

# **ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

- НАБЛЮДЕНИЯ ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПЛОЩАДНЫХ СООРУЖЕНИЙ.**
- РУСЛОВЫЕ СЪЁМКИ И ПЛАНОВОЕ КООРДИНИРОВАНИЕ ПРОМЕРОВ ГЛУБИН И СКОРОСТЕЙ.**
  - ОПРЕДЕЛЕНИЕ УКЛОНА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НИВЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЕКИ**

Тусупбеков Жанболат Ашикович,  
email: [gggkiovr@mail.ru](mailto:gggkiovr@mail.ru)

## Особенности геодезических изысканий линейных сооружений.

Проектирование линейных сооружений обычно ведется в две стадии: **технический проект, рабочее проектирование.**

Для каждой стадии проектирования ведутся различные по составу, требованиям и точности инженерно-геодезические изыскания.

Характер изысканий также меняется в зависимости от вида линейного сооружения.

Процесс геодезических изысканий на трассах магистральных дорог несколько более сложный, чем на других видах линейных сооружений.

Изыскания на стадии **технического проекта** ведутся по линии всех видов изысканий, включая экономические. Они должны дать возможность выбрать основной вариант трассы на местности, сооружений на будущей дороге.

Основное содержание геодезических изысканий этого периода сводится к

- камеральному трассированию и отбору вариантов для полевого обследования,
- полевому обследованию и выбору вариантов трассы дороги по избранному направлению,
- к топографическим съемкам по отдельным участкам трассы (площадок станций, переходов через водные препятствия),
- к камеральной обработке материалов.

На стадии **технического проекта** широко используются аэрофототопографические методы составления маршрутных топографических планов на основе материалов специальной аэрофотосъемки (в масштабах 1 : 12 000 — 1:17 000).

**Инженерно-геодезические изыскания для рабочего проектирования** ведутся с целью дальнейшего уточнения и контроля положения будущей дороги.

На этой стадии основными элементами работы являются:

- вынос камеральной трассы в натуру и ее укладка на местности;
- поиски местных улучшающих вариантов;
- съемки пересечений, площадок под здания, поперечных профилей, месторождений строительных материалов;
- камеральная обработка.

На стадии **рабочего проектирования** материалы аэрофотосъемки используются в ограниченном объеме.

Окончательно уложенная и закрепленная на местности дорожная трасса **сдается по акту строительной организации.**

Состав и содержание изысканий на различных видах линейных сооружений схожи, однако имеются особенности, присущие некоторым видам сооружений.

Рассмотрим главнейшие из них.

1. Магистральные каналы.
2. Магистральные трубопроводы.
3. Линии связи.

## Магистральные каналы.

В состав магистральных каналов входит целая система гидротехнических сооружений. Все сооружения этой системы (насосные станции, шлюзы, отстойники, дюкеры), расположенные порой на значительных расстояниях, а в рабочем состоянии оказываются связанными уровнем воды, наполняющей отдельные участки системы.

Поэтому при изысканиях такого рода сооружений предъявляются особые требования к высотной геодезической основе канала.

Каналы обычно проектируют в **две стадии**, но иногда требуется технико-экономическое обоснование.

**Плановое геодезическое обоснование** на трассах каналов создают из расчета обеспечения им не только съемочных работ, но и для последующего переноса проекта на местность.

Что в свою очередь вызывает необходимость развития вдоль трассы **более точного** (чем на дорогах) **планового обоснования**.

Обоснование создается в виде сетей и геодезических засечек на уровне точности полигонометрии II разряда.

Высотное и плановое обоснования вдоль оси канала создаются из расчета удовлетворения (по точности и густоте) как съемочных, так и разбивочных работ.

Роль высотного обоснования на каналах особенно ответственна.

Учитывая малые величины проектируемых уклонов каналов, требуется высокая точность нивелирных работ.

Магистральный нивелирный ход, который в дальнейшем выносится в натуру в виде проектных отметок элементов канала, прокладывают с точностью нивелирования IV, III и даже II классов.

## Магистральные трубопроводы.

Магистральные трубопроводы предназначены для транспортировки газа, нефти, нефтепродуктов, воды. В состав магистральных трубопроводов входят:

- линейные сооружения, т. е. трубопроводы диаметром от 200 до 1000 мм и более;
- головные сооружения с системой подводящих трубопроводов,
- насосные и компрессорные станции.

Изыскания трубопроводов ведутся **в две стадии**. В состав изысканий входят:

- экономические,
- инженерно-геологические,
- гидрологические,
- геодезические работы.

Особенности изысканий магистральных трубопроводов в сравнении с дорожными трассами прежде всего выражаются несколько иной оценкой местности.

Если для дорог, например, очень важна характеристика среднего уклона местности, то для трубопроводов этот показатель далеко не всегда оказывается решающим.

Здесь более важен характер грунтов; желательно, чтобы они были мягкими — легко поддавались машинной разработке, антикоррозийными; в этом смысле прохождение трассы трубопровода по заболоченным и засоленным участкам местности, по участкам с высоким уровнем грунтовых вод — нежелательно, так как это может привести к ускоренному разрушению труб коррозией или потребует дополнительных мер защиты от коррозии, что удорожает строительство.

По той же причине нежелательно параллельное следование трубопровода линиям электропередач.

Опасны для трубопроводов участки местности, где возможно проявление физико-геологических процессов, особенно оползней, карста.

Разбивку пикетажа ведут без учета поправок на наклон, поскольку трубопровод по всей трассе закладывают в грунт на примерно одинаковую глубину (1,5-2 м) и продольный профиль его при диаметре труб до 1000 мм в основном повторяет профиль земной поверхности.

План трассы накладывают на основе координат вершин углов поворота, которые вычисляют по горизонтальным проложениям линий.

На поворотах трассы радиусы плановых кривых назначают в пределах 250—1000 м, что в последующем, при строительстве линии, позволяет вести укладку труб упрощенными методами.

Съемку переходов через постоянные и временные водотоки, съемку пересечений с другими линейными сооружениями и съемку площадок на трассе трубопровода ведут на съемочном обосновании с привязкой к магистральному ходу, в масштабе 1 : 500 - 1 : 2000, с сечением рельефа горизонталями 0,5-1 м.

## Линии электропередач.

На территориях промышленных объектов, населенных мест и других объектов передача электроэнергии обычно ведется прокладкой подземных - кабельных линий. При передаче электрической энергии на большие расстояния используют воздушные линии.

В зависимости от напряжения их подразделяют на линии **до 35 кВ** и линии **от 35 до 500 кВ**.

**Изыскания трасс воздушных линий до 35 кВ обычно выполняются в одну стадию для обоснования технорабочего проекта.**

**Изыскания ЛЭП более 35 кВ ведутся в две стадии: для технического проекта и для рабочих чертежей.**

**Экономические изыскания на ЛЭП обычно отсутствуют.**

**Технические изыскания производятся в несколько сокращенном объеме, иногда с менее высокой точностью, но по линии всех основных видов: инженерно-геодезических, инженерно-геологических, гидрологических и метеорологических.**

**В задачу метеорологических изысканий** входит получение климатических данных на районы прохождения ЛЭП и в частности изучение колебаний температуры воздуха, ветров, осадков, снежного покрова, промерзания грунтов, грозových явлений, условий обледенения проводов.

Изыскания ЛЭП для **стадии технического** проекта включают: выбор наиболее экономичного направления трассы, согласования и съемки площадок и пересечений.

Для трасс, прокладываемых в горных, залесенных, заболоченных районах необходимы Аэрофотосъемочные материалы.

Комплекс геодезических работ на изысканиях ЛЭП не отличается большой сложностью; наиболее сложная часть изысканий.

## Линии связи

К линиям связи относят: междугородные, внутрирайонные и городские телефонные линии, сети радиофикации, радиорелейные линии.

Линии связи могут быть кабельными и воздушными.

Изыскания ведут преимущественно в одну стадию, по всем видам инженерных изысканий, включая экономические и метеорологические.

Состав геодезических изысканий включает:

- камеральное трассирование с выявлением конкурирующих вариантов,
- полевое визуальное обследование вариантов трассы и площадок под линейные сооружения,
- съемки переходов и пересечений,
- укладка трассы на местности с поиском местных улучшений и
- полуинструментальная съемка полосы вдоль трассы и площадок под сооружения.

В ходе полевого трассирования основное внимание уделяется строгому соблюдению норм на габариты приближения.

На это главное требование приходится обращать особое внимание по той причине, что линии связи, как правило, прокладываются вдоль существующих железных и автомобильных дорог, в зоне которых сосредоточивается большое число других линейных сооружений и встречается много пересечений.

# Особенности геодезических изысканий площадных сооружений

Площадные сооружения по назначению и занимаемой территории отличаются разнообразием, сказывающимся на составе и объеме инженерно-технических изысканий.

Состав изысканий на небольших по размерам площадках сравнительно прост и затрагивает только основные виды изысканий, например: топографические, геологические, гидрологические.

На больших, ответственных площадных объектах изыскания ведут по многим направлениям.

Например, при строительстве городов и больших промышленных комплексов ведут изыскания:

- 1) инженерно-геологические и гидрогеологические;
- 2) топографо-геодезические;
- 3) гидрологические, климатологические, почвенно-геоботанические и санитарно-гигиенические;
- 4) для земельно-хозяйственного устройства, озеленения и вертикальной планировки территории;
- 5) по инженерным сетям, транспорту, поискам строительных материалов;
- 6) для составления проекта организации строительства.

Проектирование площадных сооружений, как правило, **ведут в две стадии**, а на крупных и сложных сооружениях и предприятиях **с проработкой технико-экономического обоснования (ТЭО)**.

Топографо-геодезические работы на **стадии технического проекта** включают:

1) сбор и изучение топографо-геодезических и аэрофотосъемочных материалов, составление картограмм покрытия съемками изучаемой территории;

2) создание **планового и высотного обоснования крупномасштабных топографических съемок**;

3) съемки и составление планов в масштабах 1 : 5000—1 : 2000;

4) съемки существующих подземных инженерных сетей;

5) топографо-геодезические работы по обслуживанию других видов изысканий (разбивке и привязка гидрологических точек, съемка карьеров строительных материалов и др.).

На стадии **рабочего проектирования** производят дополнительное сгущение планово-высотного геодезического обоснования и съемки в масштабах 1 : 1000 - 1 : 500.

## Наблюдения за неблагоприятными процессами площадных сооружений

К неблагоприятным процессам относят оползни, карсты и размывы берегов.

Проведение наблюдений на оползневых склонах обеспечивает решение следующих двух основных задач:

- изучение механизма и динамики оползневого процесса и
- обеспечение безопасности эксплуатации народнохозяйственных объектов.

Исходя из характера поставленных задач, наблюдения на склоне рассматривают с **точки зрения статики и с точки зрения динамики**, в соответствии с этим их делят на **геостатические и геодинамические**.

По результатам геостатических наблюдений получают первичную информацию о склоне в виде топографических, геоморфологических и других планов и карт, которые с течением времени обновляются и корректируются с учетом происшедших изменений на склоне.

Геодинамические наблюдения позволяют получить геометрические параметры смещений на оползневом склоне.

Основное требование, предъявляемое к ним, - максимальная точность, а это требует в каждом конкретном случае индивидуального подхода, как к выбору методики геодезических наблюдений, которые являются основными источниками информации о ходе оползневого процесса, так и к технологии их выполнения.

Пространственно-временные характеристики оползневых процессов особенно полно должны учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации сложных инженерных сооружений:

1. Крупных железнодорожных магистралей и автомобильных дорог.
2. Тепловых и атомных станций.
3. Крупных нефте- и газопроводов.
4. Сооружения башенного типа, предназначенные для обеспечения устойчивой теле- и радиосвязи.

5. Современных элеваторов агропромышленного комплекса.

6. Сельскохозяйственных земель на оползневых склонах горных районов.

7. Зданий и сооружений повышенной этажности.

Особенно острой проблемой в настоящее время является прогноз оползневых процессов.

Она не может быть решена без детального и длительного мониторинга оползней.

**Русловые съёмки и плановое координирование промеров глубин и скоростей.** На участки водомерных постов и гидрометрических створов полагается иметь топографические планы. Планы составляют (в зависимости от размеров территории) в масштабах 1 : 1000, 1 : 2000 или 1 : 5000.

На тех постах, где ведутся наблюдения только за уровнем воды, такие съёмки обычно выполняют полуинструментально.

На гидрометрических створах съёмку ведут инструментально с точек созданного планового и высотного обоснования.

Размеры площади, подлежащей съемке, определяют следующим образом: вдоль по течению - две-три ширины русла, в сторону берегов - до границы, превышающей наивысший уровень разлива воды на 1 м.

Поскольку снимаемая площадь в большинстве случаев оказывается менее 250 га, рабочей основой такой съемки являются тахеометрические ходы.

Если площадь съемки более 250 га, то при создании обоснования необходимо использовать полигонометрию II разряда или аналитические сети и нивелирование IV класса.

Основной метод съемки ситуации и рельефа берегов - тахеометрическая съемка или съемка спутниковыми методами.

При значительных площадях русловой съемки (на крупных реках) целесообразно использовать материалы аэрофотосъемки.

Русловые съемки, выполняются не только для гидрологических целей, но и при изысканиях гидротехнических сооружений и переходов через реки.

До начала съемок на участке создают съемочное обоснование в виде тахеометрических ходов (магистраль).

Такое обоснование должно обслуживать и съемки берегов, и съемки русловой части.

На реках небольшой ширины магистраль должна располагаться вблизи одного из берегов.

Если ширина реки превышает 150 м, то и на другом берегу должен быть проложен тахеометрический ход, и оба эти хода должны быть взаимно увязаны, т. е. образовывать единую систему (полигон).

После завершения всех измерений производят плановую и высотную увязку ходов и вычисляют координаты и высоты всех точек.

При съемке используется метод поперечников, косых галсов или метод продольников.

Поперечники на местности располагаются на расстоянии 20, 25, 50 м, в зависимости от ширины реки, масштаба съемки и характера дна.

Положение промерных вертикалей на поперечнике определяют с вершин тахеометрического хода прямой угловой засечкой или по тросу.

На реках с быстрым течением, когда удерживать лодку с мерщиком глубин на поперечнике затруднительно, применяют метод, косых галсов или продольников.

В методе косых галсов лодка или промерный катер также движется по створу, обозначенному вехами, но он располагается под углом к направлению течения реки. Плановое положение промерных вертикалей определяют прямой угловой засечкой.

Если производятся съемки больших акваторий, то для промеров глубин целесообразно использовать небольшой катер, на котором установлен эхолот, а плановые определения положения катера вести спутниковыми методами.

Обработка данных промера сводится к нанесению на заранее составленный план участка реки характерных точек профиля дна с показом их отметок или глубин и к последующему изображению дна в горизонталях или изобатах - линиях равных глубин.

Если материалы съемки предназначены для проектирования сооружения, которое частично находится в воде, а частично расположено на берегах, то рельеф дна изображают в горизонталях; для целей судоходства на планах показывают изобаты.

Исходные точки профиля наносят на план по данным геодезических измерений; характерные точки дна переносят на план при помощи специальных стадиометрических сеток, представляющих собой систему концентрических окружностей с центрами в местах расположения отражающих станций.

В зависимости от способа определения планового положения промерных точек различают следующие виды промеров:

с инструментальными засечками (с засечками приборами); с применением спутниковых технологий;

с применением тахеометров.

# Определение уклона водной поверхности и нивелирование для составления продольного профиля реки.

Понятие уклона использовалось ранее, когда рассматривалось трассирование дороги. Естественно, что уклоны водной поверхности рек существенно меньше, чем на дорогах. Обычно в верхнем течении реки уклоны больше, в среднем течении меньше, а в низовьях - наименьшие. Но на каждом из названных участков можно выделить еще и местные изменения уклонов - это участки плесов, перекатов, порогов, водопадов.

Знание уклонов рек важно при решении многих гидрологических задач, но оно особенно необходимо при проектировании на реках сооружений.

Уклон реки должен определяться для оси потока (стрежня) или для линии наибольших глубин (оси фарватера), однако на практике это требование соблюдается не всегда.

Для определения уклона на участке реки небольшого протяжения (1-2 км) достаточно по одному из берегов вблизи урезов воды проложить теодолитный ход. Около углов поворота хода забить в уровень с водой колья, а затем нивелированием определить превышения (падения) между соседними урезными кольями. По известному расстоянию между углами поворота и падению можно вычислить уклон на каждом участке и уклон всего участка.

Более сложной с геодезической точки зрения и более комплексной является задача по составлению продольного профиля всей реки, где, кроме уклонов, должны быть показаны и многие другие элементы.

Продольный профиль реки необходим для решения разнообразных инженерных задач, в частности водоснабжения, улучшения условий судоходства, расчета кривой подпора, строительства гидротехнических сооружений, разработки схемы использования реки.

Схема использования реки позволяет решить задачу о максимальном использовании потенциальной энергии реки и, в частности, составить проект размещения (каскад) гидроэлектростанций на реке, определить напор и мощность станций и решить многие другие технические и экономические проблемы.

Сложность составления продольного профиля всей реки состоит в том, что его основной элемент - поверхность воды - изменяет свое положение во времени. Профиль же должен быть составлен на один определенный момент. Чаще всего таким моментом избирают период межени, когда наблюдаются наиболее устойчивые во времени уровни (такие уровни называют бытовыми).

Основные работы по составлению продольного профиля реки:

- 1) разделение реки на участки;
- 2) устройство водомерных постов;
- 3) создание высотной основы;
- 4) фиксация уровней;
- 5) приложение рабочих нивелирных ходов;
- 6) определение планового положения точек однодневной связи уровней (ТОС);
- 7) обработка материалов и составление профиля.

Протяженность отдельных участков, на которые разделяется река, колеблется в пределах 30-70 км. На границах участков должны находиться водомерные посты. Это или вновь устраиваемые временные посты или имеющиеся постоянные посты Гидрометеослужбы.

Наблюдения на постах начинают не менее чем за неделю до начала работ. В зависимости от степени устойчивости уровня в реке фиксацию уровня на постах ведут 2-3 раза в день, а при быстрых изменениях уровня чаще - через 1-2 ч.

Высотным обоснованием при составлении продольного профиля служит прокладываемый по коренному берегу магистральный нивелирный ход. Если ширина реки более 500 м, магистральные ходы прокладывают по обоим берегам. При достаточной по плотности и точности государственной сети и совпадающих по направлению ходах магистральный ход можно не прокладывать. Постоянные реперы по трассе магистрального хода должны располагаться через 5 - 6 км, а временные - через 2 - 3 км.

Фиксация уровней воды в реке проводится с помощью двух-трех надежно забитых на расстоянии 5-10 м в уровень с водой кольев - точек однодневной связи уровней (ТОС). К установке ТОС предъявляется следующее требование: они должны быть установлены на данном участке в течение одного дня и за это время уровень не должен измениться более чем на 1 см. Именно это требование и используемое транспортное средство (моторный катер, автомашина, вертолет) определяют длину участков, на которые разбивают реку.

Обработка наблюдений включает:

- 1) обработку результатов измерения глубин;
- 2) вычисление отметок рабочего и срезочного уровней, уклонов;
- 3) составление продольного профиля реки.

Особенно важный элемент обработки — приведение рабочих уровней к срезочному. На основании приведенных вычислений и других данных составляется продольный профиль реки. Число показываемых на нем элементов может меняться. Это зависит от решаемых по профилю проектных задач. Перечислим основные характеристики профиля: расстояния, падения, уклоны, отметки водной поверхности на определенную дату, отметки дна реки по динамической оси или оси фарватера, отметки максимального уровня, километраж.

Помимо этого, на профилях приводят сведения об инженерных объектах: мостах, промышленных предприятиях, населенных пунктах, попадающих в зону воздействия будущего водохранилища; показывают реперы высотной основы, водомерные посты, знаки речной обстановки и др. Все эти сведения получают с топографических карт и карты реки (лоции).

Горизонтальный масштаб профиля выбирают с учетом удобств решения практических задач, необходимой полноты сведений, удобочитаемости профиля.

Горизонтальный масштаб профиля может быть от 1:500 000 до 1:10 000. Некоторое влияние на выбор горизонтального масштаба оказывает желание детальней отобразить характер дна реки, что требует использования более крупного масштаба.

Вертикальный масштаб для равнинных рек чаще всего принимается равным 1:100, а для горных - мельче.

