

Тема 4. Инженерно-геодезические изыскания

Лекция 4

План лекции:

- ▶ 1. Состав инженерно-геодезических изысканий.
- ▶ 2. Геодезическая основа изысканий для строительства.
- ▶ 3. Опорные геодезические сети.
- ▶ 4. Нивелирование IV класса.
- ▶ 5. Геодезические сети специального назначения.
- ▶ 6. Съёмочная геодезическая сеть

Список используемых источников:

- ▶ 1. ТКП Инженерные изыскания для строительства. Основные требования. Разработан и утвержден унитарным предприятием "ГЕОСЕРВИС" Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь (УП «ГЕОСЕРВИС»). Утв. И введен в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от от « » 2019 г. №

1. Состав инженерно-геодезических изысканий

▶ Инженерно-геодезические изыскания выполняются с целью получения достоверных топографо-геодезических материалов и данных, характеризующих современное состояние ситуации и рельефа местности, в том числе:

- ▶ дна водоемов и рек,
- ▶ существующих и строящихся зданий и сооружений,

- ▶ подземных и надземных инженерных коммуникаций,
- ▶ сведений о проявлениях опасных природных процессов и факторах техногенного воздействия в графическом, цифровом или иных видах.

**В процессе инженерно-геодезических изысканий
выполняют работы по:**

- ▶ созданию геодезического обоснования и топографической съемке в различных масштабах на участке строительства,
- ▶ съемку,
- ▶ нивелирование,

- ▶ составление описаний подземных и надземных сооружений,
- ▶ производят трассирование линейных сооружений,
- ▶ геодезическую привязку геологических выработок, гидрологических створов, точек геофизической разведки и многие другие работы.

В состав инженерно-геодезических изысканий входят следующие виды работ:

- ▶ - сбор и анализ материалов и данных инженерных изысканий прошлых лет;
- ▶ - рекогносцировочное обследование площадки или трассы инженерных изысканий;
- ▶ - построение (развитие) опорных геодезических сетей 3 и 4 класса, 1 и 2 разряда и нивелирных сетей II, III и IV класса;

- ▶ - создание планово-высотной съемочной геодезической сети;
- ▶ - создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:5000-1:200 со съемкой подземных и надземных сооружений, в том числе, в цифровом виде;
- ▶ - геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;

- ▶ геодезические работы по трассам линейных сооружений;
- ▶ геодезическое обеспечение выполнения других видов инженерных изысканий (перенесение в натуру и планово-высотная привязка инженерно-геологических выработок;
- ▶ инженерно-геофизических, гидрогеологических и гидрометеорологических точек наблюдений).
- ▶ инженерно-гидрографические работы;

- ▶ геодезические работы для обоснования проектов реконструкции, ремонта и технического перевооружения существующих предприятий, зданий и сооружений, включая их наружные обмеры,
- ▶ координирование, съемки подземных и надземных сооружений, существующих железных и автомобильных дорог;

- ▶ геодезические работы на крупных энергетических сооружениях, метрополитенах, особо значимых объектах и др.,
- ▶ геодезический мониторинг;
- ▶ специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений;

- ▶ составление и размножение инженерно-топографических планов, в бумажном, электронном и/или цифровом виде;
- ▶ обработка материалов инженерно-геодезических изысканий;
- ▶ составление технического отчета.

2. Геодезическая основа изысканий для строительства

Геодезической основой при инженерно-геодезических изысканиях служат

в плановом положении:

- ▶ - пункты высокоточной геодезической сети (ВГС);
- ▶ - пункты спутниковой геодезической сети 1 класса (СГС-1);
- ▶ - пункты астрономо-геодезических сетей 1 и 2 классов (АГС - 1 и АГС - 2);
- ▶ - пункты геодезической сети сгущения (ГСС), созданной в развитие АГС;

- ▶ пункты геодезической сети сгущения, созданной в развитие СГС 1;
- ▶ геодезические сети сгущения 3 и 4 классов, пункты опорных геодезических сетей, включая пункты геодезических сетей специального назначения, пункты триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1 и 2 разрядов;

- ▶ -пункты постоянно действующих спутниковых сетей базовых станций;
- ▶ пункты съемочных сетей, геодезической разбивочной основы строительства и др.;

В ВЫСОТНОМ ПОЛОЖЕНИИ:

- ▶ реперы и марки нивелирования государственной нивелирной сети I, II, III и IV класса;

- ▶ пункты геодезических сетей, планового положения геодезической основы, используемых при инженерно-геодезических изысканиях, высоты которых, определены геометрическим, спутниковым или тригонометрическим нивелированием, выполненным с использованием современных методов и оборудования.

- ▶ Работы по сгущению сети опорных геодезических пунктов, как правило, осуществляются спутниковыми методами.
- ▶ Геодезическая основа сгущается до плотности, необходимой для выполнения инженерных изысканий.
- ▶ В зависимости от целей и задач изысканий и условий местности программой работ устанавливаются:
 - ▶ плотность пунктов,
 - ▶ тип закрепления,
 - ▶ методы и средства измерений.

- ▶ Координаты и высоты пунктов (точек) геодезических сетей следует вычислять в местных системах прямоугольных координат и в Балтийской системе высот 1977 года.
- ▶ При выполнении инженерно-геодезических изысканий в населенных пунктах, на площадках действующих промышленных комплексов, предприятий и организаций, расположенных за пределами населенных пунктов, должна быть сохранена ранее принятая система координат и высот.
- ▶ В иных случаях, как правило, применяется система координат 1963г.

3. Опорные геодезические сети

Плановая опорная геодезическая сеть создается методом спутниковых геодезических определений, а также методами триангуляции, трилатерации, полигонометрии и их сочетаниями.

- ▶ Выбор методов построения опорных геодезических сетей зависит от размеров (площади) объекта, условий местности, требуемой точности определения координат, экономической целесообразностью и др.
- ▶ Применение спутниковых геодезических методов для создания (развития) опорных геодезических сетей является в настоящее время наиболее распространенным (имеет высокую точность получаемых результатов, является экономичным, существенно сокращает сроки выполнения работ).

Требования к точности определения планового положения пунктов опорной геодезической сети

Вид сети	СКП определения координат относительно исходных пунктов в плане, мм, не более	СКП взаимного положения смежных пунктов в плане, мм, не более	СКП взаимного положения смежных пунктов по высоте, мм, не более
1. Спутниковая геодезическая сеть сгущения; сеть постоянно действующих базовых станций	20	15	25
2. Полигонометрия, триангуляция, трилатерация 4 класса; сети, создаваемые спутниковыми методами	20	25	—
3. Полигонометрия, триангуляция, трилатерация 1-го разряда; сети	50	30	—
4. Полигонометрия, триангуляция, трилатерация 2-го разряда, сети сгущения, создаваемые спутниковыми методами	50	40	—

- ▶ Исходными для развития (создания) опорных геодезических сетей должны быть пункты и реперы высших по точности классов (разрядов).
- ▶ Исключение: при условии отсутствия в районе работ пунктов и реперов сетей высших классов (разрядов), допускается привязка к пунктам сети класса (разряда) не ниже создаваемой сети.
- ▶ Координаты пунктов вычисляются в принятой для объекта (населенного пункта) местной системе прямоугольных координат.

- ▶ На новых объектах координаты пунктов вычисляются, в основном, в проекции Гаусса в трехградусных зонах с учетом, при необходимости, среднего уровня участка строительства.
- ▶ Высоты определяются в Балтийской системе высот 1977 года.
- ▶ Существующие геодезические пункты при изысканиях должны включаться в развиваемые опорные и съемочные геодезические сети.

При использовании спутниковых геодезических методов для определения координат и высот пунктов опорных геодезических сетей должны соблюдаться следующие условия:

- ▶ удаленность пунктов от высоковольтных линий электропередач не менее 100м;
- ▶ угол между горизонтом и препятствием должен быть не более 15° .

- ▶ **Плотность пунктов опорных геодезических сетей для производства инженерно-геодезических изысканий устанавливается в программе работ. Плотность пунктов должна составлять на территориях городов, поселков городского типа и промышленных площадок:**
 - ▶ **не менее четырех пунктов триангуляции и полигонометрии на 1 км^2 в застроенной части;**
 - ▶ **не менее одного пункта на 1 км^2 на незастроенных территориях.**

- ▶ Для обеспечения инженерных изысканий и строительства в городах и на промышленных объектах плотность опорных сетей может быть доведена до **восьми** пунктов на 1 км^2 .
- ▶ Плотность опорных геодезических сетей для съемок в масштабе 1:5000 территорий вне населенных пунктов должна быть доведена не менее, чем до одного пункта на $7-10 \text{ км}^2$, а для съемок в масштабе 1:2000 - до одного пункта на 2 км^2 .

4. Нивелирование IV класса

Высотная опорная геодезическая основа создается методами нивелирования II, III и IV классов.

Нивелирная сеть создается в виде отдельных ходов, системы ходов (полигонов) или в виде самостоятельной сети и привязывается не менее чем к двум исходным нивелирным знакам (реперам) высшего класса.

Допускается производить привязку нивелирных ходов IV класса к реперам ранее проложенного нивелирования IV класса.

Длины нивелирных ходов в зависимости от класса нивелирования

Класс нивелирования	Длина нивелирного хода между исходными пунктами, км		Длина нивелирного хода между узловыми точками, км	
	Застроенная территория	Незастроенная территория	Застроенная территория	Незастроенная территория
II класс	25	25	15	20
III класс	15	20	10	15
IV класс	10	15	5	10

- ▶ Оптимальная длина луча визирования - 100 м. В случае использования нивелира с увеличением трубы 30х и более при спокойном изображении допускается увеличивать длину визирного луча до 150 м.
- ▶ Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции не должно превышать 5 м, а накопление их в секции - 10 м.
- ▶ Высота луча визирования над подстилающей поверхностью допускается не менее 0,2 м.

- ▶ Расхождения в превышениях, полученных по черной и красной сторонам реек на станции, не должны превышать 5 мм с учетом разности высот нулей пары реек.
- ▶ При большем расхождении наблюдения на станции повторяют, предварительно изменив положение нивелира по высоте не менее чем на 3 см.
- ▶ Вычисление превышений на станции и в секции между постоянными знаками (реперами) производится с округлением до 1 мм.

В результате нивелирования IV класса должны быть представлены материалы:

- ▶ ведомость обследования марок и реперов;
- ▶ схема ходов нивелирования;
- ▶ полевые журналы нивелирования;
- ▶ материалы исследования нивелиров и компарирования реек;

- ▶ ведомость превышений;
- ▶ материалы вычислений и оценки точности;
- ▶ абрисы нивелирных знаков;
- ▶ каталог высот нивелирных знаков;
- ▶ акты сдачи нивелирных знаков на наблюдения за сохранностью;
- ▶ пояснительная записка.

5. Геодезические сети специального назначения

- ▶ **Геодезические сети специального назначения создаются для геодезического обеспечения строительства, как правило, уникальных объектов: энергетических, гидротехнических, мелиоративных и др.**

Геодезические сети специального назначения создаются в случаях, если:

- ▶ применяемые для создания опорной геодезической сети методики не обеспечивают необходимую точность результатов измерений, устанавливаемых заданием и проектной документацией;
- ▶ точность определения и плотность пунктов государственных геодезических и нивелирных сетей не обеспечивают решение целей и задач инженерных изысканий;

- ▶ построение геодезической сети специального назначения экономически целесообразнее или затраты времени на ее создание меньше, чем для опорной геодезической сети;
- ▶ требования стандартных методик, используемых при создании опорной геодезической сети, по условиям работ не могут быть соблюдены или возникает необходимость применения комбинированных измерений.

- ▶ Разрабатываемый в программе работ проект создания геодезической сети специального назначения должен основываться на данных предварительного расчета ожидаемой точности планового и/или высотного положения пунктов сети.

- ▶ Необходимую точность определения координат и высот пунктов создаваемой сети в зависимости от ее назначения устанавливают в задании или программе работ.
- ▶ Плановую геодезическую сеть специального назначения создают методами спутниковых геодезических определений, угловыми, линейными или линейно-угловыми измерениями, а также, сочетанием перечисленных методов.

- ▶ Измерения в высотной геодезической сети специального назначения в зависимости от условий измерений и требований к точности выполняются методами высокоточного геометрического и тригонометрического нивелирования короткими визирными лучами, геометрического нивелирования I-IV классов, геодезических спутниковых определений и др.

6. Съемочная геодезическая сеть

- ▶ **Съемочная геодезическая сеть** строится в развитие опорной геодезической сети или в качестве самостоятельной геодезической основы и состоит из теодолитных ходов или заменяющей их триангуляции (микротриангуляции) или трилатерации, прямых, обратных и комбинированных засечек, а также, сочетанием различных методов и ходов геометрического и тригонометрического нивелирования.

- ▶ **Координаты и высоты пунктов съемочной геодезической сети могут определяться методом спутниковых геодезических определений.**
- ▶ **При использовании спутниковых методов для создания съемочной сети количество исходных пунктов должно быть в плане не менее четырех и не менее пяти по высоте.**

- ▶ **Съемочная геодезическая сеть создается для:**
- ▶ обеспечения топографических съемок (создания или обновления инженерно-топографических планов) в масштабах 1:5000 - 1:200,
- ▶ съемок подземных и надземных коммуникаций,
- ▶ изысканий при трассировании линейных сооружений,
- ▶ выполнения инженерно-гидрографических работ,
- ▶ геодезического обеспечения иных видов инженерных изысканий.

- ▶ Средняя погрешность положения точек плановой съемочной сети относительно пунктов опорной геодезической сети не должна превышать 0,1 мм в масштабе создаваемых планов на открытой местности и на застроенной территории и 0,15 мм - на местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью.

Точки съемочной сети должны закрепляться временными знаками:

- ▶ металлическими костылями,
- ▶ штырями и трубками,
- ▶ деревянными столбами и кольями,
- ▶ гвоздями, вбитыми в пни и столбы.

На застроенной территории в качестве точек съемочной сети следует использовать четко обозначенные на местности предметы:

- ▶ люки подземных коммуникаций,
- ▶ углы капитальных зданий и сооружений,
- ▶ граничные столбы и др.

- ▶ Теодолитные ходы прокладываются между исходными пунктами (пунктами, координаты которых получены методом спутниковых геодезических определений, триангуляции, трилатерации, полигонометрии и точками съемочной сети топографических съемок более крупного масштаба) в виде отдельных ходов или систем ходов с узловыми точками.
- ▶ Допускается проложение висячих теодолитных ходов длиной не более, указанной в таблице.

Допустимая длина висячего хода

Масштаб съёмки	Длина висячего теодолитного хода, м	
	на застроенных территориях	на незастроенных территориях
1:5000	350	500
1:2000	200	300
1:1000	150	200
1:500	100	150

Угловые и линейные измерения при развитии съёмочных сетей для инженерных изысканий выполняются в соответствии с техническими нормативными актами

- ▶ **Планово-высотную привязку к пунктам государственной геодезической сети следует выполнять при расположении их от границы площадки изысканий на расстоянии не более 5 км.**
- ▶ **При удаленности пунктов опорной геодезической сети от площадки изысканий более 5 км целесообразно применение метода спутниковых геодезических определений для получения координат и высот съемочных точек.**

- ▶ **Геодезические ходы съемочной сети, прокладываемые при изысканиях трасс линейных сооружений, должны быть привязаны в плане и по высоте к пунктам опорной геодезической сети не реже чем через 30 км (при изысканиях магистральных каналов - 8 км).**
- ▶ **При изысканиях трасс линейных сооружений на территориях населенных пунктов и промышленных предприятий, а также на территориях разработки полезных ископаемых плановая и высотная привязка к пунктам опорной геодезической сети обязательна.**

7. Топографическая съёмка на основе лазерного сканирования

- ▶ Наземное лазерное сканирование производят с использованием геодезических лазерных сканеров как отдельный вид работ или в комплексе с другими работами:
- ▶ топографическая съемка в масштабах 1:5000 - 1:200;
- ▶ ландшафтная съемка;
- ▶ съемка фасадов и внутренних помещений;
- ▶ съемка транспортных развязок, тоннелей, автомобильных и железных дорог;

- ▶ наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений;
- ▶ наблюдения за движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
- ▶ исполнительная геодезическая съемка в процессе строительства (реконструкции, ремонта) зданий и сооружений;
- ▶ съемка законченных строительством объектов.

- ▶ **Метод наземного лазерного сканирования (статического или мобильного) позволяет получить детальные планы и трехмерные модели местности, в том числе:**
- ▶ труднодоступных объектов и объектов повышенной опасности,
- ▶ зданий,
- ▶ сложных инженерных сооружений,
- ▶ промышленных площадок,
- ▶ карьеров,
- ▶ котлованов.

Наземное лазерное сканирование может выполняться как отдельный вид работ или в комплексе с другими видами:

- ▶ тахеометрическая съемка,
- ▶ спутниковый метод определений и др.

8. Съёмка подземных и надземных инженерных коммуникаций

- ▶ **Нанесение подземных инженерных коммуникаций** на инженерно-топографические планы производят на основании исполнительных чертежей, материалов исполнительных съемок, планов подземных коммуникаций, имеющих у эксплуатирующих организаций.

- ▶ При отсутствии инженерно-топографических планов или исполнительных чертежей, их недостаточной полноте или точности, выполняется съемка подземных и надземных инженерных коммуникаций.
- ▶ Съемка выполняется с точек съемочного обоснования одновременно с топографической съемкой или как отдельный вид работ при обновлении инженерно-топографических планов.

- ▶ Инженерно-топографические планы подземных и надземных инженерных коммуникаций создаются в масштабах 1:5000 - 1:500.
- ▶ Инженерно-топографические планы в масштабе 1:200 составляются в виде исключения на отдельные участки улиц или промышленных предприятий с густой сетью подземных коммуникаций.

- ▶ В комплекс работ по съемке существующих подземных и надземных инженерных коммуникаций входят:
- ▶ сбор и анализ имеющихся материалов;
- ▶ рекогносцировочное обследование участка работ;
- ▶ обследование подземных и надземных сооружений;

- ▶ плановая и высотная съемка выходов подземных сооружений на поверхность земли;
- ▶ поиск и съемка подземных сооружений, не имеющих выходов на поверхность земли;
- ▶ составление плана подземных и надземных инженерных коммуникаций с их техническими характеристиками и согласование его полноты с эксплуатирующими организациями.

- ▶ До начала полевых работ по съемке существующих подземных и надземных сооружений должны быть собраны исполнительные чертежи, инженерно-топографические планы, проектные, инвентаризационные и другие материалы о наличии, технических характеристиках и планово-высотном положении подземных и надземных сооружений.

- ▶ **Детальное обследование подземных инженерных коммуникаций с обмерами габаритов камер, колодцев, опор и конструктивных элементов трубопроводов с составлением схем и эскизов, определение напряжения и числа проводов, марки проводов и кабелей, габаритов и номеров опор, расположения прокладок и проводов на опорах, высот опор и эстакад выполняют по дополнительному требованию задания.**

- ▶ **Нивелирование подземных сооружений** включает определение с точностью технического нивелирования высот люков (обечаек) всех колодцев, земли или мощения у колодца (если их высоты отличаются более чем на 10 см), а также высот, расположенных в колодце труб, лотков, каналов и кабелей промерами штангой, рулеткой от обечайки с отсчетом до 1 см, или с применением лазерной рулетки.

- ▶ Определение положения точек скрытых подземных коммуникаций выполняется с помощью приборов поиска через 20, 30, 50 и 100 м при съемках в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно.
- ▶ При съемке в масштабе 1:200 расстояние между определяемыми точками устанавливается в техническом задании.

- ▶ Инженерно-топографические планы получаются в результате совмещения топографических планов с планами подземных и надземных коммуникаций. Допускается создание отдельных планов инженерных коммуникаций и топографических планов.
- ▶ Планы подземных и надземных коммуникаций могут быть представлены с отображением всех сетей на одном плане, с отображением отдельно плана трубопроводных сетей и кабельных сетей или по отдельным видам (группам) инженерных коммуникаций.

- ▶ В результате выполнения работ по съемке подземных и надземных инженерных коммуникаций должна быть представлена документация:
- ▶ материалы съемки, обследования и нивелирования инженерных коммуникаций представленные в виде данных, полученных с регистрирующих устройств;
- ▶ журналы съемки, обследования и нивелирования подземных и надземных сооружений;
- ▶ абрисы съемки;

- ▶ планы инженерных коммуникаций, согласованные с эксплуатирующими организациями;
- ▶ эскизы камер, колодцев и опор при детальном обследовании;
- ▶ схемы инженерных коммуникаций, каталоги координат камер, колодцев и других подземных сооружений (при наличии дополнительных требований в задании).

▶ СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!