагает применение теодолита и мерного прибора, при этом необходимые угловые и линейные величины по границам берут из ведомостей координат или с плана землепользования. Для работы в поле изготавливают чертеж границ, на который выписывают углы и линии по утраченной части границы и на примыкающих к ней линиям с сохранившимися на местности межевыми знаками.

При восстановлении одиночных межевых знаков применяют полярный способ или способ угловых засечек.

Полярный способ (рис.2а) заключается в построении на сохранившемся межевом знаке В угла β и отложении от знака В на местности расстояния s для определения положения утраченного знака С.

В зависимости от имеющихся геодезических материалов угол β и расстояние s могут быть взяты из ведомости координат или вычислены по аналитическим координатам межевых знаков по формулам:

$$\beta = \arctg \frac{y_A - y_B}{x_A - x_B} - \arctg \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B},$$

$$s = \frac{y_C - y_B}{\sin \alpha} = \frac{x_C - x_B}{\cos \alpha} = \sqrt{(y_C - y_B)^2 + (x_C - x_B)^2},$$

Точность определения положения межевого знака С будет зависеть от точности определения и построения на местности угла β и расстояния s .

Способ угловых засечек (рис.2б) целесообразно применять, когда затруднены линейные измерения между сохранившимися межевыми знаками В, Д и восстанавливаемым С. Необходимые углы β_1 и β_2 выбирают из ведомости координат или вычисляют по формуле.

На местности, установив теодолит на знаке В, от направления на знак А строят угол β_1 и по полученному направлению в районе расположения знака С обозначают створ вешками с1 и с2. Аналогично получают точки с3 и с4. Затем на пересечении створов с1с2 и с3с4 восстанавливают межевой знак С.

Нередко для разыскания и восстановления утраченного обособленного межевого знака М (рис.2в) применяют следующий способ. Теодолит устанавливают в точке L, предполагая, что она расположена вблизи знака М. Измеряют углы γ , φ и из решения обратной засечки по координатам удаленных пунктов геодезической сети (или сохранившихся межевых знаков) А, В и С вычисляют координаты точки L. Затем вычисляют дирекционные углы α_{LA} , α_{LM} , расстояние s_{LM} и угол $\beta = \alpha_{LM} - \alpha_{LA}$. Потом, построив угол β , находят положение межевого знака М по расстоянию s_{LM} .

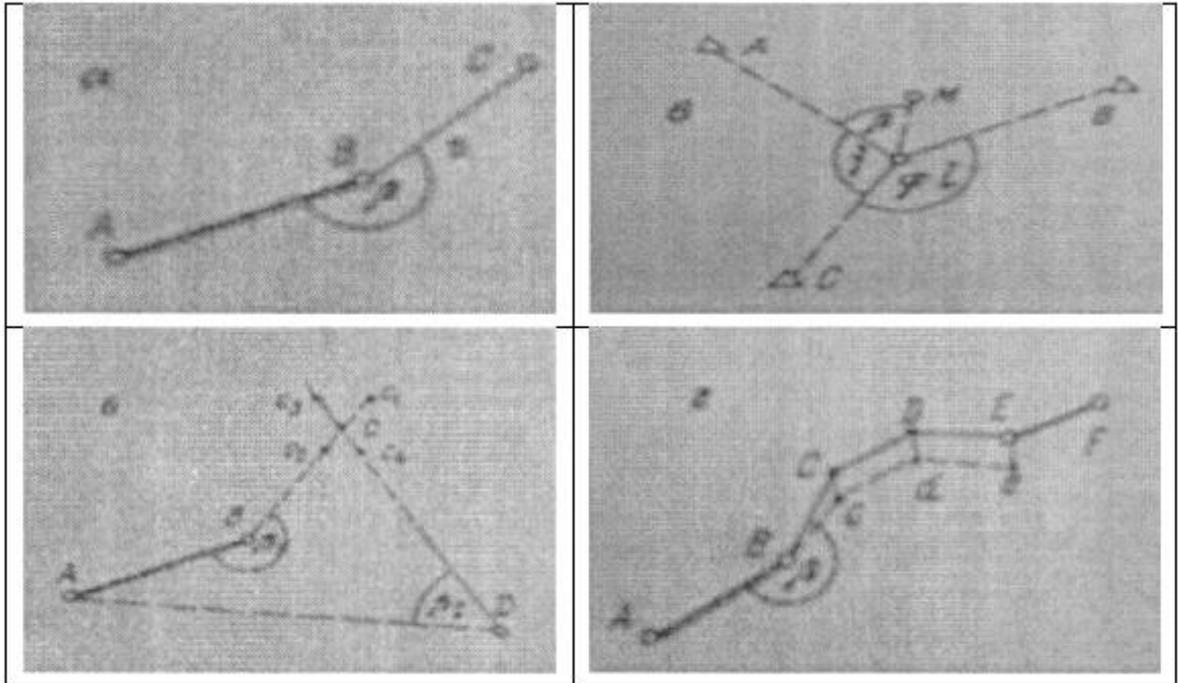


Рисунок 2 - Схемы восстановления утраченных межевых знаков

При необходимости восстановления отдельного звена границы из нескольких смежных межевых знаков целесообразно строить (прокладывать) теодолитной ход. Например, для восстановления утраченной границы BC, CD и DE и граничных знаков в точках C и D (рис.2г) строят при точке B угол β , величина которого известна, и по полученному направлению откладывают известное расстояние (горизонтальное проложение) BC. В полученной точке c строят угол, величина которого известна, откладывают расстояние CD и т.д. У точки E получится невязка eE - как результат влияния погрешностей измерений при проложении хода BCDE, так и при восстановлении его Bcde.

При вероятности 0,954 невязку (допустимую) можно рассчитать по формуле:

$$f_s^2 = 4 \sum_1^n m_s^2 + 4 \frac{n + 1,5}{3} \left(\frac{m_\beta}{\rho} \sum S \right)^2,$$

где m_s - средняя квадратическая погрешность измерения (откладывания) линии длиной s ; n - число линий (построенных углов) хода; m_β - средняя квадратическая погрешность построения угла.

Например при $s_1=s_2=s_3=400\text{м}$, $m_s=0,15\text{м}$, $m_\beta=1'$,

$$f_s^2 = 4 \cdot 3 \cdot 0,15^2 + 4 \frac{3 + 1,5}{3} \left(\frac{1 \cdot 1200}{3438} \right)^2 = 1,00\text{м}^2, \quad f_s = 1,00\text{м}$$

Невязку распределяют способом параллельных линий. Для этого при помощи буссоли в точке e измеряют направление (магнитный азимут) невязки, а в точках d и c при помощи буссоли строят это направление и откладывают от них отрезки (поправки) dD и cC, вычисляемые по формулам:

$$dD = \frac{eE}{BC + CD + DE} (BC + CD),$$

$$cC = \frac{eE}{BC + CD + DE} \beta C,$$

Иногда не возникает необходимость производить увязку хода на местности, так как после получения точки с раскопка в этой точке позволяет обнаружить остатки утраченного межевого знака в виде полусгнивших частей столба или осколков камня, бетона и пр. В этом случае на месте обнаруженного знака устанавливают новый знак, строят угол при его вершине и отмеряют расстояние для получения точки d , в которой также обнаруживают остатки утраченного межевого знака, на месте которого также устанавливают новый знак.

При восстановлении межевых знаков по имеющимся геодезическим данным в закрытой местности затрачивается много времени как на прорубку просек, так и на увязку хода в натуре. В этом случае задачу восстановления межевых знаков в точках C и D можно решить иначе: по координатам точек B и E , решением обратной геодезической задачи, вычисляют направление и длину линии BE (рис.3а), а затем по дирекционным углам граничных линий и линии BE вычисляют углы $\varphi = (BA) - (BE)$, $\alpha = (BE) - (BC)$, $\beta = (BE) - (CD)$, $\gamma = (ED) - (EB)$; затем по линии BE вычисляют промеры $Bc = BC \cos \alpha$, $cd = CD \cos \beta$, $dE = DE \cos \gamma$ и перпендикуляры к точкам C и D длиной $Bc = BC \sin \alpha$, $Dd = Cc + CD \sin \beta$, записывают вычисленные данные на чертеже, согласно которому на местности в точке B строят угол φ , провешивают линию BE , отмеряют промер Bc , в точке c строят и отмеряют перпендикуляр cC и восстанавливают знак в точке C . Положение знака в точке D находят по промеру Vd и перпендикуляру dD .

Если прямое измерение линии BE невозможно или затруднительно из-за имеющихся препятствий, то целесообразно проложить сначала вспомогательный теодолитный ход между точками B и E с одной (двумя) дополнительной точкой Q (рис.3б) увязать его, затем по координатам точек Q и C , Q и D вычислить дирекционные углы (QC) , (QD) и горизонтальные проложения QC и QD , а затем и углы $\lambda = (QC) - (QB)$ и $\delta = (QD) - (QB)$, необходимые для построения их на местности, чтобы восстановить утраченные знаки в точках C и D .

Способ линейных измерений (промеров) применяют, если на утраченную часть границы нет геодезических данных (угловых и линейных), а есть лишь графическое изображение ее на плане или фотоплане.

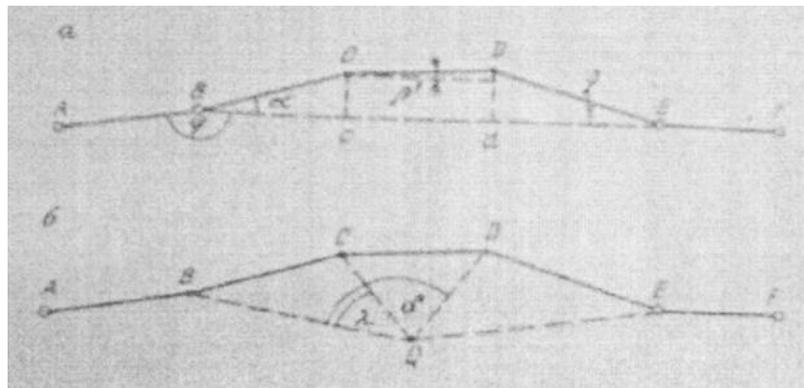


Рисунок 3 - Схемы восстановления утраченных межевых знаков относительно вспомогательной линии и точки

Границы в этом случае восстанавливают по точкам на местности, где были граничные знаки, с применением метода промеров между сохранившимися знаками В и Е (рис.3а) и построения перпендикуляров от промеряемой линии ВЕ до восстанавливаемых знаков С и D. Длину промеров Вс и Вd и перпендикуляров сС и dD определяют графически по плану. Кроме этого могут применяться линейные засечки от ближайших четких контурных точек, промеры вдоль линейных контуров ситуации, по створным линиям и др.

Границы землепользований восстанавливают с участием представителей смежных землепользователей.

Закрепление границ в натуре производят на основании проекта междолевой землеустройства. В зависимости от физикогеографических условий местности, наличия соответствующих материалов, рабочей силы и возможностей механизации работ границы в натуре могут закрепляться следующими стандартными межевыми знаками: железобетонными столбами длиной 135-150 см, деревянными столбами длиной 135-150 см и диаметром 15-20 см, валунами сравнительно правильной формы и весом не менее 100 кг, либо кладкой тура в виде усеченного конуса, укороченного до 80 см.

Конструкция и закладка межевых знаков должна обеспечивать длительную сохранность их положения на местности для использования в качестве пунктов геодезического обоснования. На границе одного и того же землепользования или по одному смежеству межевые знаки должны быть единой конструкции. Для длительной сохранности межевых знаков обычно вокруг столбов оформляют курган с канавой в виде окружности, внутренний диаметр 2,5-2,8 м, внешний 3,5-3,8 м, глубина канавы 0,3-0,4 м.

При использовании валуна, который наполовину закапывают в землю, на нем зубилом выдавливают углубление, обозначающее центр межевого знака, и отступив от него, выдалбливают канавки глубиной примерно 2 см в направлении на предыдущий и последующий межевые знаки. Их устанавливают друг от друга на расстоянии, обеспечивающем взаимную видимость, но не более 1000 м, а в районах с менее интенсивным использованием сельскохозяйственных угодий - 2000 м. На открытой территории землепользований границы, не совмещенные с живыми урочищами и другими рубежами, пропахивают в одну борозду глубиной не менее 20 см.

Съемку установленных или восстановленных межевых знаков, в целях нанесения их на план, производят различными способами, в зависимости от метода съемки территории землепользования и наличия геодезических пунктов, к которым возможна привязка знаков.

Наиболее надежным способом съемки межевых знаков является проложение по ним теодолитных ходов, привязываемых к пунктам имеющейся геодезической сети (в том числе к существующим межевым знакам, имеющим вычисленные значения координат). В этом случае межевые знаки в течение многих лет служат геодезическим обоснованием для привязки отводов земель; перенесения проектов землеустройства в натуру; корректировки планов, направленной на поддержание их на современном уровне, и привязки аэрофотоснимков при обновлении планов.

Расположение межевых знаков по периферии землепользования, часто на кормовых и лесных угодьях обеспечивает их длительную сохранность, благодаря чему они являются более надежными носителями геодезической информации, чем другие пункты геодезических сетей, часто располагающиеся на пахотных угодьях и мешающие механизированной обработке земли.

Закрепленные на местности границы землепользований показываются и сдаются в натуре представителям землеустройства хозяйств с оформлением протокола, в котором описывается положение границ на местности. К протоколу прилагается чертеж установленных границ.

После установления границ на местности землепользователю выдается государственный акт на право пользования землей.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА И КОРРЕКТИРОВКА ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

2.1. Виды планово-картографических материалов, используемых в землеустройстве

Основными для составления проектов землеустройства, мелиорации, планировки сельских населенных мест, проведения кадастра недвижимости являются *топографические планы*, получаемые методами аэрофотосъемки, отличающиеся от планов наземных съемок объективностью и многообразием информации, почти не зависящей от искусства и опытности специалистов, участвующих в фототопографических процессах.

Контурные планы (без изображения рельефа горизонталями) не используются для проектных решений, если рельеф является существенным фактором, требующим учета при проектировании. Лишь в отдельных случаях землеустроитель-проектировщик, знакомый с дешифрованием и рисовкой рельефа на материалах аэрофотосъемки, может учесть элементы рельефа по фотоизображению, пользуясь простыми стереоскопическими приборами.

Для обследований, рекогносцировок, обзорных целей, эскизных решений используются контактные или увеличенные (приведенные к одному масштабу) *аэрофотоснимки и фотосхемы*.

Планы стереофотограмметрической наземной (фототеодолитной) съемки применяют в значительно всхолмленной, предгорной и горной местностях. Рельеф на этих планах изображается с большей точностью, чем на планах стереофотограмметрической аэрофотосъемки и наибольшее применение они находят для составления проектов рекультивации земель, при изучении процессов водной эрозии, при террасировании склонов и др.

Планы мензурных съемок, проводимых на небольших площадях, когда применение фотограмметрических съемок нерентабельно и сроки выполнения проектно-изыскательских работ ограничены, представляют хороший материал для проектирования, если съемка выполнена опытным специалистом, и в особенности самим проектировщиком или под его руководством.

Планы теодолитных съемок, еще реже выполняемых для землеустройства, достаточно точны только в тех точках, которые действительно снимаются (концы перпендикуляров при съемке способом перпендикуляров, концы радиусов векторов при полярном методе съемки и пр.) и положение их определяется величинами, указанными в абрисах. Все же остальные точки, расположенные на контурах, проводимых между снятыми точками часто имеют большие ошибки, являющиеся результатом обобщений, допускаемых при съемке. Поэтому теодолитные съемки выполняют на небольших площадях, с редкой контурностью, с густой сетью теодолитных ходов, позволяющих производить проектирование аналитическим способом и надежно переносить проект относительно точек теодолитных ходов. В этом случае масштаб плана не влияет на точность работы, так как все величины, необходимые для проектирования и перенесения проекта в натуру, получают из

измерений на местности. Изображение рельефа на планы теодолитных съемок может быть перенесено с планов государственных съемок.

Крупномасштабные планы тахеометрических съемок, наиболее трудных для исполнения, требующих большого опыта и мастерства в ведении абрисов и при выборе высотных пикетов для камеральной рисовки рельефа горизонталями, используются обычно для рекультивации нарушенных земель, террасирования и выполаживания склонов, противозерозионных мероприятий, строительства гидротехнических сооружений и др.

Крупномасштабные планы нивелирования поверхности, позволяющие детально изучить рельеф на небольших участках в равнинной местности, используются при проектировании и планировке поверхности рисовых чеков, аэродромных полей, спортивных комплексов, строительных площадок и др.

Цифровые модели местности (ЦММ), представляющие совокупность точек с числовыми выражениями пространственных (плановых и высотных) координат, расположенных по определенному правилу, например, в вершинах сетки квадратов, прямоугольников, равносторонних треугольников, на параллельных линиях, горизонталях, водоразделов, водотоках и др., с необходимой точностью и детальностью описывают топографическую поверхность. ЦММ, составляемые по материалам наземных или воздушных съемок, служат основой для автоматизации инженерных расчетов при проектировании с применением ЭВМ и для составления банка данных, т.е. информационной системы, собирающей, хранящей, пополняющей и преобразующей топографическую информацию о земной поверхности, в целях оперативного использования ее при решении инженерных задач.

2.2. Понятие о детальности, полноте и точности планово-картографических материалов

Планы и карты, полученные в результате различных видов съемок, имеют не одинаковую детальность и полноту.

Под детальностью понимают степень подобия изображения на плане всех изгибов и извилин контуров ситуации и рельефа. При отсутствии детальности говорят, что изображение ситуации и рельефа на плане (карте) обобщено. Обобщение (генерализация) происходит при дешифрировании фотоматериалов, рисовке рельефа и при наземных съемках.

Под полнотой понимают степень насыщенности плана объектами местности, изображение которых на плане необходимо и при данном масштабе и высоте сечения рельефа возможно.

Этими качествами в наибольшей степени обладают планы (карты), получаемые методом аэрофотосъемки (космической) съемки, выгодно отличающиеся от планов, получаемых другими методами.

Рельеф, зарисованный на материалах аэрофотосъемки горизонталями, отличается наибольшей детальностью, поскольку фотографическое изображение местности облегчает распознавание форм и элементов рельефа и дает возможность правильно отобразить их на плане, хотя изображение рельефа горизонталями при помощи стереофотограмметрических приборов требует от

исполнителя большого производственного опыта и главным образом опыта мензульной съемки рельефа.

Планы фототеодолитной съемки обладают хорошей детальностью и полнотой, но в несколько меньшей степени, чем планы аэрофотосъемки.

Планы мензульной съемки уступают планам аэрофотосъемки и в детальности и в полноте, а планы теодолитных и тахеометрических съемок, в особенности в сложных условиях ситуации и рельефа, обладает еще меньшей детальностью и полнотой, которые в свою очередь зависят от детальности и полноты абрисов, составление которых требует большого внимания и производственного опыта.

Детальность и полнота планов нивелирования поверхности зависят не только от сложности ситуации и рельефа, но и от размера сторон квадратов. Детальность и полнота ЦММ зависят от способа их составления, то есть от способа получения числовых выражений пространственных координат точек и от степени обобщения (генерализации) при съемке наземными методами или использовании материалов наземных и воздушных съемок.

Под точностью плана (карты) понимают величину средней квадратической погрешности положения контурной точки на плане относительно ближайшего пункта главного геодезического обоснования съемки (считая, что погрешности положения пунктов съемочного обоснования являются составной частью средней квадратической погрешности положения контурной точки).

2.3. Старение планово-картографического материала. Факторы, влияющие на скорость старения. Показатели старения планов

Планы и карты отображают ситуацию местности соответствующую времени выполнения съемки, поэтому с течением времени зафиксированная на них информация все меньше соответствует фактическому состоянию земной поверхности, то есть они стареют и тем значительнее это старение, чем больше времени проходит с момента съемки.

Старение планов и карт обусловлено:

- 1) непрерывным изменением облика земной поверхности, зависящим в большей степени от хозяйственной деятельности человека, чем от естественного развития природных явлений;
- 2) повышением требований к их точности, детальности, полноте, содержанию и оформлению в связи с научно-техническим прогрессом.

В результате осуществления хозяйственных мероприятий на территории сельскохозяйственного предприятия могут происходить изменения:

- а) в размерах и конфигурации землепользований и контуров угодий в связи с трансформацией, изъятием и отводом земель;
- б) в качественном состоянии угодий в связи с проведением мелиоративных, агротехнических и других мероприятий;
- в) в составе категорий земель и категорий землепользователей;
- г) в размерах территории из-за изменений административных границ.

Быстрое старение планов и карт, используемых при проведении землеустройства и земельного кадастра, вызывает необходимость систематического их обновления, так как они не отражают в необходимой мере состояние сельскохозяйственных угодий даже через год после съемки. В связи с этим требуется определять числовые показатели старения сельскохозяйственных планов и карт для установления сроков их обновления или корректировки.

Под обновлением понимают составление новых планов на основе новых съемок, с использованием существующих планов и их геодезического обоснования. Обновление планов производят через определенные периоды. Эти периоды устанавливаются от 8 до 15 лет в зависимости от степени старения планов и карт в различных районах картографирования. Однако быстрое старение планов и карт заставляет органы землеустройства проводить мероприятия по поддержанию планов и карт на современном уровне через более короткие сроки – от года до пяти лет, чтобы систематически удовлетворять требованиям достоверности информации об использовании земли при проведении кадастра недвижимости. Кроме того, проведение мероприятия по поддержанию планов и карт на современном уровне предшествует составлению проектов межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства, когда после съемки прошло 3 – 5 лет и досрочное обновление плана технически нецелесообразно и экономически не выгодно. Это мероприятие называют корректировкой планов и карт, под которой понимают съемку появившихся контуров ситуации, нанесение результатов съемки на существующий план (карту) и уничтожение на плане исчезнувших контуров.

Степень старения сельскохозяйственных планов и карт целесообразно определять главным образом с точки зрения стоимости выполнения работ по корректировке и обновлению планов, которое зависит от: 1) степени старения плана (карты); 2) способа корректировки (наземным способом или при помощи аэрофотосъемки); 3) вида корректируемого плана, составленного способом наземной съемки или аэрофотосъемки (штрихового плана или фотоплана); 4) категории сложности снимаемой местности.

2.4. Организация и содержание работы по корректировке планов

Корректировка планов является самостоятельным видом геодезических работ, выполняемых для внесения в план изменений в ситуации, происшедших после съемки (дешифровки), с сохранением точности, которой характеризуется корректируемый план.

Работа по корректировке выполняется в следующем порядке:

- 1) подготовительные камеральные работы;
- 2) полевое дешифрирование появившихся контуров на аэроснимках новой аэрофотосъемки или сличения корректируемого плана с местностью (осмотр, рекогносцировка местности);
- 3) удаление с плана исчезнувших контуров;

4) построение съемочного обоснования, где в этом есть необходимость для съемки появившихся контуров;

5) съемка появившихся контуров;

6) нанесение результатов съемки и дешифрирования на план и составление калек выполняемой работы (производится систематически по мере выполнения полевых работ);

7) контроль и оформление результатов корректировки (вычерчивание плана и калек, составление объяснительной записки или технического отчета, подшивка и брошюровка документов – схем, справок, полевых журналов, абрисов, ведомостей вычисления, таблиц и пр.).

Подготовительные работы заключаются в подборе и подготовке планов (карт), требующих корректировки, и других документов и материалов, используемых при корректировке.

Если на территорию имеются аэроснимки новой аэрофотосъемки, то в процессе подготовительной работы корректируемый план сличают с аэроснимками для выявления происшедших изменений в ситуации предварительно (в карандаше) наносят на план появившиеся контуры и зачеркивают исчезнувшие. Окончательное внесение изменений в корректируемый план производится после полевого дешифрирования.

С осмотра (рекогносцировки) местности начинается полевая работа по корректировке плана, которая состоит во внимательном сличении корректируемого плана (или копия с него) с местностью по заранее намеченным маршрутам с таким расчетом, чтобы все контуры оказались проверенными как по форме, так и по наименованию угодий.

При наличии аэрофоснимков новой аэросъемки при осмотре местности производится дешифрирование появившихся контуров, выявленных при камеральном сличении аэрофотоснимков с корректируемым планом.

В процессе осмотра местности (если отсутствуют аэрофотоснимки новой аэросъемки) выполняются следующие работы:

а) исправляются на плане изменившиеся наименования угодий без производства каких-либо измерений, при этом карандашом зачеркивается (крестиками) прежний условный знак и ставится новый. Исправление плана без каких-либо измерений производится и в случае, если контур ликвидирован (произведена распашка, раскорчевка) и если новые прямолинейные контуры опираются на четкие контурные точки ситуации. В этом случае на плане по линейке проводится прямая линия нового контура и ставятся соответствующие условные знаки;

б) выявляются контуры и массивы подлежащие съемке. Изменившиеся очертания (контуры) ситуации на плане зачеркивают карандашом и на глаз проводят новые контуры, положение которых будет уточняться последующими измерениями, при этом контур считается изменившимся, если новое его положение отходит от прежнего более чем на 1мм на плане. Если такое изменение визуально установить трудно, то возле контура на плане проводится линия, положение которой будет уточняться последующими измерениями;

в) намечаются схемы построения съемочного обоснования, то есть на плане делается пометка о предполагаемом виде построения съемочного

обоснования (проложение съемочного хода, цепи треугольников, построение геометрической сети или проложение мензульных ходов, определение положения точек засечками, использование в качестве опоры четких точек неизменившейся ситуации) в зависимости от характера местности и степени происшедших изменений в ситуации, их разбросанности по землепользованию, наличия пунктов геодезических сетей, метеорологических условий; г) определяются методы съемки появившихся контуров и массивов (теодолитом, мензулой, мерным прибором).

Осмотр местности является одним из ответственных этапов корректировки, требует большого опыта и тренировки сличения изображений на плане с местностью, что достигается самостоятельным выполнением съемочных работ, поэтому поручается квалифицированному исполнителю или производится под его непосредственным наблюдением и руководством. После осмотра местности с корректируемого плана удаляются или зачеркиваются красными крестиками исчезнувшие контуры и вносятся в план другие изменения, зафиксированные на плане при осмотре местности.

Выше было сказано, что корректировка планов является самостоятельным видом геодезических работ. Однако она может выполняться и попутно с проведением землеустроительных и мелиоративных мероприятий на территории землепользования, когда все изменения в ситуации происходящие в результате проведения этих мероприятий систематически фиксируются на плане по результатам измерений (съемки) на местности. Такая организация работы по корректировке наиболее эффективна в районах, где аэрофотосъемка не проводилась.

При небольших изменениях в ситуации корректировку можно производить и в разные стадии выполнения внутрихозяйственного землеустройства. Так, до составления проекта землеустройства производится лишь визуальная корректировка при осмотре местности, а инструментальная – после составления и обсуждения предварительного проекта, при этом наряду со съемкой появившихся контуров производится съемка границ трансформируемых и улучшаемых участков согласно проекту.

При построении съемочного обоснования учитывается возможность его использования для составления окончательного проекта и перенесения его в натуру.

Наконец, при небольших изменениях в ситуации съемка появившихся контуров может быть произведена при перенесении проекта в натуру. По результатам съемки уточняют проект и документацию к нему. В этом случае целесообразно в натуру переносить лишь границы проектируемых участков с соблюдением основного условия – параллельности длинных сторон, а окончательное вычисление площадей производить после перенесения проекта в натуру и нанесения на план происшедших изменений в ситуации.

Возможны и другие сочетания корректировки плана с составлением проекта и перенесения его в натуру. Например, перед составлением проекта производится съемка и нанесение на план появившихся контуров с большими площадями (перевод в пашню значительных площадей пастбищ, сенокосов, посадка сада и пр.), а мелкие появившиеся контуры, которые не могут повлиять

на проектные решения, наносятся на план визуально, а снимаются при перенесении проекта в натуру.

Такое сочетание корректировки планов со стадиями составления проекта и перенесения его в натуру позволяет значительно сократить время на производство корректировки и перенести часть камеральных работ на зимнее время.

3. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

3.1. Характеристика способов определения площадей землепользований, полей севооборотов, контуров угодий и др.

Составление различного рода проектов, связанных с использованием земельной территории, изучение ее природных богатств, учет и инвентаризация земель требуют определения площадей.

При проведении этих работ определяют небольшие площади – усадебных участков и огородов, садовых кварталов и бригадных участков, рабочих участков и полей севооборотов, контуров сельскохозяйственных и лесных угодий и др. и большие площади – сельских населенных пунктов и севооборотных массивов, целых землепользований и суммы площадей нескольких несмежных участков, обладающих одними и теми же природными или хозяйственными признаками, например, суммы площадей контуров пашни, кормовых угодий и др.

В одних случаях достаточно ограничиться общими сведениями о площадях участков и массивов, в других – необходимы более точные определения площадей и погрешность даже в несколько десятых долей процента считается недопустимой. Поэтому, наряду с площадью требуется знать и точность ее определения.

В зависимости от хозяйственной значимости участков и массивов, их размеров, конфигурации и вытянутости, наличия результатов измерений линий, углов на местности и планово-картографического материала, топографических условий местности применяются следующие способы определения площадей.

Аналитический, когда площадь вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности или по их функциям – координатам вершин фигур.

Графический, когда площадь вычисляют по результатам измерений линий и углов (транспортиром) или по координатам точек на плане (карте).

Механический, когда площади определяют на плане при помощи специальных приборов (планиметров, картометров) и приспособлений (палеток, ротометров и др.).

Нередко эти способы применяют комбинировано, например, часть линейных величин для вычисления площади измеряют на плане, а часть берут из результатов измерений на местности, или при вычислении площади по координатам для одних точек применяют вычисленные (аналитические) значения координат по результатам измерений на местности, а для других точек координаты получают измерением на плане (графические), или основную площадь землепользования, заключенную в теодолитный полигон, вычисляют аналитическим способом, а площадь, выходящую за пределы полигона и заключенную между линиями полигона и живым урочищем (границей землепользования по ручью, берегу реки и др.), определяют графическим и механическим способом.

Наиболее точно, но требующим больших материальных затрат на производство полевых измерений, является аналитический способ, так как на

точность вычисленной площади этим способом влияют только погрешности измерений на местности и, следовательно, точность его не зависит от точности плана. Его применяют для вычисления площадей землепользований, полей севооборотов, когда по границам их проложены теодолитные ходы и полигоны, а также при обмере ценных в хозяйственном отношении усадебных, садовых и других участков.

Менее точен графический способ, потому что, помимо погрешностей измерений на местности на точность вычисленной площади влияют погрешности составления плана и определения площади по плану. Его применяют для определения площадей и землепользований, и полей севооборотов, и контурных угодий, ограниченных ломанными линиями, при этом, чем меньше площадь участка, тем с большей относительной погрешностью определяется его площадь, а для больших площадей, например, целых землепользований, точность этого способа приближается к точности, получаемой аналитическим способом.

Наименее точным, но наиболее распространенным является механический способ, так как пользуясь им, можно быстро и просто определить площадь участка любой формы, поэтому его применяют при определении площадей и землепользований, и полей севооборотов, и контуров угодий с извилистой формой границ, проходящих по живым урочищам, горизонталям, бровкам лощин, очертаниям болот, зарослей и пр.

3.2. Вычисление площадей аналитическим способом. Основные формулы, применяемые при аналитическом способе

Данный способ позволяет определить площадь участка любой конфигурации, т.е. с любым числом вершин, координаты которых (x,y) известны. При этом нумерация вершин должна производиться по ходу часовой стрелки. Как видно из рисунка 4, площадь S многоугольника 1-2-3-4 можно рассматривать как разность площадей S' фигуры 1y-1-2-3-3y и S'' фигуры 1y-1-4-3-3y $S = S' - S''$.

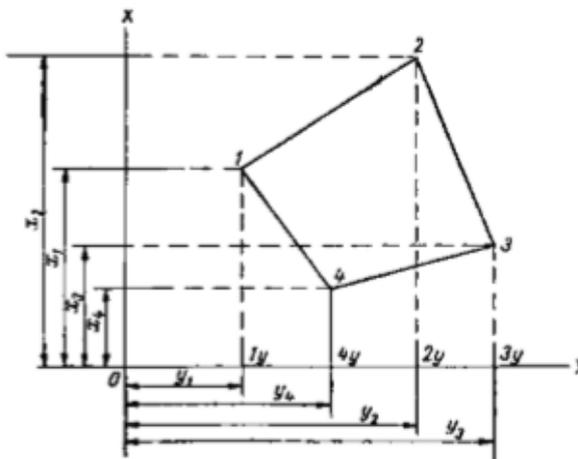


Рисунок 4 – Вычисление площади многоугольника по координатам

В свою очередь каждая из площадей S' и S'' представляет собой сумму площадей трапеций, параллельными сторонами которых являются абсциссы

соответствующих вершин многоугольника, а высотами – разности ординат этих же вершин, т. е.

$$S' = \text{пл. } 1y_1 - 2y_2 + \text{пл. } 2y_2 - 3y_3,$$

$$S'' = \text{пл. } 1y_1 - 4y_4 + \text{пл. } 4y_4 - 3y_3$$

или:

$$2S' = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2)$$

$$2S'' = (x_1 + x_4)(y_4 - y_1) + (x_4 + x_3)(y_3 - y_4).$$

Таким образом,

$$2S = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) - \\ - (x_1 + x_4)(y_4 - y_1) - (x_4 + x_3)(y_3 - y_4).$$

Раскрыв скобки, получаем

$$2S = x_1 y_2 - x_1 y_4 + x_2 y_3 - x_2 y_1 + x_3 y_4 - x_3 y_2 + x_4 y_1 - x_4 y_3$$

Отсюда

$$2S = x_1 (y_2 - y_4) + x_2 (y_3 - y_1) + x_3 (y_4 - y_2) + x_4 (y_1 - y_3)$$

$$2S = y_1 (x_4 - x_2) + y_2 (x_1 - x_3) + y_3 (x_2 - x_4) + y_4 (x_3 - x_1)$$

Представим выражения в общем виде, обозначив через i порядковый номер ($i = 1, 2, \dots, n$) вершины многоугольника:

$$2S = \sum x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

$$2S = \sum y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$$

следовательно, удвоенная площадь многоугольника равна либо сумме произведений каждой абсциссы на разность ординат последующей и предыдущей вершин многоугольника, либо сумме произведений каждой ординаты на разность абсцисс предыдущей и последующей вершин многоугольника. Значения координат и их разности обычно округляются до десятых долей метра, а произведения – до целых квадратных метров.

3.3. Вычисление площадей графическим способом

При измерении площади участка с прямолинейными границами участок делят на простые геометрические фигуры, измеряют площадь каждой из них геометрическим способом и, суммируя площади отдельных участков, вычисленных с учетом масштаба карты, получают общую площадь объекта.

Объект с криволинейным контуром разбивают на геометрические фигуры, предварительно спрямив границы с таким расчетом, чтобы сумма отсеченных участков и сумма избытков взаимно компенсировали друг друга (рисунок 5). Результаты измерений будут, в некоторой степени, приближенными.

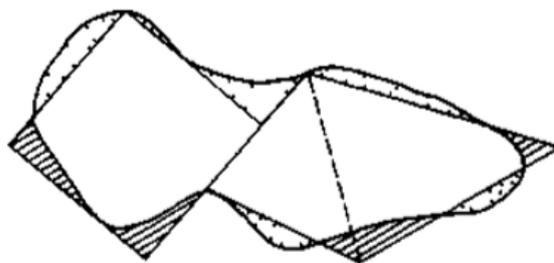


Рисунок 5 – Спрямление криволинейных границ участка и разбивка его площади на простые геометрические фигуры

Измерение площадей участков, имеющих сложную неправильную конфигурацию, чаще производят с помощью палеток и планиметров, что дает наиболее точные результаты. сеточная палетка представляет собой прозрачную пластину с сеткой квадратов (рисунок 6).

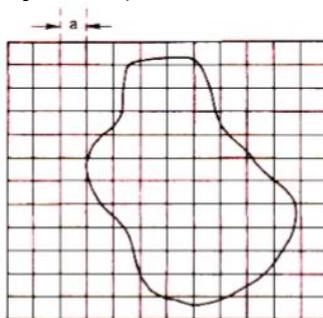


Рисунок 6 – Квадратная сеточная палетка

Палетку накладывают на измеряемый контур и по ней подсчитывают количество клеток и их частей, оказавшихся внутри контура. Доли неполных квадратов оцениваются на глаз, поэтому для повышения точности измерений применяются палетки с мелкими квадратами (со стороной 2 – 5 мм). Перед работой на данной карте определяют площадь одной ячейки. Площадь участка рассчитывается по формуле:

$$P = a^2n$$

где: a – сторона квадрата, выраженная в масштабе карты; n – число квадратов, попавших в пределы контура измеряемого участка. Для повышения точности площадь определяют несколько раз с произвольной перестановкой используемой палетки в любое положение, в том числе и с поворотом относительно ее первоначального положения. За окончательное значение площади принимают среднее арифметическое из результатов измерений. Помимо сеточных палеток, применяют точечные и параллельные палетки, представляющие собой прозрачные пластины с награвированными точками или линиями. Точки ставятся в одном из углов ячеек сеточной палетки с известной ценой деления, затем линии сетки удаляют (рисунок 7).

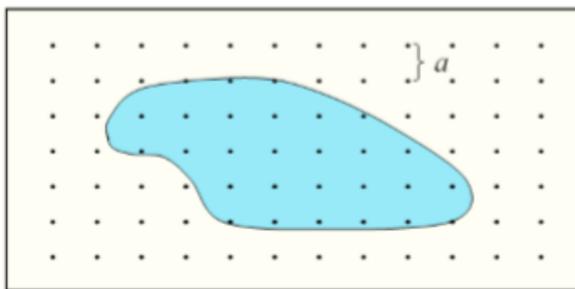


Рисунок 7 – Точечная палетка

Вес каждой точки равен цене деления палетки. Площадь измеряемого участка определяют путем подсчета количества точек, оказавшихся внутри контура, и умножают это количество на вес точки.

На параллельной палетке награвированы равноотстоящие параллельные прямые (рисунок 8). Измеряемый участок, при наложении на него палетки, окажется разделенным на ряд трапеций с одинаковой высотой h . Отрезки параллельных линий внутри контура (посередине между линиями) являются средними линиями трапеций. Для определения площади участка с помощью этой палетки необходимо сумму всех измеренных средних линий умножить на расстояние между параллельными линиями палетки h (с учетом масштаба).

$$P = h \sum l$$

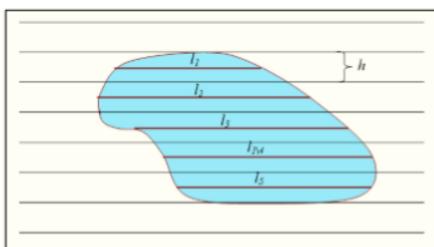


Рисунок 8 – Палетка, состоящая из системы параллельных линий

3.4. Механический способ определения площадей

Измерение площадей значительных участков производится по картам с помощью планиметра. Планиметр служит для определения площадей механическим способом. Широкое распространение имеет полярный планиметр. Он состоит из двух рычагов – полюсного и обводного.

Внешний вид полярного планиметра изображен на рисунке 9; на нем цифрами обозначены: 1 - основная каретка, 3 - полюсный рычаг, 4 - полюс, 6 - стеклянная пластинка с обводной точкой, 7 - обводной рычаг, 8 - шарнирное соединение, 9 - счетчик полных оборотов, 10 - счетное колесо, 11 - верньер.

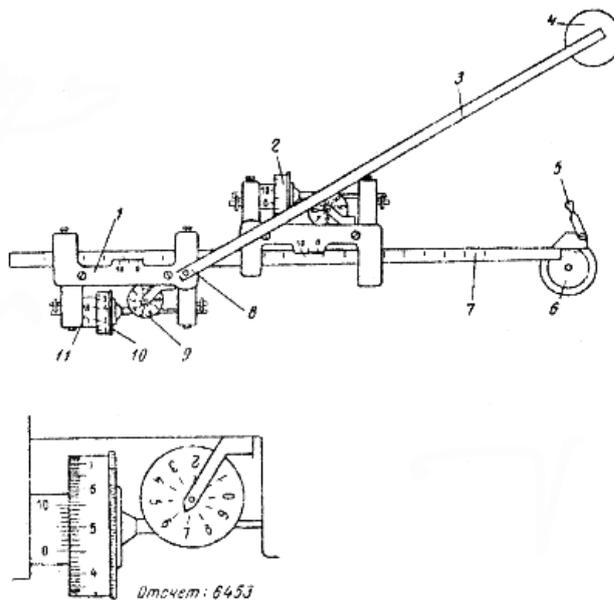


Рисунок 9 – Механический планиметр

Определение площади контура планиметром сводится к следующим действиям. Закрепив полюс и установив иглу обводного рычага в начальной точке контура, берут отсчет. Затем обводной шпиль осторожно ведут по контуру до начальной точки и берут второй отсчет. Разность отсчетов даст площадь контура в делениях планиметра. Зная абсолютную цену деления планиметра, определяют площадь контура.

4. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ

4.1. Объекты проектирования. Сущность проектирования участков

Землеустроительный проект – это совокупность документов (расчетов, чертежей и др.) по созданию новых форм устройства земли и их экономическому, техническому и юридическому обоснованию, обеспечивающих организацию рационального использования земли.

Основным документом графической части проекта является проектный план, на котором фиксируются границы, площади и место положения землепользования, земельных массивов производственных подразделений (отделений, бригад), земельных угодий, севооборотных массивов и полей севооборотов, сенокосооборотов, участков пастбищеоборотов, дорожная сеть и др.

Объектами землеустроительного проектирования являются землепользования сельскохозяйственного и несельскохозяйственного назначения.

При территориальном землеустройстве и при отводах земель проектируют границы землепользований, представляющие правильные линейные очертания, обеспечивающие компактность землепользований, удобство их расположения относительно населенных пунктов, центров управления, снабжения и сбыта сельскохозяйственной продукции, прочих объектов внешней связи и др.

При внутривладельческом землеустройстве территория землепользования расчленяется сетью границ на производственные подразделения и хозцентры, различные угодья, хозяйственные и рабочие участки, дороги, скотопрогоны, участки инженерных сооружений и др.

Сущность проектирования в конечном счете состоит в графическом построении на проектом плане с определенной точностью экономически обоснованных площадей, местоположения и границ хозяйственных участков, составляющих территориальную организацию сельскохозяйственного производства.

4.2. Стадии составления проектов землеустройства. Способы и правила составления проектов

Составление проекта, а затем перенесение его в натуру, есть процесс, обратный съемке и составлению плана. Если при съемке выполняют измерения на местности для последующего изображения на бумаге границ землепользований, участков, угодий, дорог, рек и пр., то при составлении проекта на бумаге (плане) сначала изображают проектные границы участков, дорог, лесных полос, каналов и др., после чего положение этих объектов определяют на местности путем соответствующих измерений при перенесении проекта в натуру.

Для составления проекта используют план (карту) с экспликациями (площадей) по землепользованиям и угодьям, кальки контуров, материалы

агрохозяйственных, почвенных, геоботанических, агролесомелиаративных и других обследований.

Исходной для проектирования является схема землеустройства района. На ее основе составляют комплексные проекты, схемы, рабочие проекты по определенной системе, последовательными приближениями от общего к частному, от предварительных (эскизных) набросков до более точных и окончательных решений.

Во многих случаях наиболее правильное проектное решение находят в результате составления и экономического анализа нескольких вариантов и оптимальный вариант определяют методом линейного математического программирования.

Первые (эскизные) проектные решения делают приближенно, по возможности простыми техническими средствами и приемами, применяя различные палетки, чтобы быстрее графически оформить замысел проектировщика сначала в общих чертах, а затем и в деталях.

По предварительному (эскизному) проекту, в котором дается экономически обоснованное конкретное размещение всех основных элементов организации территории, можно решать вопрос о способах и приемах окончательного (технического) проектирования, о проведении необходимой полевой подготовки как для проектирования, так и для перенесения проекта в натуру, обеспечивающей нужную точность положения проектируемых объектов и их площадей.

При выборе способа и порядка (стадийности) проектирования многое зависит от качества обследований, изысканий, наличия на местности пунктов геодезического обоснования, возможностей использования их при проектировании и для перенесения проекта в натуру, контурности проектируемых угодий, сроков реализации проектных решений и др.

Разные подходы к проектированию обуславливаются часто зональными условиями. Например, в степной зоне большинство границ севооборотных массивов, полей севооборотов, рабочих участков создает проектировщик, и точность проектирования границ, перенесения их в натуру в соответствии с данной точностью площадей зависит от наличия и качества пунктов геодезического обоснования и точности измерений при перенесении проекта в натуру.

Иное дело в Нечерноземной зоне РФ, где поля севооборотов, участки пастбищеоборотов часто образуются набором контуров с известной площадью и при делении площадей границы, как правило, опираются на четко изображенные на плане контурные точки, уверенно опознаваемые на местности. В этом случае проектирование усложняется лишь необходимостью связи элементов организации территории и мелиорации, но становится простым в техническом отношении.

При составлении окончательного (технического) проекта уточняют положение границ и площадей проектируемых участков, вычисляют необходимые геодезические данные для технически правильного расположения на местности проектируемых участков.

В зависимости от производственных требований к точности площадей и положения границ тех или иных участков, их конфигурации и наличия геодезических данных по границам массива, в котором проектируются участки, применяют те же способы составления проектов землеустройства, какие применяют при вычислении площадей, а именно:

- аналитический – по линейным и угловым величинам, измеряемым на местности или по их функциям (координатам);
- графический – по линейным величинам, измеренным на плане;
- механический – при помощи планиметра. Кроме того, при составлении проекта применяют графоаналитический способ и сочетание механического способа с графическим.

Важными условиями применения того или иного способа составления проекта землеустройства являются хозяйственное значение проектируемых участков, их площади и характер границ.

Проектирование участков – один из трудоемких геодезических процессов, требующий большого внимания к вычислительным операциям, аккуратности и порядка ведения записи расчетов.

Технически проектирование участков является действием, обратным вычислению площадей. Если при вычислении площадей определяют площади фигур на плане, то при проектировании определяют положение линий, ограничивающих фигуру на плане в соответствии с заданной площадью. Вследствие этого точность проектирования с некоторой степенью приближения может быть приравнена к точности вычисления площадей.

Однако проектирование участка не всегда ограничивается тем, что по заданной площади и известным линейным измерениям определяются другие неизвестные линейные величины. Очень часто проектирование производится методом последовательного приближения, то есть предварительно определяют тем или иным способом, или даже на глаз, границу участка заданной площади, затем вычисляют эту площадь, а потом проектируют недостающую или избыточную площадь до получения в участке заданной площади. Если недостающая или избыточная площадь оказывается довольно большой, то нередко приходится второй раз на глаз уточнять границу, а затем уже проектировать недостающую или избыточную площадь. Следовательно процесс проектирования сопровождается вычислением предварительно спроектированных площадей. Кроме того, конфигурация участка часто вызывает необходимость применять два способа, когда площадь предварительно спроектированного участка определяют планиметром или аналитическим способом, а недостающую или избыточную площадь проектируют графическим способом.

Все эти обстоятельства не всегда дают возможность проектировать по таким же стройным схемам, как при вычислении площадей. Поэтому при проектировании приходится вести вычисления в особой тетради и сопровождать их заголовками и пояснениями, например, «Поле севооборота № ... площадью ...», «Остается спроектировать ...», «Данные взяты из ведомости № ...» и пр. В тетради проектирования, обычно слева, изображают схему

расположения проектируемых участков, подписывают их номера, площади и пр.

Следует избегать каких бы то ни было записей на отдельных листах без определенной системы и пояснений. Бессистемная запись часто ведет к тому, что проектировщик, допустив грубую ошибку не может разобраться в собственном материале и бывает вынужден выполнять заново большой объем вычислительных действий.

Проектирование, так же как и вычисление площадей, выполняют по известному правилу – от общего к частному, то есть группами участков, после чего в каждой группе проектируют отдельные участки. Например, сначала проектируют хозяйственные центры, севооборотные массивы, группу полей севооборотов, в пределах которой затем проектируют поля севооборота.

Такой порядок проектирования избавляет от больших переделок при обнаружении грубых ошибок и упрощает увязку площадей спроектированных на плане участков.

В границах полей севооборотов и других участков, кроме используемой для посева площади, имеются дороги, лесные полосы и др. Поэтому перед составлением проекта нужно сделать расчет чистых (используемых) и общих площадей проектируемых участков, включающих площади дорог, лесных полос и пр.

Чтобы своевременно обнаружить грубые ошибки, применяют текущий контроль правильности проектирования участков при помощи палеток, одним обводом планиметра, а вычисленные расстояния контролируют графическими определениями по плану.

4.3. Требования к точности площадей, расположения границ проектируемых участков и определения уклонов

При проведении землеустройства, планировки сельских населенных мест, мелиоративных мероприятий требуется, чтобы проект был составлен и перенесен в натуру технически правильно. Показателем технической правильности проекта является точность, которую требуется обеспечить при проектировании отдельных объектов, не завышая требований. Однако недостаточная точность выполнения геодезических работ вызывает недопустимые погрешности в размерах сторон и форме участков, в их площадях, а также неправильности проектирования участков относительно рельефа местности, что ухудшает условия производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий. Неточно спроектированные каналы будут неправильно функционировать.

Требования сельскохозяйственного производства к точности площадей полей севооборотов и других хозяйственных участков различаются в зависимости от хозяйственного значения их, особенностей организации процессов производства на них и пр. Более точно должны быть определены площади полей овощных и других специальных севооборотов, насыщенных ценными трудоемкими культурами.

Но точность землеустроительных работ должна быть такой, какую в состоянии освоить сельскохозяйственное производство. Высокая точность желательна, но производством она обычно не осваивается, так как площади полей и других обособленных участков при каждой новой вспашке несколько меняются.

При вспашке могут образовываться значительные недопашки и перепашки от 0,4 м до 1,8 м. Происходит это потому, что ширина остающейся к концу работы невспаханной части всегда бывает больше или меньше ширины захвата тракторных плугов. Если при последнем проходе агрегата от границы участка остается лишь узкая полоска, то тракторист не делает заезда для допашки этой полоски, а оставляет ее невспаханной вдоль дороги. Если же остающаяся полоска больше половины ширины захвата плуга, то тракторист обычно пашет полным захватом, отпахивая часть от дороги, от края лесной полосы или от другого участка. Таким образом, установленные границы полей несколько смещаются.

Изменения границы пашни наблюдаются более значительные – иногда до 3-4 м в больших полях и до 1,0–1,5 м в небольших полях. Кроме того, граница засеянной площади полей не всегда совпадает с границей вспаханной площади. Вносятся изменения в границы так же и в результате противопожарной опашки посевов.

Если принять, что более частые изменения границ полей будут в среднем в два раза меньше указанных предельных, и подсчитать величину обычных текущих и наиболее частых изменений в площадях, то получим, что эти изменения дают относительную погрешность площадей порядка 1:600. В полях же, ограниченных криволинейными контурами балок, оврагов, лесов, кустарников и др., текущие изменения в границах пашни обычно бывают несколько больше, особенно, когда в них чередуется направление вспашки. Поэтому в таких полях могут быть допущены более значительные погрешности в площадях – порядка 1:400 их площади, а при резкой криволинейности границ полей – до 1:300.

Относительная величина погрешности зависит и от площади участка. Площади крупных участков при одних и тех же способах составления проекта и перенесения его в натуру будут получаться с меньшими относительными погрешностями, чем площади мелких. Таким образом, при определении и проектировании площадей отдельных полей и участков, используемых для возделывания ценных сельскохозяйственных культур, достижение относительной погрешности менее 1:600 для участков с прямолинейными границами и 1:300 для участков с криволинейными границами нецелесообразно, так как она все равно снизится вследствие указанных текущих изменений.

В зависимости от трудоемкости и ценности сельскохозяйственных культур, качества и свойств почвы и др. изменяются требования к точности, а следовательно, будет изменяться допустимая погрешность определения площади отдельных угодий, севооборотов и их участков.

Что касается точности расположения границ проектируемых участков, то основное требование состоит в соблюдении параллельности противоположных,

обычно длинных, сторон участков, вдоль которых производится вспашка, посев, уход за растением, уборка урожая при помощи современной машинной техники, движущейся по участку параллельными проходами с общей погрешностью примерно в 1 м на 1000 м ширины и длины обрабатываемого участка.

Из-за допущенной при проектировании и перенесении проекта в натуру непараллельности сторон участков при машинной обработке ежегодно образуются клинья, которые либо не обрабатываются, то есть выключаются из сельскохозяйственного использования, вызывая неудобства при выполнении механизированных полевых работ, особенно в севооборотах, насыщенных пропашными культурами, либо требуют значительных дополнительных, часто непроизводительных затрат на их обработку.

Следовательно, допущенная непараллельность сторон осложняет организацию полевых процессов, снижает производительность машинной техники, увеличивает расход горючего и кроме того искажает площадь проектируемых участков, нарушает правильность учета земель, урожайности, планирования сельскохозяйственных работ, расчета кормов и др.

Нередко предъявляются требования и к перпендикулярности сторон полей, которые должны иметь форму прямоугольников, в особенности при проектировании полей орошения дождеванием, кварталов в садах, виноградниках, при этом точность построения прямых углов также допускается несколько минут.

По мере совершенствования техники сельского хозяйства неизбежно будут повышаться требования к точности работ по организации территории. Поэтому следует обеспечить уже при современных землеустроительных работах некоторый запас точности.

Требования к точности определения уклонов зависят от целей, для которых производятся геодезические работы. При проектировании участков для механизированной обработки требуемую точность определения уклонов выбирают, исходя из влияния рельефа на производительность машиннотракторных агрегатов. План (карта) с изображением рельефа будет удовлетворять требованиям проектирования участков для механизированной обработки, если по горизонталям плана можно будет определить уклон с точностью до $0,5 - 1^\circ$, или до $1 - 2 \%$. При этом вполне успешно можно решать задачи правильного размещения на склонах полей севооборотов, лесных полос и др.

Эта же точность удовлетворяет требованиям почвенного и геоботанического обследований в условиях достаточно выраженного рельефа (всхолмленной местности). Такая точность определения уклонов получается при пользовании планами масштабов 1:10000 и 1:25000 с высотой сечения рельефа 2,5 и 5 м.

5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МЕЖЕВАНИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

5.1. Общие сведения

Объектами земельных отношений являются:

- земля как природный объект и природный ресурс;
- земельные участки;
- части земельных участков.

Межевание объектов землеустройства представляет собой работы по установлению на местности границ муниципальных образований и других административно-территориальных образований, границ земельных участков с закреплением таких границ межевыми знаками и определению их координат (плоских прямоугольных координат).

Межевание объектов землеустройства проводится:

- как технический этап реализации утвержденных проектных решений о местоположении границ объектов землеустройства при образовании новых или упорядочении существующих объектов землеустройства (установление на местности проектных границ объекта землеустройства);

- как мероприятие по уточнению местоположения на местности границ объектов землеустройства при отсутствии достоверных сведений об их местоположении путем согласования границ на местности (упорядочение на местности границ объекта землеустройства);

- как мероприятие по восстановлению на местности границ объектов землеустройства при наличии в государственном кадастре недвижимости сведений, позволяющих определить положение границ на местности с точностью межевания объектов землеустройства (восстановление на местности границ объекта землеустройства).

Межевание объектов землеустройства проводится в соответствии с заданием на выполнение работ. Задание подготавливается заказчиком или по его поручению подрядчиком на основе проекта территориального землеустройства или сведений государственного кадастра недвижимости о земельном участке (участках), предоставляемых в виде выписок в форме кадастровой карты (плана) земельного участка (территории). Задание утверждается заказчиком.

Межевание объекта землеустройства включает в себя следующие работы:

1. подготовительные работы;
2. составление технического проекта;
3. уведомление лиц, права которых могут быть затронуты при проведении межевания;
4. определение границ объекта землеустройства на местности, их согласование и закрепление межевыми знаками;
5. определение координат межевых знаков;
6. определение площади объекта землеустройства;
7. составление карты (плана) объекта землеустройства или карты (плана) границ объекта землеустройства;

8. формирование межевого плана;
9. утверждение межевого плана в установленном порядке.

При восстановлении на местности границ объекта землеустройства из состава работ исключаются:

1. согласование границ объекта землеустройства на местности;
2. определение координат межевых знаков;
3. определение площади объекта землеустройства;
4. составление карты (плана) объекта землеустройства или карты (плана) границ объекта землеустройства.

Подготовительные работы. Подготовительные работы включают сбор и изучение:

- сведений государственного кадастра недвижимости о земельном участке (участках);
- документов, удостоверяющих права на землю (при их отсутствии - правоустанавливающих документов);
- каталогов (списков) координат пунктов опорной межевой сети (ОМС) и иных исходных геодезических пунктов;
- адресов лиц, права которых могут быть затронуты при проведении межевания.

При установлении на местности проектных границ объекта землеустройства дополнительно к вышеперечисленным документам добавляется проект территориального землеустройства, а при упорядочении на местности границ объекта землеустройства добавляется землеустроительная и градостроительная документация, связанная с перераспределением земель в кадастровом квартале.

При составлении технического проекта принимают во внимание, что: при межевании объекта землеустройства технический проект составляется в соответствии с заданием на межевание и включает: 1. текстовую часть; 2. разбивочный чертеж.

В текстовой части технического проекта отражаются:

1. основание и цель выполнения работ;
2. сведения о пунктах опорной межевой сети и иной геодезической основы;
3. сведения о ранее выполненных работах по межеванию;
4. организация, порядок производства и математической обработки геодезических или фотограмметрических измерений;
5. организация и сроки межевания объекта землеустройства.

Разбивочный чертеж составляется в удобном для работы масштабе с отображением существующих и проектных границ объекта землеустройства, положения межевых знаков, пунктов опорной межевой сети и иной геодезической основы, надежно опознаваемых контурных точек, угловых и линейных данных для геодезических измерений, кадастровых номеров.

На разбивочном чертеже все проектные элементы показываются красным цветом.

Технический проект межевания объекта землеустройства утверждается заказчиком.

Подпись утверждающего лица ставится на титульный лист технического проекта. Подписи юридических лиц заверяются печатью.

Лица, права которых могут быть затронуты при проведении межевания (собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи и арендаторы земельных участков, соответствующие органы государственной власти и органы местного самоуправления), не позднее чем за 30 календарных дней до начала работ извещаются о времени и месте проведения межевания.

При составлении карты (плана) объекта землеустройства исполнителем работ дополнительно направляются письменные запросы о наличии на территории объекта землеустройства принадлежащих иным лицам инженерных коммуникаций и их охранных, санитарно-защитных и иных зон с особыми условиями использования земель.

Извещение передается заинтересованным лицам под расписку или иным способом, подтверждающим факт и дату его получения (например, регистрируемое почтовое отправление с отметкой "Вручить лично", с заказными уведомлениями о вручении непосредственно адресатам).

Извещения и расписки составляют в двух экземплярах.

Извещения, адресованные юридическим лицам, органам государственной власти и органам местного самоуправления, вручаются полномочным должностным лицам.

При определении границ объекта землеустройства на местности, их согласовании и закреплении межевыми знаками рекомендуется принимать во внимание, что:

- Определение границ объекта землеустройства на местности и их согласование проводится в присутствии лиц, права которых могут быть затронуты при проведении межевания, или уполномоченных ими лиц (представителей) при наличии надлежащим образом оформленных доверенностей.

- Перед процедурой согласования границ объекта землеустройства они предварительно обозначаются на местности в соответствии с имеющимися сведениями государственного кадастра недвижимости, землеустроительной, градостроительной документацией и (или) иными сведениями.

- При неявке на процедуру согласования границ кого-либо из вышеуказанных лиц или отказе от участия в процедуре согласования границ (непредставление мотивированного отказа в согласовании границы) в акте согласования границ фиксируется их отсутствие или отказ от участия в процедуре согласования границ, а по границе объекта землеустройства проводится предварительное межевание.

Споры, возникшие при согласовании границ, рассматриваются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации (в суде).

Результаты согласования границ оформляются актом (актами) согласования границ объекта землеустройства, который подписывается всеми участниками процедуры согласования границ, включая исполнителя работ.

Процедура согласования границ (границы) не проводится при наличии в государственном кадастре недвижимости сведений (координат поворотных

точек границ), позволяющих определить их положение на местности с точностью, которая соответствует техническим условиям и требованиям.

Согласованные границы объекта землеустройства закрепляются межевыми знаками, фиксирующими на местности местоположение поворотных точек границ объекта землеустройства.

Допускается закрепление границы межевыми знаками в виде естественных или искусственных предметов, обеспечивающих закрепление поворотной точки границы на период проведения работ (временный межевой знак), или в виде искусственного предмета, закрепленного в земле или твердом покрытии и обеспечивающего постоянство местоположения на местности поворотной точки границы объекта землеустройства после проведения землеустройства (долговременный межевой знак).

Необходимость установления долговременных межевых знаков определяет заказчик межевания. Он же утверждает тип межевого знака из числа образцов, рекомендуемых исполнителем работ.

При определении координат межевых знаков принимают во внимание, что плановое положение на местности границ объекта землеустройства характеризуется плоскими прямоугольными координатами центров межевых знаков, вычисленными в местной системе координат.

Геодезической основой межевания объектов землеустройства являются пункты опорной межевой сети двух классов ОМС 1 и ОМС 2.

Межевание земельных участков различного целевого назначения земель проводится с точностью, не ниже точности, приведенной в таблице 1.

Для определения координат межевых знаков используют:

спутниковые геодезические системы;

государственные геодезические сети, пункты ОМС, прямые, обратные и комбинированные засечки, теодолитные (полигонометрические) ходы.

При наличии материалов аэрофотосъемки – фотограмметрические методы, в отдельных случаях могут использоваться и методы картометрии.

Для производства необходимых измерений применяют: теодолиты и электронные дальнометры, электронные тахеометры, спутниковые геодезические приемники. Для обработки материалов аэрофотосъемки фотограмметрические приборы, при использовании методов картометрии – дигитайзеры, координатометры и др.

При выборе способа и технологии производства работ необходимо учитывать:

природные и конкретные условия района работ;

наличие геодезической опоры;

масштаб топографической основы;

требуемую точность определения площадей земельных участков;

степень оснащенности геодезическими приборами и инструментами производства; затраты труда и средств.

Технология полевых работ при определении прямоугольных координат межевых знаков, предполагает двухступенчатое геодезическое построение. На первой ступени от пунктов опорной межевой сети определяют координаты пунктов межевой съемочной сети, располагаемых вблизи объекта межевания

(земельного участка). На второй ступени, от созданных пунктов межевой съемочной сети, определяют полярным способом координаты межевых знаков, используя для этого электронный тахеометр, которым измеряют полярные углы β и горизонтальные проложения S . Для контроля измеряют расстояния (стальной или лазерной рулеткой) между смежными межевыми знаками земельного участка.

Таблица 1 - Нормативная точность межевания объектов землеустройства

N п/п	Градация земель	Средняя квадратическая ошибка M_t положения межевого знака относительно ближайшего пункта исходной геодезической основы, не более, м	Допустимые расхождения при контроле межевания, м	
			ДЕЛЬТА $S_{доп}$	$f_{доп}$
1	2	3	4	5
1	Земли поселений (города)	0,10	0,2	0,3
2	Земли поселений (поселки, сельские населенные пункты); земли, предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, дачного и индивидуального жилищного строительства	0,20	0,4	0,6
3	Земли промышленности и иного специального назначения	0,50	1,0	1,5
4	Земли сельскохозяйственного назначения (кроме земель, указанных в п. 2), земли особо охраняемых территорий и объектов	2,50	5,0	7,5
5	Земли лесного фонда, земли водного фонда, земли запаса	5,00	10,0	15,0

В условиях открытой и полузакрытой местности, при построении межевой съемочной сети целесообразно использовать метод свободной станции, используя для этого электронный тахеометр с соответствующим программным обеспечением.

Строя межевые съемочные сети с применением электронных тахеометров методом теодолитных ходов, необходимо учитывать допустимые длины этих ходов, которые должны опираться на пункты опорной межевой сети. При этом плотность пунктов ОМС на 1 кв.км должна соответствовать:

- не менее 4 для городов;
- не менее 2 для других поселений.

Не менее 4 пунктов для сельских поселений и СНТ. На землях с/х назначения и других землях в соответствии с требованиями технического проекта.

Если межевая съемочная сеть создается методом полигонометрических ходов с относительной невязкой не менее 1/10000, то длины ходов не должны превышать 4 и 8 км соответственно для городских земель и земель поселений. При относительной невязке, равной 1/5000, длины ходов должны быть уменьшены в два раза.

При определении площади объекта землеустройства рекомендуется принимать во внимание, что:

1. Площадь объекта землеустройства вычисляется по координатам поворотных точек границ земельного участка.

2. Если объектом землеустройства является земельный участок, то абсолютное расхождение $|\Delta P|$; между вычисленной площадью земельного участка ($P_{\text{выч.}}$) и площадью, указанной в документе, удостоверяющем права на землю, или правоустанавливающим документе ($P_{\text{док.}}$)

$$|\Delta P| = |P_{\text{выч.}} - P_{\text{док.}}|,$$

не должно превышать величину допустимого расхождения $\Delta P_{\text{доп.}}$, равную

$$\Delta P_{\text{доп.}} = 3,5 \times M_t \times \sqrt{P_{\text{док.}}}, \text{ кв.м,}$$

где: M_t - средняя квадратическая ошибка положения межевого знака (табл. 1);

$P_{\text{док.}}$ - площадь земельного участка, кв.м; или

$$\Delta P_{\text{доп.}} = 0,035 \times M_t \times \sqrt{P_{\text{док.}}}, \text{ га,}$$

$P_{\text{док.}}$ - площадь земельного участка, га;

3. При $|\Delta P| > \Delta P_{\text{доп.}}$ исполнителем работ проводится анализ причин и подготавливается в письменной форме заключение. Заключение, вместе с материалами межевания, передаются заказчику для принятия им решения о дальнейшем проведении работ.

4. При $|\Delta P| \leq \Delta P_{\text{доп.}}$ за окончательное значение площади принимается вычисленная площадь с указанием $\Delta P_{\text{доп.}}$. Площадь записывается в квадратных метрах с округлением до 1 кв.м. и дополнительно может записываться в гектарах с округлением до 0.01 га.

При составлении карты (плана) объекта землеустройства или карты (плана) границ объекта землеустройства рекомендуется принимать во внимание, что:

Карта (план) объекта землеустройства составляется, если это предусмотрено заданием на выполнение работ, в противном случае составляется карта (план) границ объекта землеустройства в виде карты (плана) границ земельного участка или карты (плана) границ муниципального образования или другого административно-территориального образования.

Карта (план) границ земельного участка составляется в масштабе, удобном для его размещения на одном листе формата А4 или А3.

Карта (план) границ муниципального образования или другого административно-территориального образования может составляться на листе большего формата. В случае, если карта (план) границ муниципального образования или другого административно-территориального образования не умещается на одном листе, то допускается размещать ее на нескольких листах. В этом случае на каждом листе указываются его номер и схема размещения листов.

На карте (плане) границ объекта землеустройства показываются:

1. кадастровый номер земельного участка или название муниципального образования или другого административно-территориального образования;
2. границы объекта землеустройства и номера межевых знаков;
3. размеры объекта землеустройства в виде площади, дирекционных углов и горизонтальных проложений;
4. описание границ смежных объектов землеустройства (описание смежеств);
5. выходы координатной сетки;
6. направление "Юг - Север";
7. численный масштаб.

Дирекционные углы и горизонтальные проложения линий представляются в табличной форме. Дирекционные углы записываются в формате градусы и минуты с округлением до 0,1 минуты. Горизонтальные проложения записываются с округлением до 0,01 м.

Допускается размещение описания смежеств и таблицы геодезических данных на одном или нескольких листах.

5.2. Подготовка межевого плана

Межевой план представляет собой документ, который составлен на основе кадастрового плана соответствующей территории или кадастровой выписки о соответствующем земельном участке и в котором воспроизведены определенные внесенные в государственный кадастр недвижимости сведения и указаны сведения об образуемых земельном участке или земельных участках, либо о части или частях земельного участка, либо новые необходимые для внесения в государственный кадастр недвижимости сведения о земельном участке или земельных участках.

В межевой план включаются сведения о:

- 1) земельных участках, образуемых при разделе, объединении, перераспределении земельных участков (преобразуемые (исходные) земельные участки) или выделе из земельных участков;

2) земельных участках, образуемых из земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности;

3) земельных участках, из которых в результате выдела в счет доли (долей) в праве общей собственности образованы новые земельные участки, а также земельных участках, которые в соответствии с Земельным кодексом РФ и другими федеральными законами после раздела сохраняются в измененных границах, и ранее учтенных земельных участках, представляющих собой единое землепользование (измененные земельные участки);

4) земельных участках, в отношении которых осуществляются кадастровые работы по уточнению сведений государственного кадастра недвижимости о местоположении границ и (или) площади (уточняемые земельные участки).

Межевой план состоит из текстовой и графической частей, которые делятся на разделы, обязательные для включения в состав межевого плана, и разделы, включение которых в состав межевого плана зависит от вида кадастровых работ. При этом в состав текстовой части межевого плана обязательно входят титульный лист и содержание.

К текстовой части межевого плана относятся следующие разделы:

- 1) исходные данные;
- 2) сведения о выполненных измерениях и расчетах;
- 3) сведения об образуемых земельных участках и их частях;
- 4) сведения об измененных земельных участках и их частях;
- 5) сведения о земельных участках, посредством которых обеспечивается доступ к образуемым или измененным земельным участкам;
- 6) сведения об уточняемых земельных участках и их частях;
- 7) сведения об образуемых частях земельного участка;
- 8) заключение кадастрового инженера;
- 9) акт согласования местоположения границы земельного участка.

К графической части межевого плана относятся следующие разделы:

- 1) схема геодезических построений;
- 2) схема расположения земельных участков;
- 3) чертеж земельных участков и их частей;
- 4) абрисы узловых точек границ земельных участков.

Обязательному включению в состав межевого плана независимо от вида кадастровых работ (за исключением случая подготовки межевого плана в отношении земельного участка, образуемого в результате объединения земельных участков) подлежат следующие разделы:

- 1) исходные данные;
- 2) сведения о выполненных измерениях и расчетах;
- 3) схема геодезических построений;
- 4) схема расположения земельных участков;
- 5) чертеж земельных участков и их частей.

При контроле за проведением межевания рекомендуется принимать во внимание, что:

Контроль за проведением межевания объектов землеустройства проводится с целью установления его соответствия техническим условиям и

требованиям. Объектами контроля за проведением межевания объектов землеустройства являются:

- 1) результаты полевых и камеральных работ;
- 2) материалы межевания объектов землеустройства.

Результаты контроля оформляют актом. В процессе осуществления контроля осматривают в натуре межевые знаки и выполняют контрольные измерения.

6. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

6.1. Общие сведения

Использование при определении местоположения глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) имеет существенные преимущества по сравнению с традиционными геодезическими методами:

исключительная необходимость располагать определяемыми пунктами геодезических сетей, например, опорных межевых, при условии взаимной видимости между ними;

расстояния между определяемыми пунктами могут составлять десятки километров;

возможны наблюдения в любую погоду как в дневное, так и в ночное время;

измерения и обработка результатов почти полностью автоматизированы; возможно получение координат геодезических пунктов, поворотных точек границ земельных участков, съёмочных станций, характерных точек объектов недвижимости в реальном масштабе времени и др.

Функционируют две глобальные навигационные спутниковые системы: Российская ГЛОНАС и система GPS, разработанная в США.

Внедрение глобальных навигационных спутниковых систем в практику геодезических работ изменило процесс полевых измерений, существенно сократив время, затрачиваемое на них, и значительно повысив точность получаемых результатов.

В то же время глобальные навигационные спутниковые системы имеют ряд ограничений, связанных например с необходимостью наличия «радиовидимости» с определяемой точки местности на не менее чем четыре (в некоторых случаях и более) входящих в ГНСС навигационных искусственных спутников земли, что в условиях застроенной или заселенной территории не всегда возможно. Поэтому традиционные способы построения геодезических опорных сетей в виде полигонометрии, линейно-угловых построений и т.п. достаточно широко применяют при проведении геодезических работ.

6.2. Структура и состав глобальной навигационной спутниковой системы

Для достижения таких важнейших качеств ГНСС, как непрерывность и высокая точность, в их составе функционируют три основных сегмента: контроля и управления, космический и потребителя (пользователя).

Сегмент контроля и управления - это комплекс наземных средств, обеспечивающих непрерывные наблюдения и контроль над работой всей системы. Одна из составляющих этого сегмента - равномерно расположенная на поверхности Земли, в том числе и в России, космическая геодезическая сеть.

Космический сегмент - в глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС) он включает в себя созвездие навигационных искусственных

спутников Земли (НИСЗ), вращающихся вокруг Земли на определенных орбитах.

Размеры и форма эллиптической орбиты определяются размером ее большой полуоси a и эксцентриситета e . Отметим, что в системе GPS большая полуось и эксцентриситет примерно равны 26560 км и 0,001 соответственно.

В ГНСС GPS навигационные искусственные спутники Земли размещены на шести орбитальных плоскостях по четыре НИСЗ в каждой. Высота орбит 20145 км. Восходящие узлы орбит в ГНСС GPS расположены равномерно по экватору и отстоят друг от друга по долготе на 60° на восток.

В глобальной навигационной спутниковой системе ГЛОНАСС на трех орбитальных плоскостях должны вращаться равномерно расположенные на каждой орбите 24 искусственных спутника Земли. Тип орбиты – круговой. Высота орбиты 19100 км, наклонение орбиты $64,8^\circ$. Период обращения – примерно 12 ч. При невозмущенном движении НИСЗ параметры орбиты в каждый фиксированный момент времени постоянны и не меняются при движении спутника по орбите. Пространственное положение НИСЗ характеризуют его «бортовые эфемериды», включающие в себя пространственные прямоугольные координаты НИСЗ (в системе координат WGS-84 для GPS и в системе ПЗ-90 для ГЛОНАСС) на определенный момент времени /к (на определенную эпоху). Бортовые эфемериды вырабатываются в результате обработки измерений, выполняемых сегментом контроля и управления. По результатам соответствующих измерений бортовые эфемериды загружаются на НИСЗ несколько раз в сутки. При этом влияние погрешностей эфемерид (неточность определения параметров орбит, непрогнозируемые смещения НИСЗ и др.) на точность абсолютного положения определяемых пунктов не превышает для системы ГЛОНАСС - 9,2 м, системы GPS - 1 м.

Навигационный искусственный спутник Земли движется по орбите некоторой шкале времени. В глобальных навигационных спутниковых системах используют следующее время: всемирное (гринвичское среднее солнечное); всемирное координированное; поясное; местное декретное и летнее. Всемирное (гринвичское среднее солнечное) время UT содержит год, месяц, число, час, минуту и секунду. При этом первые три величины - год, месяц и число - отсчитывают по общепринятому (Григорианскому) календарю, час, минуту и секунду - по местному среднему времени на гринвичском меридиане.

Сегмент потребителей состоит из приемника и вычислительного блока. Приемник принимает сигналы, поступающие от спутника, и передает их в вычислительный блок, который обрабатывает данные измерений, поступивших из приемника.

6.3. Дифференциальный метод определения местоположения пунктов

Точность определения абсолютного положения определяемых точек с помощью глобальных навигационных спутниковых систем в их штатном режиме работы находится в интервале 5...10 м. Повышение точности

абсолютных определений возможно путем использования дифференциального метода спутниковых наблюдений, который основан на учете при вычислении координат определяемой точки, так называемых дифференциальных (разностных) поправок.

В основе дифференциального метода лежит относительное постоянство во времени и пространстве некоторых элементарных погрешностей, участвующих в формировании общей погрешности измерений абсолютного положения определяемых точек. Основные слабо меняющиеся погрешности следующие: синхронизация шкал времени НИСЗ и приемника спутниковых сигналов; эфемерид НИСЗ, а также погрешности, обусловленные влиянием непостоянства характеристик ионосферы и тропосферы по трассе распространения сигнала от НИСЗ.

Для реализации дифференциального метода глобальную навигационную спутниковую систему дополняют рядом технических средств, совокупность которых образует своеобразную подсистему. Эта дифференциальная подсистема не влияет на функционирование всей ГНСС в основном, т.е. стандартном ее режиме. Однако она дает возможность пользователю перейти при необходимости на работу в дифференциальном режиме. Так система GPS, дополненная дифференциальной подсистемой, получила название DGPS (Differential Global Positioning System). В качестве базовой станции используют геодезический пункт с известными с заданной точностью координатами (система координат ГНСС). Центром такого пункта часто является закрепленная на крыше здания антенна приемника спутниковых сигналов. При этом координаты XСТ, YСТ, ZСТ центра пункта соотносят к положению фазового центра антенны.

Сигналы навигационных искусственных спутников земли, одновременно «видимых» на БС и определяемой точке, воспринимаются соответствующими приемниками. В дальнейшем на базовой геодезической станции соответствующие сигналы поступают в блок формирования корректирующей информации. Основное назначение данного блока – вычисление корректирующих поправок и формирование кадра корректирующей информации по каналу связи с базовой станции передается в приемник спутниковых сигналов, установленный на определяемом пункте. Переданными таким образом поправками корректируют результаты спутниковых наблюдений, выполненных на определяемой точке, и по этим данным вычисляются ее координаты (для этого используют соответствующий блок).

При вычислении окончательных координат определяемой точки используют, как правило, метод коррекции координат и метод корректировки навигационных параметров.

Идея дифференциального метода, основанного на коррекции навигационных параметров, заключается в том, чтобы передать на определяемую точку набор поправок к измерениям по всем НИСЗ, которые потенциально могут быть при спутниковых наблюдениях на определяемой точке. На базовой станции измеряют псевдодальности до всех «видимых» НИСЗ и вычисляют ее измеренные координаты, а затем и измеренные дальности (по измеренным координатам базовой станции и координатам

НИСЗ). В дальнейшем, разности между измеренными псевдодальностями и соответствующими вычисленными значениями дальностей (корректирующая информация) передают по каналу связи на определяемую точку, на которой при обработке корректирующей информации выбирается оптимальное созвездие НИСЗ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическая работа № 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Цель работы: подготовить исходные данные для составления плана землепользования.

Задание. Составить каталоги координат исходных геодезических полигонов по варианту. Составить схематический чертеж полигонов. Определить поправки ориентирования.

Методические рекомендации по выполнению практической работы. Для получения индивидуальных данных при выполнении задания, значения координат по оси X для полигона I получаются как сумма исходных (таблица 1) плюс целое число метров, выданных преподавателем каждому студенту по варианту. Координаты полигонов II и III (табл. 2,3) остаются без изменений. Данные записываются в ведомость вычисления координат и по каждому полигону решается обратная геодезическая задача с целью получения длин линий (для полигонов I, II, III) и дирекционных углов (для полигона III).

Таблица 1 - Каталог координат полигона I

№ точек	X	Y
9	7398,500	1352,900
21	7730,200	1369,100
22	8190,500	1648,000
23	8364,500	1031,000
24	8824,500	1318,400
25	9790,200	1500,000
26	9846,900	2751,300
27	9106,600	2762,200
28	9043,500	3535,900
29	9171,800	4224,400
30	8668,800	4032,200
31	8386,000	4089,000
32	8215,000	3928,100
33	7962,80	3979,000
18	7660,800	3878,000
17	7525,000	3812,000
16	7496,300	3622,300
15	7609,500	3645,100
14	7660,100	3479,800
13	7522,500	3414,000
12	7876,000	2784,000
11	7100,600	2801,100
10	7100,600	2279,000

Таблица 2 - Каталог координат полигона II

№ точек	X	Y
9	3412,2	2052,2
10	3231,8	3000,0
11	3294,0	3523,1
12	4035,3	3424,2
13	3786,0	4098,3
14	3932,0	4139,8
15	3902,0	4315,8
16	3785,1	4298,6
17	3832,2	4484,1
18	3976,1	4533,3
19	3884,4	4850,3
20	3069,2	4524,0
1	2610,8	4382,1
2	2405,0	3646,0
3	1602,0	3650,5
4	1508,0	3152,9
5	1568,9	2497,1
6	2000,8	2544,0
7	2507,	2059,8
8	2800,0	2179,2

Таблица 3 - Каталог координат полигона III

№ точек	X	Y
18	2386,600	3096,000
33	2676,100	3231,000
32	2945,000	3192,500
31	3089,200	3366,400
30	3380,300	3346,300
29	3868,400	3567,200
34	3366,300	4422,200
35	3257,100	5107,300
36	3044,400	4580,000
37	2831,800	4064,200
38	2546,300	4577,300
39	1828,300	4402,100
40	1542,200	4054,100
41	1072,200	3600,000
1	1081,300	2673,000
20	1503,800	2902,000
19	2235,500	3388,300

На листе чертежной бумаги формата А4 составляется схематический чертеж трех полигонов.

На полученных схемах выбираются узловые точки, общие для смежных полигонов, которые соединяются пунктиром.

Пунктирная прямая, соединяющая узловые точки, называется диагональной линией (рис. 1.)

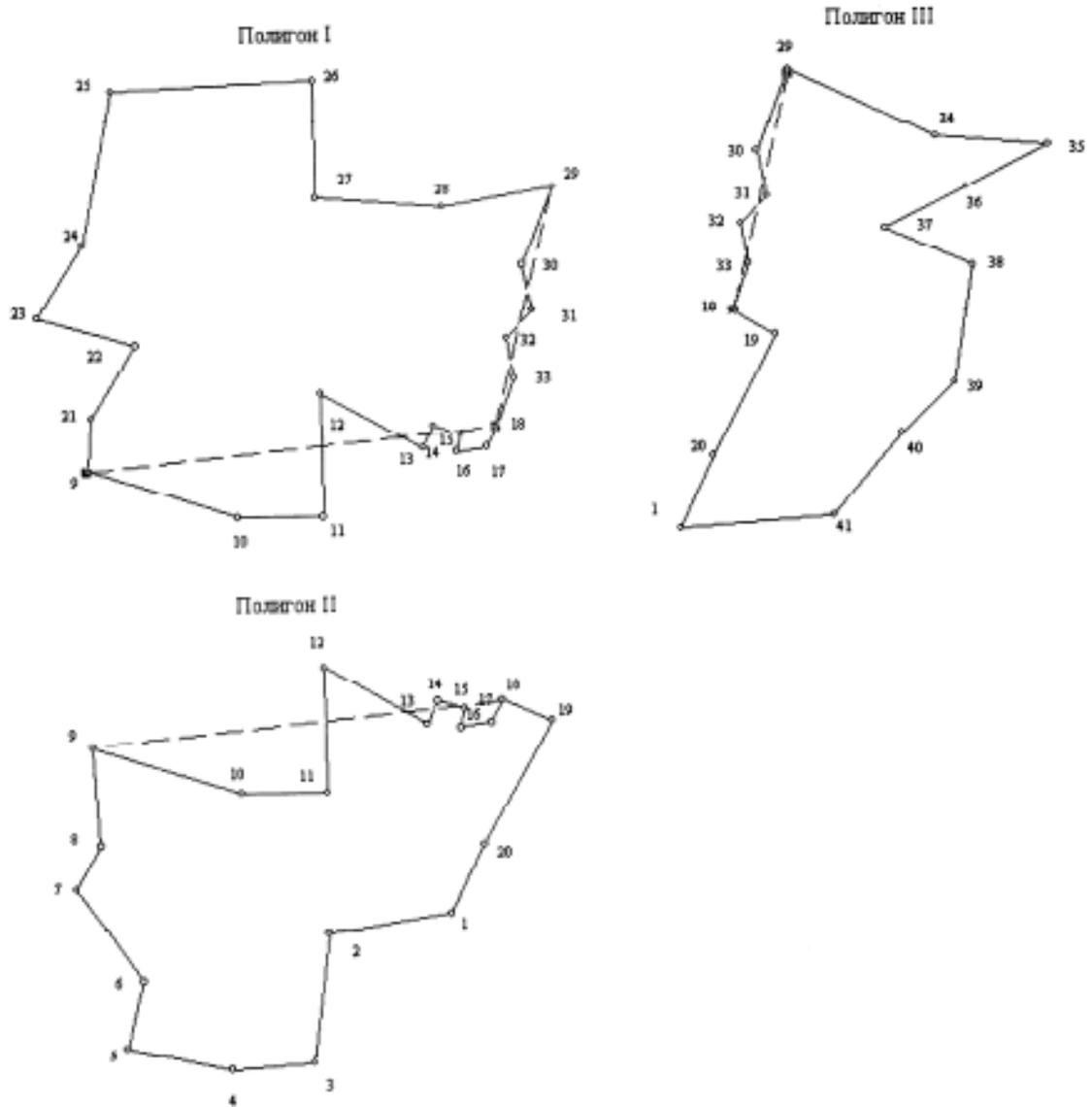


Рисунок 1- Схематический чертёж полигонов

По формулам обратной геодезической задачи (применительно к узловым точкам 9 и 18) вычислить дирекционные углы и длины диагональных линий 9-18 и 18-29 в системе координат I полигона и в системе координат II и III полигонов (табл. 4).

$$\tan \alpha_{9-18} = \frac{Y_{18} - Y_9}{X_{18} - X_9}$$

$$S_{9-18} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$S_{9-18} = \frac{\Delta X}{\cos \alpha} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha}$$

Значения дирекционных углов вычислять с точностью до 0,001°, а горизонтальные проложения до 0,1 м.

Таблица 4 - Ведомость вычисления длины и направлений диагональных линий

№ полигонов	№ общих точек	X_2	Y_2	tgα sinα cosα	Румб α S
		X_1	Y_1		
		$X_2 - X_1$	$Y_2 - Y_1$		
II	9	6428,2	163,2	+6,03084	СВ:80°,585 α=80°,585 2477,7 2477,7
	18	6833,5	2607,5	0,98653 0,16358	
		----- +405,3	----- +2444,3		
I	9	7398,5	1352,9	+26,09789	СВ:87°,806 α=87°,806 2481,1 2481,1
	18	7493,5	3832,2	0,99927 0,03829	
		----- +95,0	----- +2479		
I	18	7493,5	3832,2	0,23369	tg СВ:13°,153 α=13°,153 1723,5 1723,5
	29	9171,8	4224,4	0,22756 0,97376	
		----- +1678,3	----- +392,2		
III	18	7912,5	3679,2	0,12931	СВ:7°,368 α=7°,368 1721,8 1721,8 ----- 1721,8
	29	962	<u>3900,0</u>	0,12824 0,99174	
		----- +1707,5	+220,8		

Установить качество теодолитных ходов путем нахождения относительной невязки в длине одних и тех же диагональных линий, вычисленных по координатам смежных полигонов по формуле:

$$\frac{S_1 - S_i}{S_i} = \frac{1}{N}$$

где S_1 – длина диагонали, вычисленная по координатам вершин I полигона;

S_i – длина диагонали, вычисленная по координатам вершин смежного полигона.

Если 1:N не превышает 1:700, то теодолитные ходы можно использовать для составления сборного плана.

Для рассматриваемого примера, соблюдая правила действия с приближенными числами, имеем:

$$\frac{2481,1 - 2477,7}{2480,0} = \frac{3,4}{2480} = \frac{1}{730}; \quad \frac{1723,5 - 1721,8}{1720} = \frac{1,7}{1720} = \frac{1}{1000}$$

Полученные результаты свидетельствуют о достаточном качестве теодолитных ходов для продолжения работы. Далее для перевычисления координат II и III полигонов в систему координат полигона I вычисляем поправки ориентирования $\delta\alpha$, как разности дирекционных углов диагональных линий 18–9 и 18–29 по формуле:

$$\delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_i$$

где α_1 – дирекционный угол диагональной линии, вычисленный по координатам вершин I полигона (основного полигона);

α_i – дирекционный угол той же диагонали, вычисленный по координатам смежного полигона (перевычисляемого полигона).

Пример:

$$\alpha I - \alpha II = 87^{\circ},806 - 80^{\circ},585 = 7^{\circ},221$$

$$\alpha I - \alpha III = 13^{\circ},153 - 7^{\circ},368 = 5^{\circ},785$$

ПЕРЕНЕСЕНИЕ ПРОЕКТОВ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В НАТУРУ

Цель работы: подготовить недостающие геодезические данные для перенесения проекта землеустройства на местность.

Задание. Подготовка геодезических данных для перенесения проекта на местность. Составление и вычерчивание рабочего чертежа. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

План землепользования в масштабе 1:10000, элементы проекта, нанесенные и оформленные на плане, координатная ведомость, расчеты лабораторных работ.

В зависимости от наличия геодезической опоры, степени сложности технического проекта, устанавливают целесообразные методы перенесения проекта на местность и маршруты движения для выполнения полевых работ. Подготовка геодезических данных для перенесения проекта на местность завершается составлением рабочего чертежа.

Геодезические данные для рабочих чертежей готовят аналитическим, графоаналитическим и графическим способами. Еще в процессе проектирования следует иметь в виду необходимость подготовки геодезических данных для рабочих чертежей. Поэтому все линейные и угловые величины, необходимо аккуратно в карандаше подписывать на проектном плане.

При графических методах подготовки данные длины линий получают на плане с помощью измерителя и масштабной линейки, а углы измеряют транспортиром. Промеры увязывают с общей длиной линии. Расхождения (в мм) между суммой промеров и длиной прямой линии не должно превышать

$$f_n = \pm 0,16\sqrt{n+1},$$

где n – число отрезков линии.

Невязку распределяют равномерно на все отрезки с обратным знаком. Если графическим методом нецелесообразно или невозможно обеспечить подготовку данных для перенесения проекта на местность, ее выполняют аналитическим способом. При аналитических или графо-аналитических методах подготовки данных необходимые для перенесения углы и длины линий получают путем вычислений по имеющимся геодезическим данным. Если имеющихся геодезических данных не достаточно, то их добавляют измерениями в плане. Для этого на плане намечают проектный теодолитный ход, проходящий через поворотные точки границ запроектированных участков. Координаты точек такого хода снимают с проекта графически. Решением обратных геодезических задач по сторонам этого хода находят дирекционные углы, длины линий и внутренние углы. Расчеты выполняют в обычной координатной ведомости, заполнение которой ведут справа налево (рис. 2 и табл. 5).

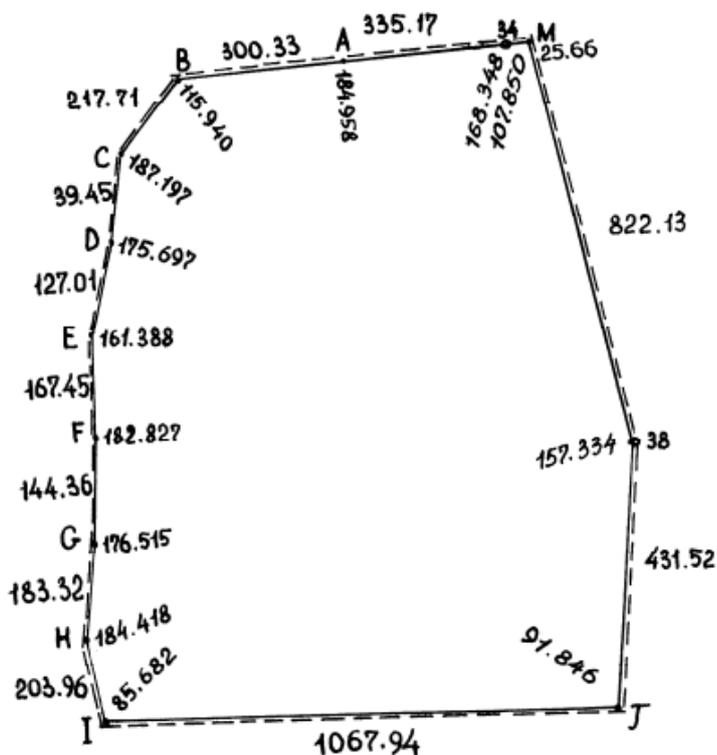


Рисунок 2- Проектный теодолитный ход (схема)

Далее готовят рабочий чертеж для перенесения проекта на местность. Его составляют на восковке в масштабе 1:25000 копированием со схемы землепользования. На рабочем чертеже показывают:

- а) границы землепользования, геодезические пункты и контуры ситуации, необходимые для перенесения проекта или для ориентирования на местности;
- б) все элементы проекта (проектные границы, номера полей и участков), ширину дорог, прогонов и др.;
- в) геодезические данные – направления, длины линий и углы по проектному теодолитному ходу;
- г) размеры сторон полей, запроектированных аналитическим способом;
- д) промеры до проектных точек по прямой линии нарастающим итогом возле границы линии по ходу измерения и со стороны участка, а также длины отрезков между границами участков;
- е) места постановки столбов, пояснительные знаки в виде стрелок или сокращенных надписей, определяющих порядок производства работ.

Границы, ситуация, надписи, не изменившиеся в процессе проектирования, вычерчиваются черной тушью. Элементы проекта и геодезические данные для перенесения их на местность вычерчивают красной тушью. Проектные теодолитные ходы, а также угловые и линейные их значения наносят синей тушью (рис. 3).

Таблица 5 - Подготовка геодезических данных
(проектный теодолитный ход)

№ точки	X	Y	ΔX	ΔY	S	α	β
34	8754,5	511,2					168,348
			-1,8	+25,6	25,663	94,022	
M	8752,7	5143,8					107,850
			-798,3	+196,5	822,128	166,172	
38	7954,4	5340,3					157,334
			-426,4	-66,3	431,524	188,838	
J	7528,0	5274,0					91,846
			+130,0	-1060,0	1067,942	276,992	
I	7658,0	4214,0					85,682
			+200,	+40,0	203,961	11,310	
H	7858,0	4254,0					184,418
			+182,0	+22,0	183,325	6,892	
G	8040,0	4276,0					176,515
			+142,0	+26,0	144,361	10,377	
F	8182,0	4302,0					182,827
			+166,0	+22,0	167,451	7,55	
E	8348,0	4324,0					161,388
			+114,0	+56,0	127,012	26,162	
D	8462,0	4380,0					175,697
			+34,0	+20,	39,446	30,465	
C	8496,0	4400,0					187,197
			+200,0	+86,0	217,706	23,268	
B	8696,0	4486,0					115,940
			+14,0	+300,0	300,326	87,328	
A	8710,0	4786,0					184,958
			+44,5	+332,2	335,167	82,370	
34	8754,5	5118,2					168,348

ТОЧНОСТЬ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ, ПЕРЕНЕСЕННЫХ В НАТУРУ

Цель работы: произвести оценку точности определения площадей полей и участков, перенесенных на местность, запроектированных различными способами.

Задание. Оценка точности площадей полей севооборотов, перенесенных на местность. Оформление плана и лабораторных работ.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

Для оценки точности определения площадей перенесенных на местность участков, целесообразно пользоваться приближенными формулами, предложенными проф. А.В. Масловым, которые сводятся к вычислению средних квадратических ошибок, характеризующих точность выполнения работ.

При этом для полей овощного севооборота, запроектированных аналитическим способом, ошибка в площади может быть найдена по формуле

$$m_p = \frac{P}{2000} \text{ (мм)}.$$

План внутрихозяйственного землеустройства вычерчивают в условных знаках для масштаба 1:10000, установленных для сельскохозяйственного дешифрирования. При заполнении контуров площадей более 9 см² допускают разреженную в 1,5–3 раза расстановку условных знаков. По внешним границам землепользования выписывают черной тушью длины линий. Координатную сетку вычерчивают сплошной линией синей тушью толщиной 0,1 мм.

Границы производственных центров, севооборотных массивов, полей, садов и других участков вычерчивают сплошной тонкой линией (0,1÷0,15 мм) черной тушью и оттеняют цветной (красной). Линии оттенка проводят параллельно линии контура угодья на расстоянии 0,1–0,2 мм с внешней стороны проектного участка. Границы, совпадающие с естественными контурами, только оттеняют. Населенные пункты и производственные центры оттеняют по внешним сторонам. Места постановки граничных знаков обозначают на плане кружками диаметром 0,8–1,0 мм, вычерченными черной тушью.

Поле проектируемых севооборотов подписывают красной тушью: в числителе – номер поля римской цифрой высотой 7 мм; в знаменателе – его площадь арабской цифрой высотой 5 мм.

Проектные площади населенных пунктов, производственных центров, садов выписывают арабской цифрой красным цветом высотой соответственно: 3,0; 3,0; 5,0 мм. Ширину запроектированных полевых дорог и скотопрогонов выписывают красной тушью. На участках, переводимых в пахотные если ставят значок «П» красной тушью. Проектируемые вдоль виды земельных участков показывают на плане соответствующими топографическими условными знаками, вычерченными красной тушью.

Трансформируемые по проекту дороги и скотопрогоны зачеркивают красной тушью знаком «X» размером 6–8 мм через 1,5–2 см на плане. Вне границ землепользования на плане надписывают картуш, экспликацию земель, описание границ смежных землепользований, численный масштаб и штамп с подписью автора работы.

Картуш плана размещают под верхней рамкой в середине листа. Ниже, справа размещают экспликацию, где первой строкой выписывают площади земель по видам и в целом по землепользованию до землеустройства – черной тушью, а второй строкой – площади по проекту – красной тушью.

Описание границ смежных землепользований размещают в левой нижней части листа. Численный масштаб подписывают в южной части листа под планом землепользования. В правом нижнем углу размещают штамп.

План оформляют рамкой в две линии с разрывом между ними 1,0 мм. Внешнюю линию вычерчивают толщиной 1,0 мм, а внутреннюю – и 0,3 мм. Внешнюю линию располагают от края бумаги на расстоянии 2,0–3,0 см.

Лабораторные работы кроме графической части, основой которой служит план землепользования, включают краткую пояснительную записку, в которой приводятся пояснения методики выполнения работ, а также обосновываются предлагаемые рисунки. В записке помещаются сведения вспомогательного характера (рисунки, таблицы и др.), отображающие конкретные решения. Отдельные таблицы, рисунки, схемы должны иметь соответствующие надписи и ФИО автора.

После выполнения лабораторных работ должны быть представлены следующие материалы: – план внутрихозяйственного землеустройства; – рабочий чертеж перенесения проекта на местность; – краткая пояснительная записка по каждому заданию с соответствующими расчетами, рисунками и таблицами.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ
ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ И
РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Цель работы: запроектировать четыре поля полевого севооборота графо-механическим способом, допроектировать полевою дорожную сеть, составить экспликацию земель по проекту.

Задание. Проектирование графо-механическим способом. Проектирование полевой дорожной сети. Составление экспликации земель по проекту.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

Графо-механический метод проектирования является наиболее распространенным в практике выполнения землеустроительных работ. Он прост в применении и позволяет проектировать участки неправильной формы. Проектирование участков только планиметром не выполняют, потому что при этом возникает необходимость выполнять большое количество приближений, чтобы получить заданную площадь участка (поля). Поэтому при проектировании механический способ применяют в комбинации с графическим, т.е. планиметром вычисляют площадь участка за спроектированного в первом приближении, а недостающую или избыточную площадь проектируют графически (треугольником, трапецией или прямоугольником) в зависимости от условий проектирования.

Процесс проектирования выполняют следующим образом. Вначале, как и в предыдущем случае, определяют площади массива и поля севооборота

$$P'_n = \frac{P_m}{n}$$

Проводят предварительную проектную линию исходя из целесообразности планового размещения поля. Двумя обводами планиметра для отграниченного участка определяют его площадь в первом приближении (P_n). Затем по формулам рассчитывают недостающую или избыточную площадь ΔP и ее высоту Δh . Значение Δh откладывают по перпендикуляру к предварительной проектной линии b , проводят окончательную проектную линию b' . Дорезку недостающей или избыточной площади и связанные с ней расчеты можно выполнять по средней линии трапеции, а последовательность действий при этом будет такой же, как она описана выше для графического проектирования. Контролируют вычисление площади поля двумя обводами планиметра.

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{S},$$

Схема расположения полей в массиве при графо-механическом проектировании приведена на рис. 5.

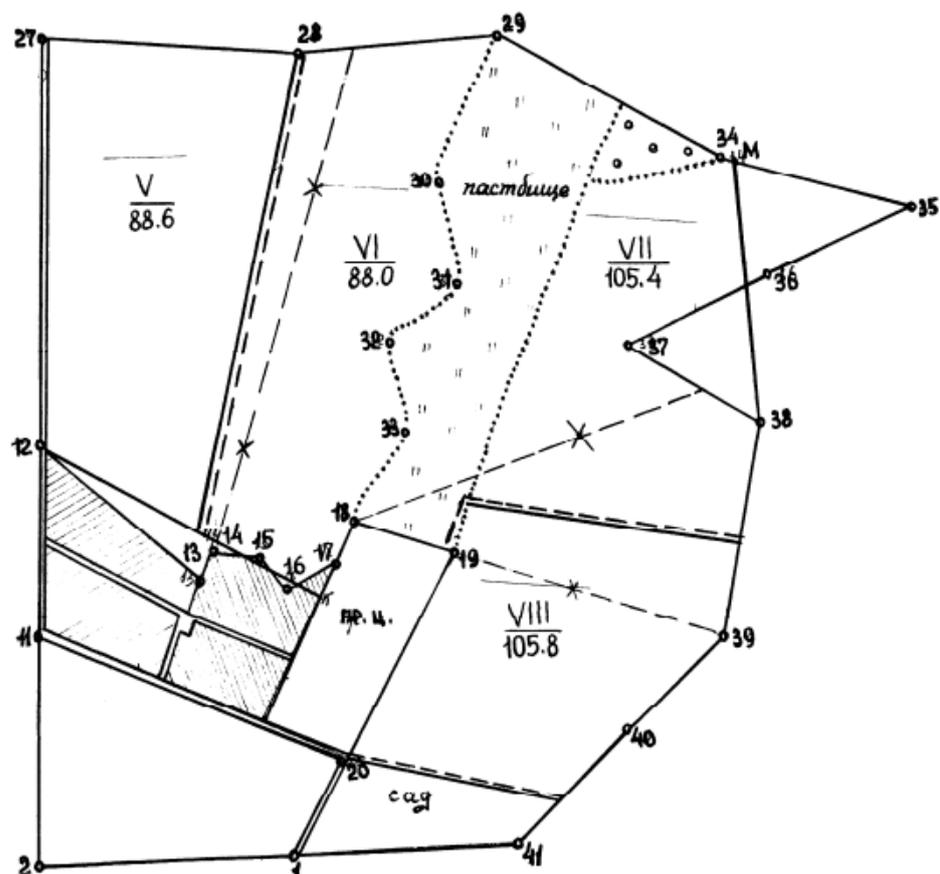


Рисунок 4- Схема расположения полей в массиве при графо-механическом проектировании

Для организации внутривосхозяйственных перевозок между хозяйственным центром и полями севооборотов проектируют полевою дорожную сеть. Ширина полевых дорог для обслуживания грузопотока и передвижения сельскохозяйственной техники, переездов людей с усадебного центра на поля и обратно должна составлять 4–8 м. Внутривосхозяйственные дороги размещают вдоль границ полей севооборотов. При выполнении лабораторных работ необходимо запроектировать полевые дороги шириной 4 метра по границам полей полевого севооборота. Площадь под проектируемые дороги исключают из поля, за счет которого она запроектирована. Из ведомостей проектирования полей графическим и графо-механическим способом производится выборка запроектированной полевой дорожной сети и оформляется в виде таблицы.

Таблица 6 - Ведомость проектирования дорог

№ п.п.	№ поля	Размеры, м		Площадь, м
		длина	ширина	
1	I	1397	4,0	0,6
2	II	1408	4,0	0,6
3	IV	1410	4,0	0,6
4	V	1250	4,0	0,5
5	VI	1000	4,0	0,4
6	VII	1660	4,0	0,7
ИТОГО				3,4

В процессе технического проектирования производят увязку площадей проектных участков в пределах массивов, контуров, в которых они проектировались. На основе увязанных площадей составляют проектную экспликацию. Суммируют итоговые данные по севооборотам, получают проектную площадь пахотных земель. По проектным площадям участков и контуров других земель сельскохозяйственного назначения, составляют проектную экспликацию с учетом баланса земель по видам. Ее заполняют второй строкой красной тушью в экспликации, составленной до землеустройства. Экспликацию вычерчивают на проекте внутрихозяйственного землеустройства.

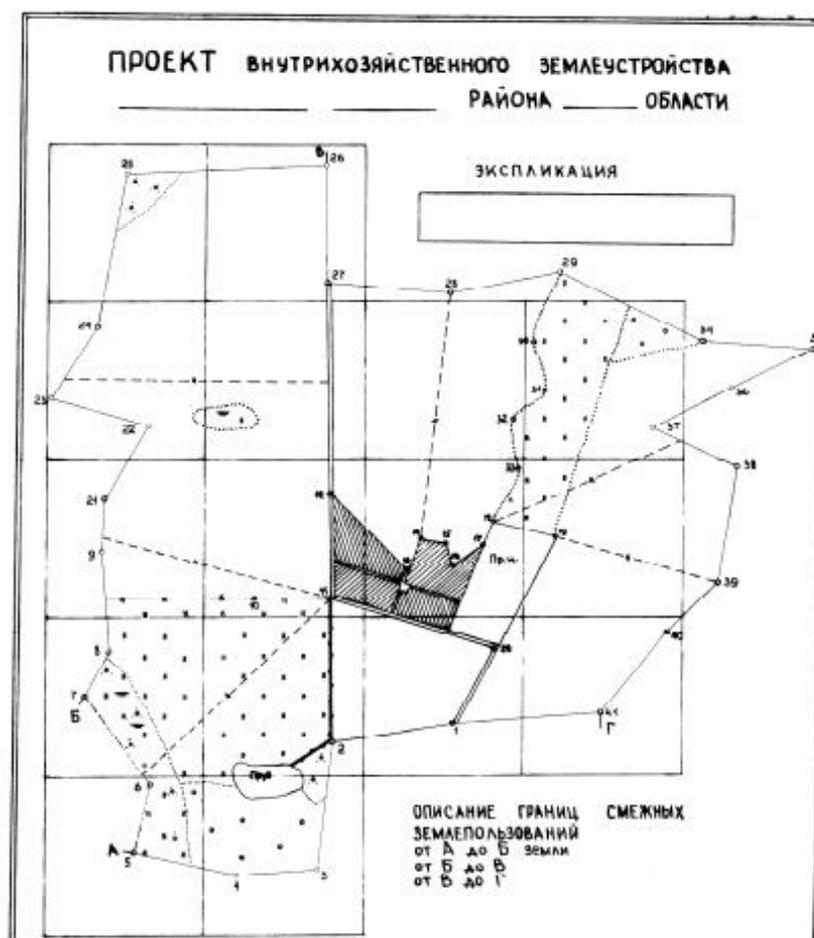


Рисунок 5- Схема землепользования и компоновки плана

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Цель работы: открыть значения проектов планировки сельских населенных мест.

Задание. Особенности перенесения в натуру проектов планировки сельских населенных пунктов. Необходимо выполнить проект планировки квартала сельского населенного пункта.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

Проекты планировки сельских населенных пунктов в натуру переносят теми же методами, что и проекты землеустройства. Особенность перенесения проекта планировки состоит в том, что при камеральной подготовке рабочего (разбивочного) чертежа и при полевой работе требуется сохранить параллельность сторон улиц и проездов, форму и размеры жилых и производственных комплексов и др. и обеспечить более надежное закрепление проектных точек в натуре. Поэтому перенесение проекта производится в строгой последовательности от общего к частному, т.е. сначала переносятся главные точки проекта, затем вершины участков микрорайонов или кварталов, потом границы более мелких участков в микрорайонах и кварталах, далее места для постройки зданий и, наконец, детали элементов планировки. Выбор метода перенесения проекта в натуру и порядок работы зависят от наличия пунктов геодезической опоры и их густоты. Чем гуще расположены пункты геодезического обоснования, тем проще и быстрее можно перенести проект в натуру.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель работы: изучить пути правильного проектирования мелиоративных и гидротехнических сооружений.

Задание. Геодезические работы, выполняемые при проектировании и строительстве противоэрозионных гидротехнических сооружений. Запроектировать головные, донные и овражные соединения.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

Осуществление комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных мероприятий существенно уменьшает поверхностный сток и ослабляет эрозионные процессы, однако рельеф часто способствует концентрации водного потока, усиливает разрушительные действия воды. Поэтому наряду с агротехническими лесомелиоративными мероприятиями предусматривают строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений, предназначенных для быстрого и надежного закрепления растущих оврагов, способного остановить разрушение почвы на крутых склонах.

Одни противоэрозионные гидротехнические сооружения предназначены для задержания поверхностного стока вод с водосбора или приовражной территории. К ним относятся водозадерживающие валы, водонаправляющие валы, нагорные канавы, распылители стока, террасы, противоэрозионные пруды.

Другие противоэрозионные гидрогеологические сооружения предназначены для безопасного сброса поверхностных вод в гидрографическую сеть (ручьи, реки). К ним относятся головные овражные сооружения – водосбросы: быстротоки, перепады, трубчатые водосбросы, консольные и шахтные перепады, донные овражные сооружения.

Выбор видов противоэрозионных гидрогеологических сооружений, проектируемых в общем комплексе противоэрозионных мероприятий, зависит от конкретных условий, особенностей рельефа местности, почвенно-геологических и других факторов, определяющих величину стока с водосборной площади.

В процессе проектирования противоэрозионных мероприятий составляется рабочая схема, на которой указываются места расположения и виды гидротехнических сооружений, границы и размеры водосборных площадей. Схема составляется на плане землепользования в масштабе 1:10000 или 1:25 000 с изображением рельефа горизонталями.

Водозадерживающие валы предназначаются для задержания поверхностного стока вод и проектируются на пологих приовражных склонах (до 6°) с площадью водосбора отдельных закрепляемых вершин, не превышающей 20 га.

После сбора материалов и детального обследования закрепленных оврагов подготавливается задание на производство топографической съемки.

Топографическая съемка для проектирования водозадерживающих валов выполняется в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 0,5-1 м. В особых случаях, при сложном волнистом рельефе, съемка выполняется в масштабе 1:1000 с высотой сечения рельефа 0,5 м.

В площадь съемки включается участок выше и ниже вершины оврага на 50 м, где проектируется строительство вала или системы валов с запасом на 30-50 м в стороны (рис. 6). Съемке подлежит вся ситуация на участке (дороги, лесополосы, границы угодий). При съемке закладывают 2-3 временных репера в районе вершины оврага с таким расчетом, чтобы при дальнейшем росте оврага, а также при строительстве они не оказались разрушенными. Реперы будут в дальнейшем служить основой для перенесения проекта валов в натуру. Закладка реперов и съемка участка мензулой или тахеометром производится в соответствии с действующими инструкциями по топографической съемке. План участка строится в условной системе координат и высот.

В процессе проектирования водозадерживающих валов (рис. 6) производится:

- гидрологический расчет (определяются величина водосборной площади и максимальный объем ливневого стока);
- рассчитываются протяженность и размеры элементов водозадерживающего вала.

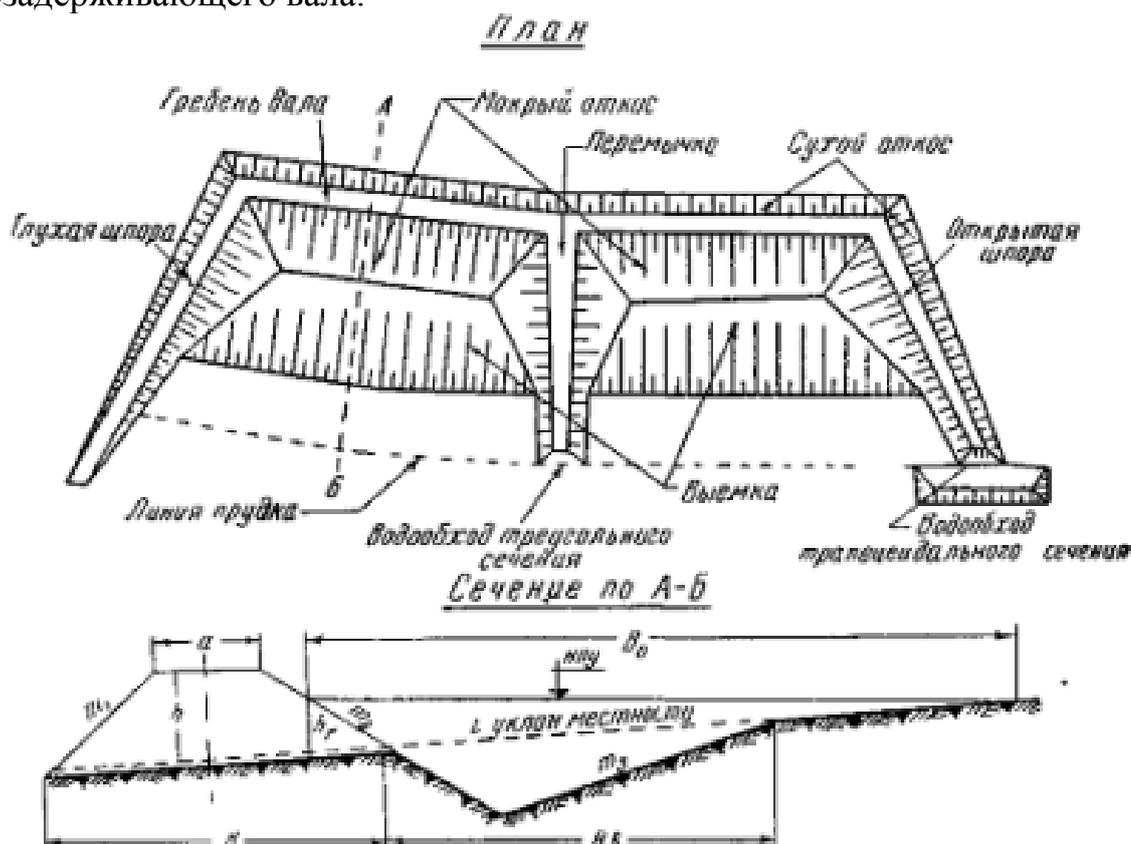


Рисунок 6 - План сооружений водосбора и его профиль:

a – ширина вала по гребню; b – ширина основания вала по склону; h – высота вала; h_1 – рабочая высота вала; m_1, m_2 – заложение откосов вала; 1 – сухого; 2 – мокрого; m_3 – заложение верхнего откоса выемки; B_b – ширина выемки по верху; B_0 – длина прудка

В зависимости от рельефа местности и других условий на водосборной площади проектируют один, два или несколько валов в определенном порядке.

Продольная ось вала размещается по горизонтали. При сложном рельефе допускается спрямление оси вала с отклонением от горизонтали по высоте до 0,3 м (в отдельных случаях возможны и большие отклонения).

Для задержания воды в концах основного вала предусматриваются глухие или открытые шпоры под углом 110-140° к основной оси вала.

Головные и донные овражные соединения. Сбросные гидротехнические сооружения проектируются в случаях, когда требуется быстрое прекращение роста оврагов в целях защиты ценных угодий и объектов при невозможности их закрепления более простыми и дешевыми средствами и способами. Такие сооружения строят по специальным проектам. Для проектирования головных овражных сооружений необходимо располагать картографическим материалом, как и для проектирования водозадерживающих валов. Кроме этого, на участке проектирования головного сооружения необходима дополнительная вертикальная съемка.

При сооружении донных запруд их располагают в ряд, чтобы нижняя подпирала верхнюю, т.е. верх одной из них и низ другой были на одном уровне.

Террасы – земляные сооружения, применяемые для изменения поверхности склонов с целью лучшего их использования в сельском хозяйстве. Они применяются для защиты почв от эрозии и улучшения их гидрологического режима.

По целевому назначению, условиям местности и технологии устройства в настоящее время выделяют три типа террас. На склонах крутизной до 8° проектируют гребневидные террасы с широким основанием.



Рисунок 7 - Схема террасы

На рис. 7 показан поперечный профиль такой террасы с обозначениями: a – основание террасы; k – высота террасы; h_d – рабочая высота террасы; l – межтеррасное пространство; γ – угол наклона местности; m – заложение откосов.

На склонах крутизной свыше 8° проектируют ступенчатые террасы, получившие наиболее широкое распространение при освоении горных склонов и склонов овражно-балочных систем под многолетние насаждения. Ступенчатая – это выемочно-насыпная терраса, поперечный профиль которой показан на рис. 8 с обозначениями: L – ширина полосы (ленты) склона, отводимой под террасу; B – ширина полотна террасы; b – ширина выемки по полотну террасы; c – ширина выемки по склону; h – глубина выемки по выемочному откосу; a – ширина бермы (нетронутой части склона); α – крутизна склона; φ – угол насыпного откоса террасы (обычно равен углу естественного откоса почвы – 45°); P – угол выемочного откоса террасы (60°); γ – угол

наклона полотна террасы; H – высота террасы; D – горизонтальная проекция полосы террасы.

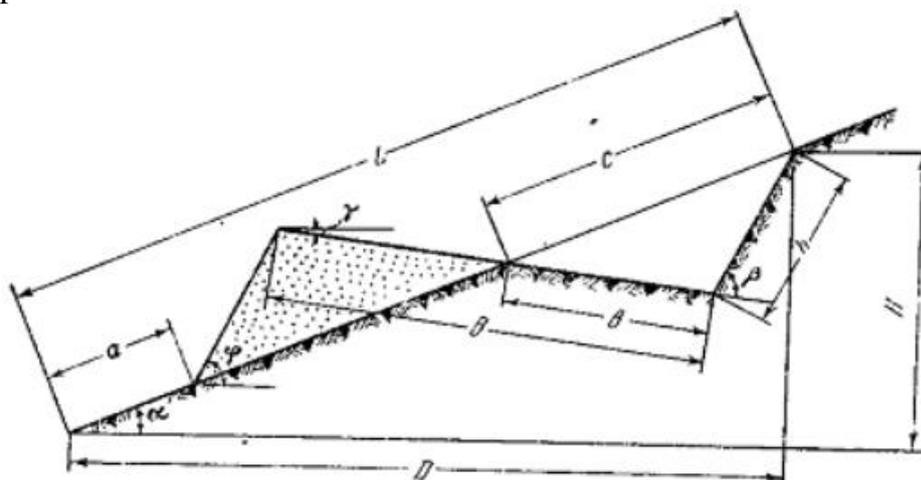


Рисунок 8 - Схема проектирования террасы

Полотно террас, в частности гребня насыпного откоса, должно быть горизонтально. В некоторых случаях полотну террас придают уклон, который во избежание размыва почвы вдоль террасы не должен превышать 0,005.

Поперечный профиль террасы может быть горизонтальным либо наклонным ($\pm 3^\circ$) с уклоном в сторону выемки или в сторону насыпи. Для проектирования террас пользуются крупномасштабными картами. На больших склонах геодезическую съемочную опору целесообразно создавать в виде цепи треугольников с измерением базисов мерным прибором с относительной ошибкой не более 1:2000.

Высотную опору создают техническим нивелированием, а на больших территориях превышения определяют тахеометром или кипрегелем. После создания съемочного обоснования производят топографическую съемку в масштабе 1:1000 для участков площадью менее 15-20 га и 1:2000 – для больших земельных массивов. Высоту сечения рельефа обычно принимают 1 м.

Большое распространение получил метод, при котором составление топографического плана участка и разработка проекта террасирования склона производятся по данным высотных теодолитных ходов. Сначала определяют места для измерения базисов, относительно которых в дальнейшем будут отмерять в натуре ленты террас, дороги, лесополосы и другие элементы организации территории. Выбор места для базисов зависит от крутизны и длины склона, а также ширины террасируемого участка. Положение первого базиса выбирают на наиболее крутой части склона, характерной для данного участка. Базис прокладывают по характерным элементам рельефа, по местам его перегибов с таким расчетом, чтобы вправо и влево от него был по возможности однородный по крутизне склон. Базисы намечаются на расстоянии 60-70 м один от другого по границе одной из террас. Они всегда должны быть параллельны горизонталям склона. Намечаются базисы от характерной контурной точки с помощью нивелира или теодолита. Реечные точки определяют и закрепляют на местности при однородном рельефе не реже чем через 20-30 м, а при сложном рельефе – через 10-15 м.

Базис пропахивают плугом и выставляют на нем пикеты на наиболее характерных точках поворота базиса на расстоянии 50-100 м друг от друга в зависимости от сложности рельефа. Против пикетов вверху и внизу выставляют поперечники. Пикеты и поперечники в натуре закрепляют кольями и нумеруют.

По пикетным точкам на выбранном базисе прокладывают теодолитный ход, с которого снимают по одному базису вправо и влево.

Расстояния между пикетами измеряют мерным прибором. Съёмку дополнительных базисов, поперечников, контуров и характерных точек рельефа производят полярным способом (на расстоянии не более 100-120 м) с измерением расстояний по нитяному дальномеру и углов наклона.

Между крайними пикетами соседних базисов измеряют горизонтальные углы и углы наклона, линии, чтобы базисы можно было включить в одну плановую и высотную систему и нанести на план.

Теодолитные ходы привязывают к контурным точкам или образуют замкнутую систему теодолитных ходов.

Непосредственно по измерениям на местности составляют план участка в масштабе 1:1000. Рисовку горизонталей производят обычным методом.

На полученном плане участка разрабатывают проект террасирования склонов: проектируют дороги, пешеходные тропы, ленты террас.

Для переноса проекта террасирования склонов в натуре составляют рабочий чертеж (рис. 9), на котором показывают местоположение базисов, пикетов, точек поперечников, расположение террас, дорог, лесополос и других элементов проекта, горизонтальные углы и расстояния от пикетов до поворотных точек дорожной сети, ширину террас в различных местах участка.

Вначале в натуре переносят дорожную сеть и лесополосы. В случае спокойного рельефа границы лент террас переносят в натуре, пользуясь базисами и учитывая изменения ширины полосы террасы в зависимости от уклона местности.

В случае сложного рельефа на самом крутом склоне по вычисленной ширине ленты террасы получают исходные точки для каждой террасы. На эти точки устанавливают теодолит или нивелир и инструментально намечают, а затем пропахивают границы террасы.

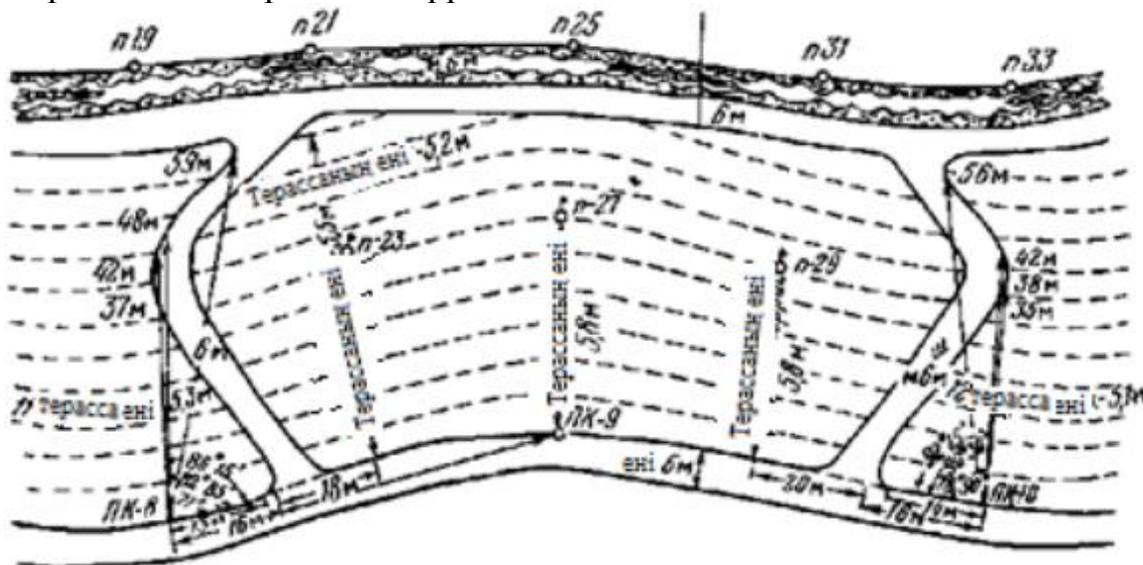


Рисунок 9 - Схема структуры террасы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков Ю.Н., Семенов П.Н. Геодезическое обеспечение землеустройства: Уч. пособие. – Йошкар-Ола, 2002.
2. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е. – М.: Картгеоцентр, 2004. – 355 с.
3. Геодезия [Текст]: учеб. для вузов / В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2006. - 350 с.
4. Геодезия [Текст]: учеб. для вузов по спец. 120301 "Землеустройство", 120302 "Земельный кадастр", 120303 "Городской кадастр" / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2006. - 598 с.
5. Геодезия [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. - М.: Академический Проект, 2007. - 590 с.
6. Геодезия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. - 2-е изд. - М.: Академический Проект, 2008. - 590 с.-
7. Геодезия: обработка результатов измерений [Текст] : учеб. пособие для вузов, колледжей, техникумов / И. Ф. Куштин. - М.; Ростов н/Д: МарТ, 2007. - 284 с. :
8. Геодезия и топография [Текст]: учеб. для вузов / Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 174 с.
9. Геодезия с основами кадастра [Текст]: учеб. для вузов по направлению "Архитектура" : допущено УМО / Е. В. Золотова, Р. Н. Скогорева. - М.: Академический проект: Трикста, 2011. - 413 с.
10. Землеустройство с основами геодезии [Текст]: учеб. для вузов / Н. Н. Дубенок, А. С. Шуляк ; под ред. Б. Б. Шумакова. - М.: КолосС, 2003. - 320 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
11. Золотова Е.В., Скогорева Р.Н. Геодезия с основами кадастра: Учебник для вузов. – М.: Академический проект; Трикста, 2011. – 413 с.
12. Маслов А.В., Юнусов А.Г., Горохов Г.И. Геодезические работы при землеустройстве: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990.
13. Неумывакин Ю.К., Перский М.К. Земельно-кадастровые геодезические работы. – М.: КолосС, 2005. – 184 с.: ил.
14. Практикум по геодезии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ю. К. Неумывакин. - М.: КолосС, 2008. - 318 с.
15. Практикум по геодезии [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению 120300 - Землеустройство и земельный кадастр и спец. 120301 - Землеустройство, 120302 - Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр : рек. учеб.-метод. об-нием / Г. Г. Поклад [и др.] ; под ред. Г. Г. Поклада. - М.: Академический Проект : Трикста, 2011. - 486 с.
16. Основы геодезии и топографии [Текст]: учеб. для вузов по направлению 250400 - "Технология лесозаготовительных и лесобрабатывающих пр-в" :

- рек. Учеб.-метод. об-нием / Б. Н. Дьяков, В. Ф. Ковязин, А.Н. Соловьев ; под ред. Б.Н. Дьякова. - СПб.: Лань, 2011.- 271 с.
17. Земельно-кадастровые геодезические работы [Текст]: учеб. для вузов по спец. 311100 "Земельный кадастр" и по направлению 650500 "Землеустройство и земельный кадастр" / Ю. К. Неумывакин, М. И. Перский. - М.: КолосС, 2006. - 183 с.
 18. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. Наземные съёмки. М., Недра, 1977.
 19. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. Высотные сети. М., Недра, 1978.
 20. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 ГУГК СССР. М., Недра, 1989.
 21. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. - М.: Недра, 1982. - 160 с.
 22. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. - М.: Недра, 1990. - 167 с.
 23. Лысов Г.Ф. Поверки и исследования теодолитов и нивелиров в полевых условиях. - М.: Недра, 1978. - 97 с.
 24. Топографо-геодезические термины. Справочник / Б.С. Кузьмин, Ф.Я. Герасимов, В.М. Молоканов и др. - М.: Недра, 1989. - 261 с.