

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОЛОГИИ

1.1 Понятие гидрологии и гидрометрии

1.2 Основные гидрологические и гидрометрические характеристики реки

1.3 Круговорот воды в природе

1.4 Уравнение водного баланса

1.5 Испарение

1.6 Осадки

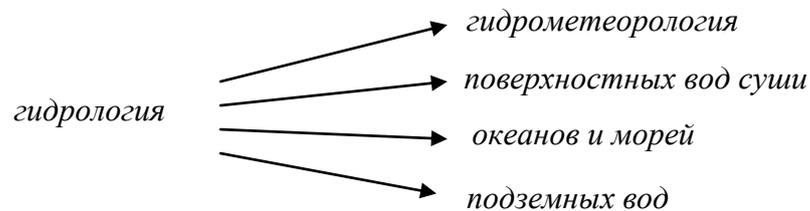
1.7 Сток

1.1 Понятие гидрологии и гидрометрии

Гидрология – это наука, изучающая природные воды, т.е. явления и процессы, в них протекающие, а также закономерности, по которым эти явления и процессы развиваются.

Гидрометрия – раздел гидрологии, в котором разрабатываются методы изучения природных вод, а также способы измерения параметров водных объектов (скорости, глубины, уровни и т.д.).

Гидрология делится на несколько разделов:



Строительство транспортных сооружений в большинстве случаев связано с применением законов движения поверхностных вод – *гидрологией суши*.

1.2 Основные гидрологические и гидрометрические характеристики реки

Для разработки проектов транспортных сооружений, подверженных действию водного потока, нужно собрать гидрологические данные, которые должны характеризовать режим водотоков. Количественные оценки элементов гидрологического режима называются *гидрологическими характеристиками*.

1. **Расход воды** - это количество протекающей воды в единицу времени (Q , м³/с) через поперечное сечение водотока. Необходимо знать расчётный максимальный расход, расход воды заданной вероятности превышения. Помимо определения расходов при высоких уровнях воды необходимо установить распределение расходов между руслом и поймами.

По расходу воды назначают размеры отверстий труб и мостов.

2. **Уровень воды** H , см. Рассматривают уровни воды характерные и расчетные. К характерным уровням относятся *уровень высоких вод (УВВ)* *уровень меженных вод (УМВ)*.

Межень – ежегодно повторяющееся сезонное стояние низких (меженных) уровней воды в реке. В умеренных и высоких широтах различают *летнюю* и *зимнюю* межень. Уров-

ни меженных вод наиболее важны для правильной организации работ по возведению мостовых сооружений.

Расчетный уровень высоких вод (РУВВ) заданной вероятности превышения.

Расчетные уровни необходимы для расчета отметок проезда по мосту, подмостовых габаритов. Необходимо иметь данные об уровнях воды, чтобы назначить отметку бровки насыпи.

3. Глубина потока. Она определяет отметки заложения фундаментов опор, влияет на величину воронки размыва у промежуточных опор моста.

4. Ледовые явления. Сооружение должно быть рассчитано на воздействие льда. Для этого надо знать *уровни ледохода и первой подвижки льда*, а также *толщину льда*. По уровням ледохода и подвижки льда рассчитывают опоры на давление льда. *Размеры ледяных полей* учитываются при назначении положения и размеров пролетов моста. Эти данные необходимы для проектирования ледорезов и организации пропуска льда. Сроки наступления ледохода необходимо учитывать во время строительства, чтобы назначить очередность и время выполнения отдельных видов работ.

5. Скорости потока и направление течения. Их значение и направление при УВВ и РУВВ диктуют глубину заложения фундаментов опор. Они влияют на укрепление подходных насыпей. Поле скоростей определяет комплекс мероприятий по управлению русловым процессом.

Для правильного размещения сооружений в плане, например, мостового перехода, необходимы данные о *направлении течения*.

6. Уклон водной поверхности - отношение разности отметок уровня воды на рассматриваемом участке к длине этого участка. *Продольные уклоны свободной поверхности и шероховатость*. Эти характеристики необходимы для определения расходов на поймах и в русле.

$$v = m \cdot i \cdot h^{2/3}, \quad (1.1)$$

где m – коэффициент ровности, i – уклон водной поверхности, h – средняя глубина потока.

$$Q = v \cdot \omega, \quad (1.2)$$

где ω – площадь живого сечения.

7. Высота и сила набегающих волн. При проектировании подходных насыпей и защитных дамб. Для обеспечения защиты откосов насыпей и дамб от волнового воздействия требуется иметь данные о *высоте и силе набегающих волн*.

8. Наносы и русловой процесс. Наличие этих сведений необходимо для правильного выбора компоновки сооружений мостового перехода, прогнозирования размывов, а значит - отметок подошвы фундаментов опор. Необходимо учитывать изменение русла реки в плане и глубины воды в поперечном профиле водотока в течение срока службы сооружения.

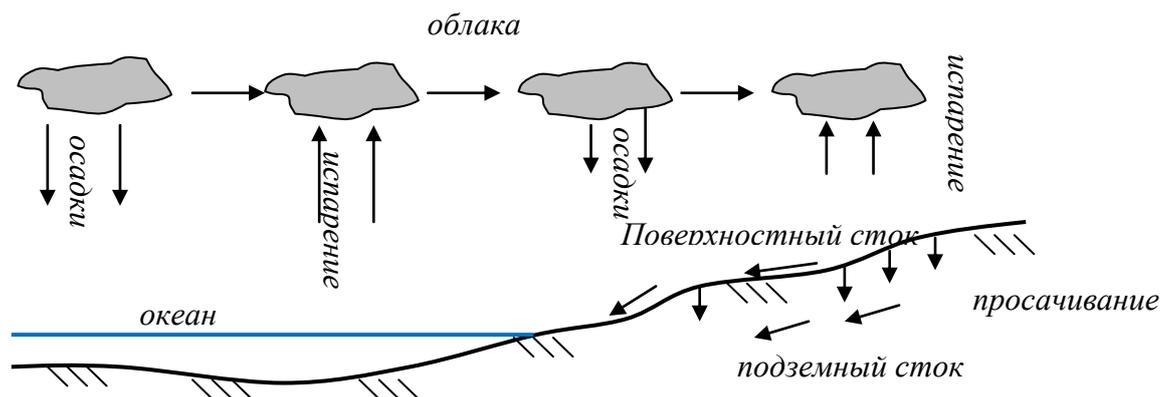
9. **Климатические характеристики.** Сведения об осадках и их годовом распределении, скорости и направлении ветров, температурном режиме используются для определения расчетных гидрологических характеристик.

Эксплуатация сооружений также зависит от гидрологических особенностей реки. Все эти характеристики получают на месте проектируемого сооружения путем непосредственных натуральных измерений, а также в гидрометеостанциях, расположенных вблизи проектируемого сооружения. Так как данные, полученные гидрометеослужбой, носят многолетний характер, то по строго определенной методике производят обработку их с целью определения максимальных, минимальных или осредненных значений.

1.3 Круговорот воды в природе

Около 70 % площади земли занимают океаны и моря. Осадки частично испаряются, частично проникают в грунт, а наибольшее их количество (до 40%) формируется в ручьи и реки.

Различают *малый круговорот* (океан – испарение – осадки - океан) и *большой круговорот* (океан – испарение - облака – осадки над сушей – поверхностный и подземный сток).



Территории, с которых вода стекает в реки, впадающие в океан, называются *сточными областями*. Территории, в пределах которых реки впадают в водоемы, не соединяющиеся с Мировым океаном, называются *бессточными областями* (Аральское, Каспийское, Байкал).

1.4 Уравнение водного баланса

Схему круговорота воды на земле выражают простым уравнением водного баланса:

$$Z_0 + Z_c = X_0 + X_c, \quad (1.3)$$

где Z_0 , Z_c – среднегодовой объем *испарений* с поверхности океанов и суши соответственно, X_0 , X_c – среднегодовой объем *осадков*, выпадающих в океан и на сушу соответственно.

Более сложную структуру имеет водный баланс отдельного речного бассейна. Там баланс нарушается из-за несоответствия надземной и подземной площадей питания, неравно-

мерности выпадения осадков в разные годы. Уравнение водного баланса для бассейна выразится уравнением:

$$X_{\text{ср}}=Y_{\text{ср}}+Z_{\text{ср}}, \quad (1.4)$$

где $X_{\text{ср}}$, $Y_{\text{ср}}$, $Z_{\text{ср}}$ – соответственно среднегодовалые величины осадков, стока и испарения.

Значения этих величин нельзя рассматривать как абсолютно неизменные, т.к. изменяется климат, на них влияют результаты деятельности человека.

При проектировании дорожных водопропускных сооружений используют уравнение водного баланса периода формирования максимального стока.

1.5 Испарение

На водный баланс оказывают влияние климатические условия. В среднем около 2/3 осадков в виде паров возвращаются в атмосферу. В результате *конденсации* водяные пары превращаются в воду.

Испарение – физический процесс отрыва молекул жидкости от ее свободной поверхности. Оно как результат теплового движения молекул определяется температурой воды, температурой и давлением паров над ее поверхностью.

Как показали измерения, испарение с суши идет значительно медленнее, чем с поверхности водоема

1.6. Осадки

Количество осадков, выпадающих в том или ином районе, зависит:

- от широты местности,
- расстояния от океана (о мере удаления от океана количество осадков уменьшается),
- высоты над уровнем моря (с увеличением высоты местности оно возрастает до некоторого предела, а затем опять падает)
- наличие леса увеличивает количество осадков (т.к. лес способствует вертикальному движению воздуха, образованию облаков и увеличению испарения)
- рельефа местности (массы воздуха, поднимаясь вдоль склонов гор, охлаждаются и конденсируют влагу).

По своей природе наблюдают три типа осадков:

- *циклонические*, которые образуются у линии пересечения поверхностей раздела областей теплого и холодного воздуха с поверхностью земли;
- *конвективные*, образующиеся за счет конденсации влаги в верхних слоях атмосферы;
- *орографические*, образующиеся в результате охлаждения теплых масс воздуха при подъеме вверх по горным склонам.

Основными характеристиками осадков являются интенсивность и продолжительность их выпадения. Осадки, как правило, неравномерны по времени их выпадения.

Интенсивность – количество осадков, выпавших за единицу времени. Их определяют толщиной слоя воды (мм/мин).

При проектировании малых мостов (длиной до 25 м) и труб необходимы данные о характере выпадения осадков в течение суток и даже часов. При проектировании больших и средних мостов достаточны сведения о годовой неравномерности осадков.

1.7 Сток

Сток – движение воды по поверхности земли, в подстилающих ее почвах и горных породах. Продолжительность его исчисляют от момента зарождения потока до впадения в океаны и моря. На этом пути часть воды уходит на испарение, а также на просачивание в грунт.

Механизм образования стока следующий:

1. Задержание воды растительностью;
2. Увлажнение почвы;
3. Насыщение поверхностного слоя и заполнение неровностей водой;
4. Инфильтрация¹ воды в верхнем слое почвы;
5. Начало движения излишков воды по склонам рельефа бассейна;
6. Начало движения воды в грунтах или подземный сток.

Процессы стока изменяются в зависимости от климата, растительности, интенсивности выпадения осадков, рельефа местности и других особенностей.

Существует несколько гипотез происхождения и пополнения подземных вод:

- *инфильтрационная гипотеза*, по которой происхождение и пополнение подземных вод происходит за счет инфильтраций атмосферных осадков, талых вод, вод поверхностных водоёмов и водотоков. Впервые была высказана М. Витрувием Поллио в I веке до н.э.;

- *ювенильная гипотеза* [лат. Juvenalis - юный] объясняет происхождение подземных вод как результат её выделения при остывании и дегазации магмы.

¹ Инфильтрация [лат. in (в) + filtration (процеживание)] – нисходящее движение свободной (гравитационной) воды в ненасыщенных ею грунтах по порам.