

## 1 ИЗЫСКАНИЯ НА МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДАХ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

1.1 Состав изысканий переходов через средние и большие водотоки

1.2 Основные требования, предъявляемые к трассированию автомобильных дорог с мостовыми переходами

1.2.1 Экономические требования

1.2.2 Гидрологические и топографические требования

1.2.3 Требования судоходства и сплава

1.2.4. Геологические требования

1.3 Выбор места перехода реки в зависимости от типа руслового процесса

1.4. Геодезические работы

1.5 Инженерно-геологические работы

1.6 Прочие работы на изысканиях мостовых переходов

### 1.1 Состав изысканий переходов через средние и большие водотоки

Комплекс геодезических, геологических, гидрологических и гидрометрических работ называется *изысканиями мостового перехода*.

Изыскания делятся на два периода: *предварительный* (камеральный) и *период полевых работ*.

*Камеральный* период включает в себя:

- изучение литературных источников и всех имеющихся материалов по гидрологии, топографии, геологии, судоходству и сплаву;
- выбор возможных мест перехода по картам;
- оценку объемов полевых работ;
- подготовку изыскательской партии к выезду в поле.

### 1.2 Основные требования, предъявляемые к трассированию автомобильных дорог с мостовыми переходами

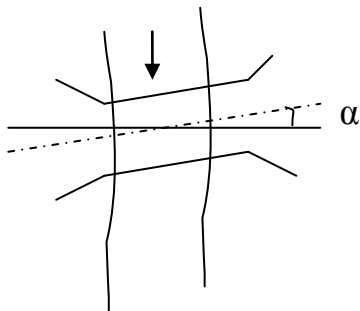
Варианты трассы с мостовыми переходами намечаются с учетом общего направления дороги, экономических, гидрологических, топографических условий и условий судоходства и сплава.

#### 1.2.1 Экономические требования

- Наименьшая строительная стоимость перехода и ежегодных эксплуатационных расходов. Таким образом, выбор места перехода реки зависит от категории дороги. Для дорог I и II категорий отклонение от общего направления трассы стараются делать минимальным. Для дорог III категории отклонение места перехода может быть весьма значительным. Для дорог IV, V категорий мостовые переходы являются определяющими (контрольными) точками при трассировании.

- Наименьшая продолжительность строительства мостового перехода.
- Возможность использования местных недефицитных материалов.

### 1.2.2 Гидрологические и топографические требования



Эти требования сводятся к обеспечению безопасного для сооружения пропуска расчетного расхода воды и льда под мостом с наименьшим нарушением режима реки. Исходя из этих требований, трассу мостового перехода назначают с соблюдением следующих условий.

- Переход надлежит выбирать на участке реки с возможно более узкими приподнятыми поймами (без озер, староречий и заболоченных мест). Это приводит к уменьшению длины подходов насыпей и самого моста.

- Не следует располагать переход непосредственно ниже устья притока, ввиду накопления наносов. Особенно это актуально для притоков горных рек, несущих большое количество крупнообломочного материала.

- Вблизи перехода не должно наблюдаться заторов льда и лесных заломов.

- Следует избегать переходов по перекатам, т.к. там удлиняются подтопляемые подходы к мосту, и происходит интенсивное перемещение наносов.

- Желательно избегать пересечения островных участков реки. Острова уменьшают рабочее сечение под мостом и заставляют увеличивать его длину. Хотя несколько облегчают организацию строительных работ.

- Желательно избегать пересечения мощных протоков и староречий, т.к. это потребует создания дополнительных пойменных мостов.

- Следует избегать пересечения водотоков на излучинах, т.к. в этом месте происходит боковое смещение русла. В противном случае следует рассматривать вариант со спрямлением русла реки.

### 1.2.3 Требования судоходства и сплава

Трасса мостового перехода должна быть согласована с местным бассейновым управлением речного флота и организациями, производящими сплав леса.

Продольная ось перехода судоходных рек должна располагаться перпендикулярно гидродинамической оси реки во время паводка. В соответствии с [1] косина пересечения мостом судоходной реки  $\alpha \leq 10^\circ$ . Большие косые мосты допускаются в исключительных случаях, т.к. опоры косых мостов могут служить причиной ледяных заторов. Они вызывают косоструйность, затрудняющую судоходство, приводят к развитию повышенных местных размывов у опор и могут оказывать неблагоприятное влияние на берега и их укрепление.

### 1.2.4. Геологические требования

Мостовой переход необходимо располагать на участке реки, отличающемся устойчивым в геологическом отношении руслом и геологическом строении, благоприятным для устройства опор моста.

- Необходимо отдавать предпочтение переходу в том месте, где коренные породы залегают на наиболее высоких отметках.

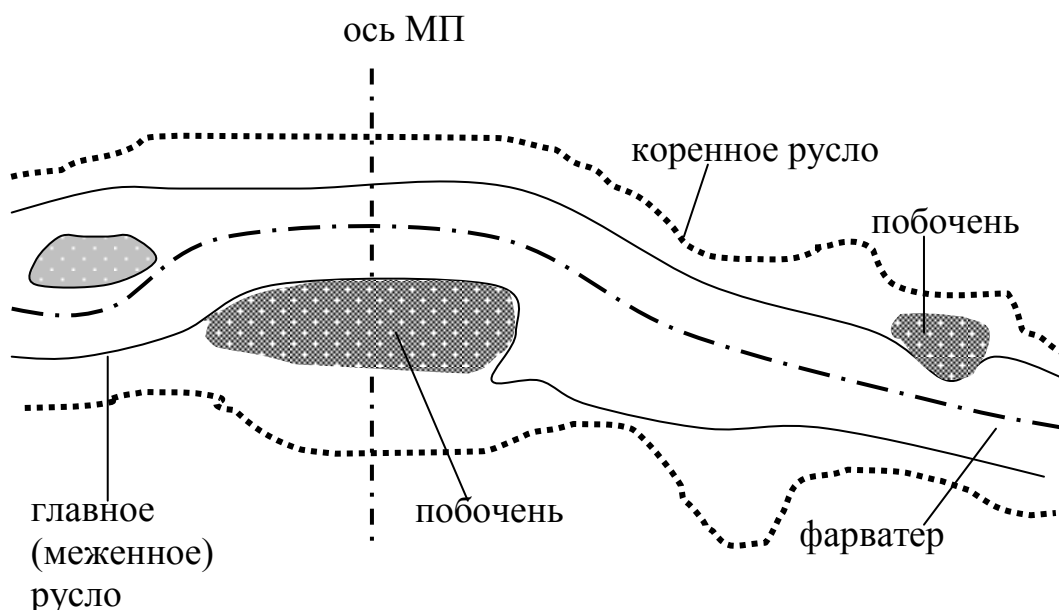
- При назначении места перехода следует избегать оползневых районов, мокрых косогоров в районе подхода к мосту.

- Карстовых явлений, гипса и выщелачиваемых солей в грунте в районе опор моста и насыпей.

Соблюдение всех вышеуказанных требований не всегда возможно, поэтому необходимо произвести сравнение различных вариантов мостового перехода для выбора оптимального решения.

### 1.3 Выбор места перехода реки в зависимости от типа руслового процесса

На равнинных немеандрирующих реках с периодически расширяющимися руслами за счет движения побочной коренное русло следует пересекать перпендикулярно к его берегам.

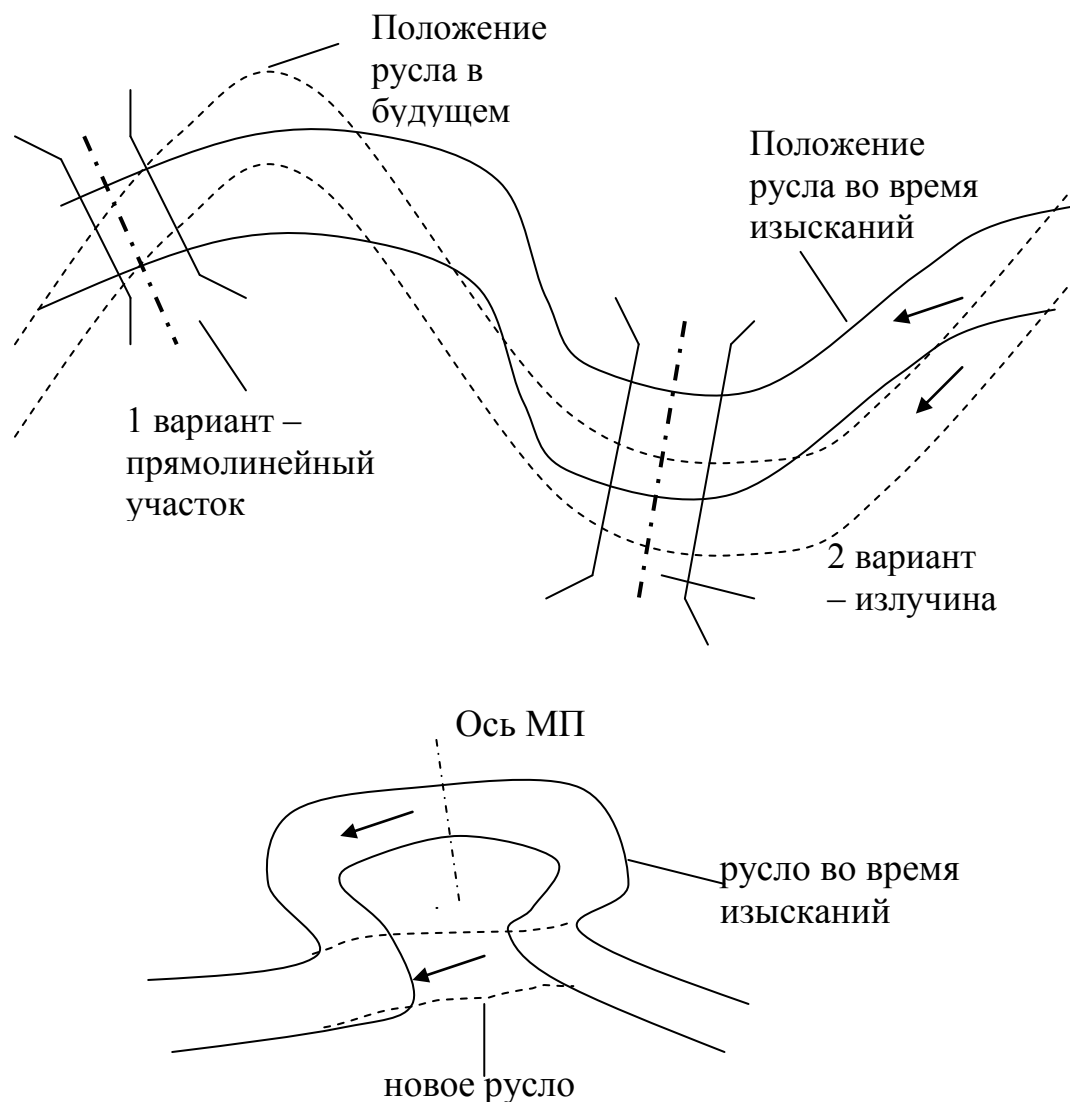


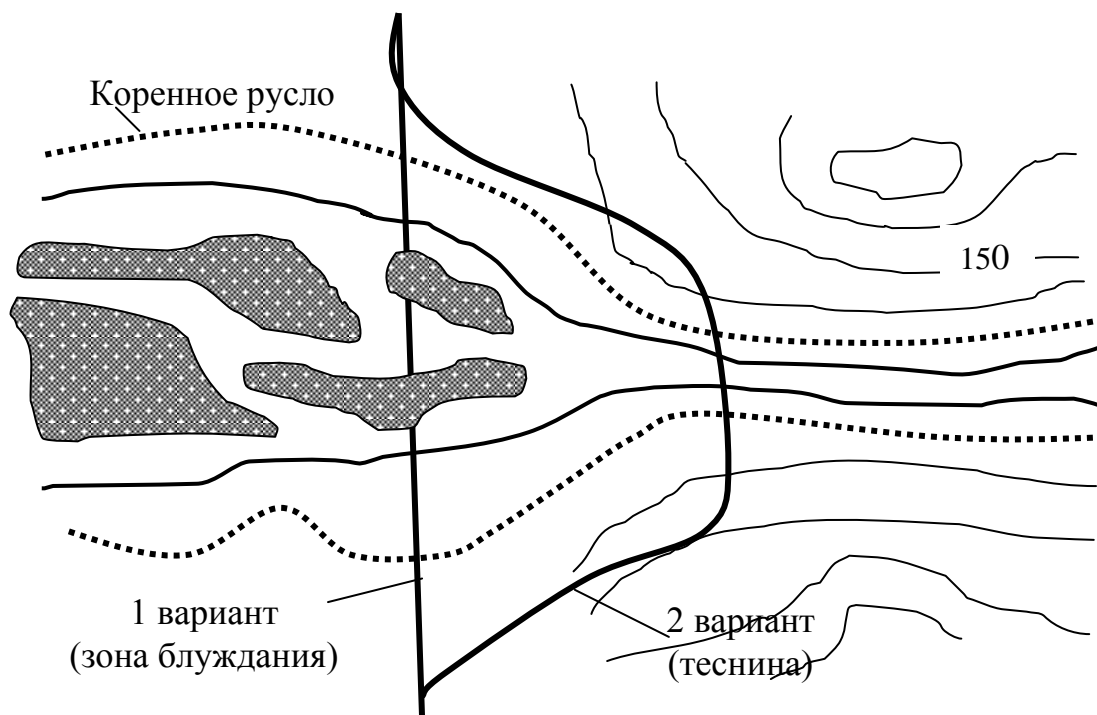
На крупных судоходных реках при медленном движении побочной, т.е. когда их заметное перемещение вниз по течению происходит за многолетний период, необходимо также, чтобы меженное русло пересекалось на прямолинейном или слабо изогнутом его участке, чем обеспечивается нормальное расположение моста к судовому ходу.

На равнинных реках с меандрирующими руслами пересекать русло желательно в середине старой сформировавшейся меандры, прижатой к пойменной террасе (см. рис.).

При этом необходимо уметь прогнозировать положение излучины во времени и возможное спрямление русла.

Трассирование мостовых переходов через реки с блуждающими руслами. В этом случае желательно пересекать реку в том месте, где ширина зоны блуждания наименьшая. Если это не связано со значительным удлинением трассы и возможно по условиям спуска в речную долину, то необходимо рассмотреть вариант трассы в обход зоны блуждания с пересечением реки в теснине, где русло не разбивается на протоки и рукава





При пересечении горных рек в верхнем и среднем их течении расположение мостовых переходов в плане и продольном профиле приходится, как правило, подчинять условиям проложения трассы дороги, идущей по глубокой узкой долине горной реки. По этой причине приходится иногда одну и ту же реку пересекать несколько раз, допускать косое пересечение водотока и даже располагать мосты на закруглениях дороги. Таким образом, выбор места перехода через реку является весьма сложной задачей, требующей учета самых разнообразных факторов. Найти наиболее выгодное в техническом и экономическом отношении решение возможно лишь в результате вдумчивого и внимательного рассмотрения нескольких вариантов. При этом обычно каждый из намеченных вариантов имеет свои преимущества и недостатки. Практически никогда не удастся наметить трассу мостового перехода, которая полностью удовлетворяла бы всем изложенным выше требованиям. Поэтому нужно научиться выделять главные показатели места перехода.

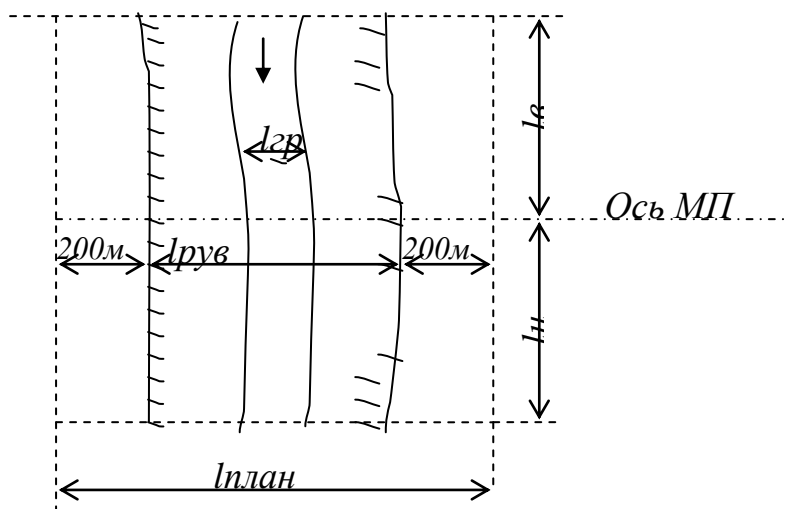
#### 1.4. Геодезические работы

Они включают в себя трассирование линии мостового перехода, съемку двух топопланов: ситуационного и крупномасштабного, разбивку створов для гидрологических и гидравлических расчетов.

*Ситуационный план* выполняют в тех случаях, когда картографических материалов недостаточно или они устарели (подвижное русло реки).

Масштабы планов 1:25000 для крупных рек (с шириной русла более 1000 м), для остальных – 1:10000.

Границы ситуационного плана.  $l_{плана} = 200\text{м} + l_{рувь} + 200\text{м}$ ,



где  $l_{pувe}$  – ширина разлива реки.

Вверх по течению  
 $l_в > 1,5 l_{pувe}$ .

Вниз по течению  
 $l_н > 1,5 l_{pувe}$ .

Ситуационный план должен охватывать зону всех возможных вариантов устройства мостового перехода. Его строят по каждому

варианту перехода. Если варианты трассы расположены близко один от другого, то снимают общий ситуационный план.

Высотную съемку проводят только в основных точках: возвышенности, резкие понижения на поймах, бровки речного русла, уровни воды.

Ситуационные детали снимают только по контурам в плане (границы леса, кустарника, болот, урезы воды и т.п.).

*Крупномасштабный план (детальный)*. Его снимают для тех вариантов перехода, которые подлежат детальному сопоставлению. Размеры подобны размерам ситуационного плана.

Масштабы плана: 1:5000 для больших рек.

1:2000 – 1:1000 для прочих рек.

Сечение рельефа крупномасштабных планов принимается через 1 м (или 0,5 м).

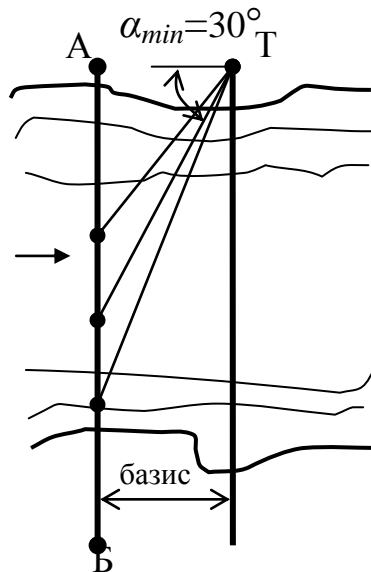
Намеченный створ мостового перехода закрепляется на местности бетонными столбами или металлическими трубами, забитыми в землю с устройством выносок.

Промеры глубин в руслах выполняются зимой со льда, весной и летом – с лодки. В результате промера глубин строится план дна реки в горизонталях или в линиях равных глубин – *изобатах*.

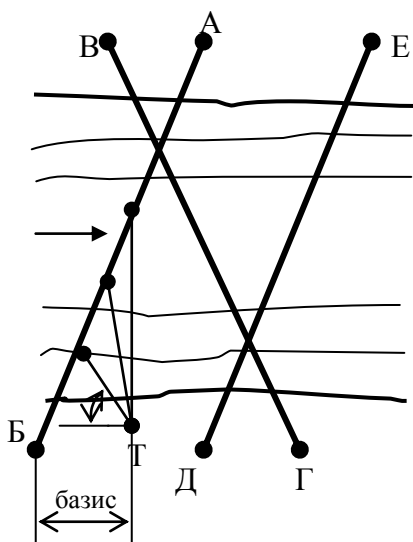
Глубину воды в реке до 3-5 м измеряют при помощи *рейки* или *наметки* (шест толщиной 3-4 см, длиной 4-10 м), свыше 5 м – при помощи лота<sup>1</sup> или эхолота. Точность промера глубин составляет 5-10 см. Существует несколько приемов проведения промерных работ, когда измерения ведутся с лодки на открытой воде:

1) По поперечникам. В этом случае лодка передвигается по назначенному промерному створу. Способ этот применяется при малых скоростях течения воды.

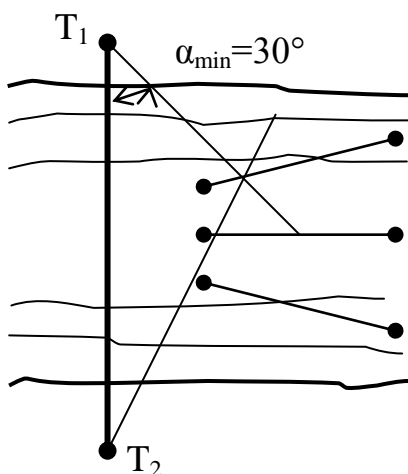
<sup>1</sup> **Лот** – прибор для измерения глубины воды с судна. Различают лоты ручные (линь с грузом), механический (трос с прибором, регистрирующим гидростатическое давление у дна), гидроакустические (эхолоты).



А,Б – вехи  
по берегам,  
Т - теодолит



2) *Косыми галсами*<sup>2</sup>. Этот способ применяется при средних скоростях течения. В этом случае лодка движется по косым по отношению к фарватеру реки направлениям, которые фиксируются положением береговых вех.



3) Продольными галсами. Способ продольных галсов применяется при большой ширине реки, значительных глубинах и скоростях течения. Работы ведутся, в отличие от первых двух случаев, с засечкой промерных точек обязательно двумя инструментами. Расстояние между промерными точками ориентировочно принимается около 1/10 ширины русла реки.

<sup>2</sup> Галс — 1) движение судна относительно ветра. Различают левый (ветер дует в левый борт /англ. port side) и правый (ветер дует в правый борт/ англ. starboard) галсы. 2) Отрезок пути, который проходит парусное судно от одного поворота до другого при лавировке.

Отметки дна реки получаются путем исчисления разности между отметкой уровня воды во время промера и глубиной промера.

### 1.5 Инженерно-геологические работы

Инженерно-геологические работы проводят для того, чтобы:

- получить данные об условиях залегания и свойствах грунтов как оснований сооружений мостового перехода (для определения глубины заложения опор и тип опор, оценки устойчивости подходов насыпей и регуляционных сооружений);

- спрогнозировать возможные размывы (русловые деформации);

- оценить пригодность пойменных грунтов в качестве строительного материала;

- выявить запасы строительных материалов (камень, гравий, песок).

По результатам исследования составляют:

- инженерно-геологические профили по оси мостового перехода;

- поперечные профили (продольные по реке), чтобы выявить наклон напластований в поперечном профиле;

- заключение о возможности использования отдельных слоев в качестве оснований сооружений. Для этого должны быть установлены наименования слоев грунта, механический состав, структура, трещиноватость, мощность слоев, водоносность и т.д.;

- записку о строительных материалах, разведанных вблизи мостового перехода.

Сбор геологической информации осуществляется на участке долины реки с включением прилегающих частей коренных склонов и охватывает все варианты перехода.

Масштаб съемки в простых геологических условиях следует назначать 1:10 000 – 1:25000, а в сложных – 1:1000 или 1:5000. Для этого используется плановый материал в горизонталях, составленный изыскателями в результате топографо-геодезических работ.

Ширина полосы съемки – 200-300 м по обе стороны от оси перехода.

Геологическое строение речных долин, особенно крупных рек, изучалось в нашей стране в связи с многими нуждами экономики. Имеющиеся литературные и архивные данные должны быть использованы при изысканиях мостового перехода, чтобы избежать излишнего объема полевых работ.

По степени геологической изученности речные долины делятся на три категории: неизученные долины, слабо изученные, изученные. В соответствии с геологической изученностью и типом долин по геологическому строению назначается число и глубина выработок по створу перехода. По каждому варианту мостового перехода закладывают не менее 3-х скважин.

Различают пять типов долин:



1) долины с мощностью аллювия до 10 м при расположении на уровне заложения фундаментов опор мостов несжимаемых горных пород или слабосжимаемых – галечника, гравия или крупнозернистого песка.

2) долины с мощностью аллювия от 10 до 20 м при расположении на уровне заложения фундаментов опор средне- и мелкозернистых песков, т.е. пород, обладающих быстро прекращающимися, незначительными по величине просадками.

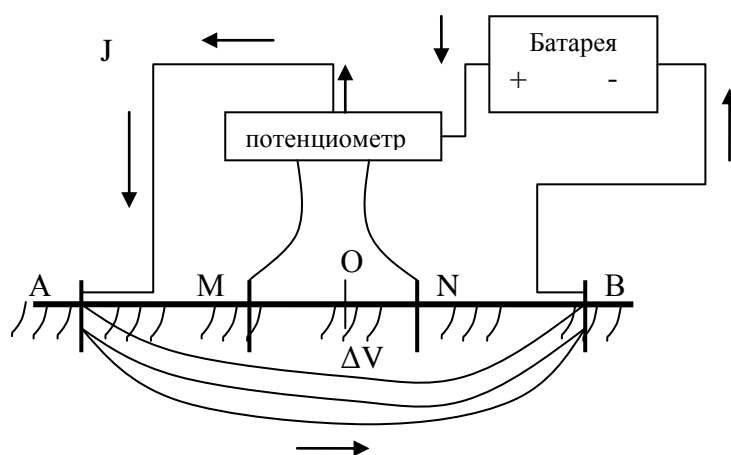
3) долины с мощностью аллювия от 10 до 20 м при расположении на уровне заложения фундаментов опор суглинков или глин в пластичном состоянии, обладающих затяжными во времени, значительными по величине просадками.

4) долины с мощностью аллювия до 20 м неоднородного состава по высоте и по длине мостового перехода.

5) долины с мощностью аллювия более 20 м при неоднородных просадочных грунтовых напластованиях как по высоте слоя аллювия, так и по длине участка перехода.

При предварительных инженерно-геологических исследованиях рекомендуется использовать применение электроразведки с заложением небольшого количества скважин, необходимых отчасти для контроля результатов электрообследования, а в основном для получения физико-технической характеристики грунтов. Электроразведочные обследования характеризуются высокой производительностью и незначительной стоимостью работ. Используемое оборудование несложно и легко транспортируется: для проведения работ необходимо иметь измерительный прибор (потенциометр), две катушки с проводом, источник тока в виде сухих батарей и металлические заземлители. Отряд состоит из одного инженера-геофизика и 2-3 рабочих.

Сущность метода сопротивлений как основного из всех методов



электроразведки состоит в том, что через грунты пропускается постоянный электрический ток, а на поверхности земли измеряется сопротивление обследуемых грунтов. Зная величину сопротивления, можно не вскрывая грунтовые напластования, определить, какая и на какой глубине залегает порода.

Обследование обычно сводится к вертикальному электрическому зондированию (ВЭЗ). В двух удаленных друг от друга точках А и В при помощи металлических стержней (питающих электродов) в землю вводится по проводам от батареи электрический ток, сила которого измеряется специальным прибором. В двух других точках М и N, лежащих симметрично относительно середины линии АВ и сравнительно

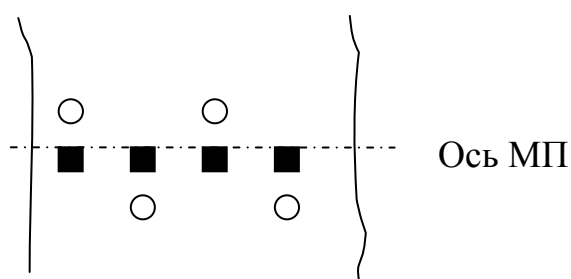
близко к ней измеряется разность потенциалов. На основании этих данных по формуле, близкой формуле закона Ома, вычисляется сопротивление грунта.

Глубина зондирования зависит от глубины проникновения тока и определяется расстоянием АВ. Если проводить измерения, увеличивая расстояние АВ, то ток все глубже будет проникать в землю.

Сопротивление грунтов зависит от степени минерализации грунтовой воды, степени влажности грунтов и от их структуры.

Подробные инженерно-геологические обследования содержат те же виды работ, что и предварительные. Размещение выработок производится в зависимости от количества мостовых опор, размера и типа регуляционных сооружений, а также от однородности грунтов, залегающих в основании опор.

Выработки должны быть заложены вне периметра основания, но около каждой мостовой опоры. В обычных условиях около каждой опоры бурят по одной скважине, в сложных геологических условиях – до 3-4.



Чтобы определить продольное падение и выклинивание отдельных слоев грунта, скважины закладывают в шахматном порядке.

Скважины закладывают ниже возможного положения фундамента опоры или низа свай (3 м – для скальных, до 15 м для галечных, 20 м –

песчаных, до 30 м – глинистых).

Грунтовые обследования на поймах проводят по оси трассы путем закладки 1-2 шурфов на каждый километр дороги или бурением неглубоких скважин глубиной 4-6 м.

При проведении инженерно-геологических работ собираются также сведения для прогноза естественных русловых процессов и расчета размывов. Важным фактором, определяющим величину размывов у моста, является гранулометрический состав аллювиального слоя на пойме и в русле на различных глубинах в пределах предполагаемой зоны размыва.

## 1.6 Прочие работы на изысканиях мостовых переходов

Прочие работы включают в себя:

- изучение взаимосвязи мостового перехода с другими сооружениями на реке;
- изучение условий судоходства и сплава;
- подземные и наземные коммуникации, существующие и проектируемые гидротехнические сооружения в районе перехода;
- редко затопляемые места на обоих берегах для размещения строительных площадок;

- другие сведения для организации работ (источники энергоснабжения, водоснабжения. Пути сообщения и расстояния перевозки при доставке сборных элементов, материалов, оборудования и т.д.).

### **Источники информации**

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2011. – 287 с.
2. Федотов Г.А. Изыскания и проектирование мостовых переходов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. и транспортного стр-ва. – М.: Академия, 2005. – 304 с.