**Оглавление**

1. Общие вопросы

1.1 Описать водные ресурсы Земли

1.2 Описать взаимодействия потока, русла и транспортных сооружений

1.3 Назвать основные гидрологические характеристики водных потоков и методы их определения

1.4 Описать движения наносов и русловые процессы

1.5 Описать методы инженерных гидрометрических изысканий на водотоках

2. Вопросы по варианту (Вариант № 3)

3. Задачи по варианту (Вариант № 10)

Литература

Приложение № 1 20

1. **Общие вопросы**

вода поток русло расчет

* 1. **Описать водные ресурсы Земли**

Водными ресурсами Земли называют воды, пригодные для практического использования. К ним относятся почти все воды земного шара – речные, воды озёр, морские, подземные, почвенная влага, лёд горных ледников и полярных «шапок», а также водяные пары атмосферы – исключение составляют только воды, физически или химически связанные с минералами или биомассой.

Однако с точки зрения водообеспечения к водным ресурсам следует относить лишь те природные воды, которые могут быть использованы на данном уровне развития техники при конкретном состоянии водного источника. Самыми ценными для хозяйства и потребностей человека являются пресные воды суши.

На практике водными ресурсами называют запасы поверхностных и подземных вод какой-либо территории.

* Водные ресурсы распределены по поверхности Земли весьма неравномерно – так, наибольшим количеством пресной воды располагают Южная Америка и Австралия; при этом густонаселённые и имеющие значительный потенциал развития страны Азии испытывают всё более острый дефицит пресной и, особенно, пригодной для питья воды. Запасы пресной воды на Земле оцениваются в 35 млн. км3 , что составляет не более 2,5 % от общих запасов воды на Земле; при этом пресные воды рек, наиболее широко используемые в деятельности человека, составляют лишь 0,006 % от всех запасов воды.

Для удовлетворения хозяйственных нужд человека издревле используются различные приёмы искусственного регулирования речного стока – такие, как строительство плотин и создание водохранилищ; постройка искусственных водоёмов (прудов и озёр), наполняемых в период половодья и весеннего таяния снега и т.д. Однако зачастую это связано с различными негативными явлениями – затопление и вывод из хозяйственной деятельности значительных территорий, ухудшение качества воды, засорение и заболачивание берегов водохранилищ и малых рек, загрязнение рек и гибель значительной части водной фауны.

Общая полная емкость эксплуатируемых водохранилищ мира примерно 5000 км3 (полезный объем 2000 км3). Это приблизительно равно 11% объема годового стока с поверхности суши. Объем (емкость) воды в водохранилище, заключенный между минимальным и максимальным уровнями воды во время обычных эксплуатационных условий, называется полезным объемом.

На втором месте по интенсивности использования находятся грунтовые воды и на третьем – воды озер, содержащих более 0,25% водных запасов Земли. Основной объём воды (1338 км3, или 96,5 %) содержится в Мировом океане, занимающем более 71% площади земного шара, но это соленая и непригодная для большинства хозяйственных и технологических процессов вода. Для её использования её следует опреснить.

Для изучения водных ресурсов отдельных государств и общемировых водных ресурсов, упорядочения сведений о них и предупреждения их нерационального использования создан и регулярно обновляется свод данных учёта вод по количественным и качественным показателям – так называемый водный кадастр; для использования в науке, строительстве, прочих видах хозяйственной деятельности издаются каталоги водных ресурсов, методические и нормативные издания.

**1.2 Описать взаимодействие потока, русла и транспортных сооружений**

Совокупность процессов взаимодействия между водным потоком и руслом называют русловым процессом. В каждый момент времени скорость и направление потока воды определяется формой русла; в условиях размываемого русла (если скорости выше размывающих) происходит изменение формы, углубление русла – сечение потока растёт, а скорость падает. В случае, если скорости ниже размывающих, происходит отложение наносов, обмеление русла и рост скорости.

В естественных условиях русловой процесс зависит от расхода воды и его изменения во времени, расхода и крупности наносов, определяется рельефом, структурой и расположением геологических пластов, наличием растительности. Под влиянием хозяйственно деятельности человека русловые процессы меняются – как правило, при постройке транспортных или гидротехнических сооружений живое сечение реки сужается, изменяются глубины на отдельных участках створа, также изменяется шероховатость берегов. В результате этих изменений происходят деформации русла.

При стеснении потока под мостами интенсивность руслового процесса и развитие деформаций зависти от степени такого стеснения. Самыми опасными деформациями следует признать местные размывы у опор моста и регуляционных сооружений, нарушающие их устойчивость. Для предупреждения развития нежелательных деформаций следует изучить естественные русловые процессы реки и предусмотреть минимально возможное стеснение потока и смещение сложившегося русла при строительстве. Это и является основной задачей гидрологических исследований.

При проектировании мостов их отверстия следует назначать, как правило, не меньше ширины русла под мостом, и учитывать возможность смещения русла в пределах отверстия моста и приближение его к устоям. Глубина заложения фундаментов опор должна рассчитываться из максимальных значений бытовой глубины у опоры; а при неблагоприятных условиях следует назначать большей, чем требуется только по условиям размыва.

Для расчёта максимальных глубин местного размыва разработан ряд методик, изложенных в нормативной литературе. Часто для удешевления и убыстрения строительства требуется уменьшить требуемую глубину заложения фундаментов – в этом случае проектируют различные регуляционные сооружения, снижающие интенсивность руслового процесса, а также иногда придают опорам специфические обтекаемые очертания. Метод борьбы с нежелательными деформациями русла выбирается исходя из характеристик слагающих русло грунтов и потока воды. При этом следует учитывать, что ниже моста по течению реки будет образовываться намыв из грунта, выносимого из стеснённого мостом участка русла. Такой намыв вызывает обмеление русла, может угрожать судоходству и негативно воздействовать на экосистему реки.

**1.3 Назвать основные гидрологические характеристики водных потоков и методы их определения**

Основными гидрологическими характеристиками водных потоков являются: скорости течения, уклоны; расходы воды, зависимости уровней от расходов; площадь, глубина и ширина русла и поймы в зависимости от уровней воды; а также траектории струй, льдин, судов и караванов.

Методы определения характеристик потоков различны в зависимости от того, какая характеристика определяется. Так, уровни и уклоны определяют прямым или дистанционным наблюдением на водомерных постах, скорости течения – специальными приборами (вертушками) или поплавками различной конструкции, траектории движения потока – также наблюдением за поплавками, льдинами или другими плывущими в потоке предметами. Наблюдение может вестись с помощью геодезических приборов.

Глубины потока находят погружением лотов в воду в различных точках русла, или с использованием акустической аппаратуры (эхолотов). Прочие геометрические характеристики получают прямым измерением с помощью геодезического инструмента.

Для определения расхода используют аналитический или графический методы, определив предварительно скорости и глубины на вертикалях в расчетном створе. Скорость течения воды измеряют вертушками со штанги, если глубина менее 3 м или при помощи троса с грузом.

**1.4 Описать движения наносов и русловые процессы**

Речными наносами называют твердые минеральные частицы вне зависимости от размера, переносимые потоком воды и образующие при определённых условиях отложения. Интенсивность образования, переноса и отложения наносов зависит от энергии текущей воды и характера слагающих русло пород. При этом чаще всего размыв наблюдается в верхнем течении рек, а отложение (аккумуляция) – в нижнем течении.

Наносы можно разделить по характеру их перемещения и отложения на донные и взвешенные. Донные наносы – это наиболее крупные частицы, которые перемещаются без отрыва от дна (влекомые) или с отрывом на короткое время (полувзвешенные). Такие наносы являются рельефообразующими и в значительной степени формируют русло потока.

Взвешенные наносы – совокупность наиболее мелких частиц грунта, долгое время находящихся во взвешенном состоянии и перемещающихся со скоростью, близкой к скорости течения. Наибольшая концентрация этих частиц наблюдается в придонном слое. Степень насыщения воды частицами наносов определяется мутностью воды, кг/м3 (концентрацией). Этот показатель зависит от энергии потока и значительно изменяется как по длине реки, так и по ширине и по вертикали.

Зная распределение мутности воды и скорости потока в каком-либо створе, можно определить расход наносов, то есть количество наносов, переносимое потоков в единицу времени; а также транспортирующую способность потока – количество переносимых наносов определённого зернового состава без деформаций дна. Таким образом, транспортирующая способность потока равна максимальному расходу наносов, при котором их осаждение и взвешивание уравновешены, а средняя мутность потока постоянна.

При сравнительно крупных размерах частиц и значительной скорости потока начинается массовое перемещение наносов по дну, при этом образуются так называемые микроформы – несимметричные образования, похожие на рябь на поверхности воды. Они могут быть с короткими криволинейными гребнями (рифели) или с длинными прямыми (плоские гряды). Их образование обусловлено появлением вихревых зон в потоке за случайными неровностями дна, которые вызывают разрежение и появление подъемной силы на поверхности дна. Частицы грунта дна поднимаются и образуют микрогребень, что вызывает дальнейший рост подъёмной силы и развитие неровности, некоторые взвешенные частицы переносятся ниже первичного рифеля и образуют новую неровность. Процесс можно отчётливо наблюдать на песчаной отмели при небольших скоростях течения. При увеличении скорости размеры рифелей растут, вихревые зоны увеличиваются и начинается массовое взвешивание частиц, что приводит к образованию плоских гряд.

При интенсивном развитии гряд образуются мезоформы – неровности, по размерам сравнимые с размерами русла и могущие занимать как его часть, так и всё русло целиком. При падении уровня воды такие отложения могут образовывать полузатопленные или затопленные острова (осерёдки), мели, косы-побочни и т.д. При больших расходах и скоростях течения длины гряд могут достигать порядка ширины русла, а расстояния между ними – нескольких километров.

При бурном потоке со значительной турбулентностью могут формироваться крупные симметричные синусоидальные структуры, находящиеся в фазе с волнами на поверхности потока. При этом частицы с «подветренного» склона вышележащей гряды переносятся на «наветренный» склон нижележащей, и гребни гряд «ползут» вверх по течению. Такие формы называют антидюнами.

Совокупность всех процессов взаимодействия потока и русла называют русловым процессом. В это понятие входит образование и переформирование русла, движение наносов с образованием зон размывов и аккумуляции, смещение русла под действием потока и изменение характеристик потока под действием русла. При любых видах строительства на реках следует тщательно изучить русловой процесс в естественных условиях чтобы избежать нежелательных последствий строительства и предусмотреть мероприятия по их снижению в проектных решениях.

С помощью разработанной в первой половине ХХ века гидроморфологической теории русловых процессов все эти процессы были разделены на несколько типов, и рассмотрена взаимосвязь между ними, а также последствия, к которым приводит то или иное развитие процесса. Для практического применения выведена методика расчёта русловых деформаций, которые будут наблюдаться при том или ином изменении руслоформирующих факторов или режима течения.

**1.5 Описать методы инженерных гидрометрических изысканий на водотоках**

Гидрометрические инженерные изыскания на водотоках выполняются с целью определения основных гидравлических параметров – скоростей течения, уклонов, шероховатостей, зависимости уровней воды от расходов; площадей, глубин и ширин русла и пойм в зависимости от уровней воды; траекторий движения льдин, струй, судов и караванов. Эти сведения представляют практическую ценность при проектировании переправ через водотоки, организации водного транспорта, проектировании гидротехнических сооружений, планировании водоснабжения и проч. Обычно гидрометрические наблюдения на водотоках и водоёмах совмещают с метеорологическими наблюдениями.

В состав экспедиционных гидрометрических работ входят наблюдения за колебаниями уровней воды, выбор и подготовка гидрометрического створа, измерение уклонов водной поверхности, глубин, скоростей и расходов; наблюдения за направлением движения струй потока и предметов, находящихся в воде. В зависимости от того, какие данные необходимо получить, могут использоваться различные методы изысканий и наблюдений.

Широко распространён такой метод, как измерение уровней. Оборудованное для этих работ место называют водомерным постом. В связи с большой продолжительностью исследований условную плоскость, от которой начинают отсчёт, располагают ниже возможного наинизшего уровня воды, чтобы отсчёты всегда были положительными. Эта плоскость называется нулём графика водомерного поста. Отсчёт снимают дважды в сутки на реках и четырежды в сутки – на морях (в периоды паводков и половодий, а также сгонных и нагонных явлений на море – чаще).

Водомерные посты могут быть постоянными и временными. По конструкции посты подразделяют на простые (реечные, свайные) и передаточные (автоматизированные, неавтоматизированные, с самописцами, с дистанционным управлением и т.п.). Любой водомерный пост оборудуется основными и контрольными реперами, устраиваемыми вне зоны затопления и позволяющими проверять высотное положение измерительных устройств.

Иногда измерительное устройство устанавливают в специальном котловане, соединённом с водоёмом или рекой каналом – для защиты от набегания волн, искажающих показания. Для этой же цели поплавки самописцев размещают в колодце или трубе, соединённых с морем и исключающих воздействие волнового колебания уровня.

Очень часто водомерные посты обустраивают на существующих гидротехнических или транспортных сооружениях – мостах, плотинах, водозаборных станциях, причалах и т.д.

Для определения уклона свободной поверхности воды в реках используют метод устройства выше и ниже основного поста дополнительных, так называемых уклонных постов, расстояние между которыми может составлять 100…8000 метров (в зависимости от требуемой точности измерений) и отсчитывается по линии наибольших глубин. По разности уровней в верхнем и нижнем створах определяется уклон.

По результатам наблюдений на постах составляются таблицы и строятся графики изменения уровней во времени, а также вычисляют различные специфические показатели (кривые повторяемости и обеспеченности, модальный и медианный уровни, высший и низший годовые уровни, уровни ледостава и вскрытия ледяного покрова и т.д.).

Для определения глубин и рельефа дна водных объектов используют метод промеров. По результатам промерных работ составляют планы для водного объекта в изолиниях или изобатах, определяют площади поперечного сечения реки или водоёма и (в последнем случае) рассчитывают объём воды. Также такие работы ведут для нужд судоходства, при проектировании и эксплуатации гидротехнических сооружений, при исправлении береговых линий и защите от водной эрозии.

Измерения глубин проводят в отдельных точках или же непрерывно по профилю дна. Точки промера глубины обычно располагают в выбранном створе; плановое положение привязывают к геодезической сети. Измерения, как правило, производят на больших площадях или протяжённых участках реки, из-за чего сроки таких работ могут быть значительными. Чтобы учесть влияние изменения уровня воды во времени, результаты приводятся к единому мгновенному (так называемому условному) уровню, за который принимают наинизший уровень за период производства промерных работ (для рек) или наинизший теоретически возможный для морей.

Способ измерения глубины может быть механический или акустический. Для первого используются намётки, ручные или механические лоты; поправка к измерениям рассчитывается с помощью угломера – прибора для определения угла наклона троса к поверхности воды; акустические способы основаны на явлении отражения ультразвуковых импульсов от дна реки или водоёма. По разности времени между подачей импульса и приёмом отражённого сигнала рассчитывается глубина; при этом предварительно следует определить температуру и солёность воды для расчёта поправок.

Промерные работы могут вестись по поперечникам, продольникам или «косым галсам» на так называемых промерных вертикалях. Координирование выполняется с помощью геодезического инструмента с берега; либо засечками с судна ориентиров на берегу.

Измерения скоростей течения воды могут выполняться различными способами и приборами. В целом способы измерения течений можно разделить на поплавочные, при которых наблюдение ведут за плавающими на воде предметами (поплавками) и вертушечные, когда скорость определяют в фиксированной точке по давлению потока воды на лопастные винты приборов.

Поплавочные способы дают пространственную картину течений в виде линий тока – траекторий движения поплавков. Вертушечный способ позволяет определить направление и значение вектора скорости в конкретной точке.

Широкое распространение получили свободно плавающие поплавки, подразделяемые на поверхностные и глубинные. Для лучшей видимости на них закрепляются влажки, а внизу крепится на тросе груз для снижения влияния ветра и большей устойчивости. Глубинные поплавки состоят из двух соединённых тросом частей и применяются для определения скорости на заданной глубине.

Для измерения скорости поплавками на берегу разбивается магистраль и 4 створа на нормали к течению, расстояние между ними точно измеряется. Поплавки выпускают по очереди и определяют при похождении створа расстояния до магистрали с помощью геодезического инструмента. Зная время прохождения поплавка от створа до створа находят максимальную скорость, а при замерах на разных расстояниях от магистрали строят эпюру скоростей по ширине реки.

Для измерений вертушечным способом используются специальные гидрометрические вертушки, состоящие из рабочего колеса, корпуса, счётного механизма, флюгера и указателя направления течения (для морских вертушек). Зная число оборотов рабочего колеса за определенное время можно по тарировочным кривым вычислить скорость течения. При этом замеры можно выполнять как точечным, так и интеграционным способом (для вычисления средней скорости по какому-нибудь направлению). Так, для измерений по вертикали ведут замеры в 5 точках – на поверхности, на 0,2; 0,6; 0,8 глубины и у дна. Измерения ведут во всех переломных точках профиля дна, а если расстояние меж ними более 30 метров – то и в промежуточных точках. Время 1 измерения – не менее 100 с, а на горных реках и у дна может достигать 10 мин.

По результатам измерений скоростей на каждой вертикали строят эпюру скоростей. Распределение скоростей по живому сечению наглядно представляют линиями равных скоростей – изотахами. Полученные при измерениях характеристики потока позволяют определять расход воды.

Расход воды в реке численно равен произведению скорости потока на площадь его сечения. Гидрометрический метод определения расхода основан на вычислении его по измеренным глубинам и скоростям или по уклону и площади. Чаще применяют первый способ, называемый «скорость-площадь»; при этом на практике интегрирование по площади заменяют суммированием и расход вычисляют аналитически либо графически.

Для реализации метода находят и закрепляют гидрометрический створ, по возможности там, где поток установился равномерным и параллельно-струйным, без поперечных уклонов и водоворотов, с гидродинамической осью, параллельной берегам; перпендикулярный к гидродинамической оси и берегам. На период работ должна быть обеспечена возможность выполнения замера глубин и скоростей по всему створу. Чаше всего устраивают перетяжку через русло непосредственно с берега на берег или пилоны на берегах.

Перетяжка состоит из двух нитей, одна из которых с расположениями через 5, 10, 50 и 100 м сигнальными флажками служит для определения положения вертикали. Другую нить используют для перемещения плота или лодки с вертушкой от вертикали к вертикали (на горных реках перемещают люльку с вертушкой).

Если невозможно устроить перетяжки, рекомендуется вертикали на гидростворах опознавать с помощью веерных створов, расположенных выше или ниже гидроствора на хорошо видимых с реки берегах и оборудованных створными и веерными знаками.

Закрепленный створ нивелируется, затем в нём промеряются глубины. Если изыскания ведутся зимой, то глубины можно промерять со льда, фиксируя и его толщину. По результатам промеров назначают скоростные и промерные вертикали и определяют на этих вертикалях параметры потока, после чего вычисляют расход.

Также для решения специфических задач измеряют расход наносов, содержание растворённых в воде веществ; наблюдают за волнением в береговой зоне, ведут наблюдения за ледовым режимом. Такие изыскания, как правило, ведут в интересах навигации, а также при составлении прогнозов прохождения паводков, проектировании паромных и наплавных переправ, расчётах возможности размывов береговой линии, плотин и дамб и обоснованиях методов защиты от размывов.

**2.Вопросы по варианту № 3**

**Раскрыть понятие водного объекта.**

Водными объектами называются места постоянного сосредоточения воды на поверхности суши в формах ее рельефа либо в недрах, имеющие границы, объем и черты водного режима – океаны, моря, реки, озера, болота, водохранилища; а также подземные воды, воды каналов, прудов и др., (напр., в виде снежного покрова).

Водные объекты классифицируются по видам и признакам – так, из мирового океана выделяют его 4 крупнейшие части, ограниченные материками (Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны). В каждом из океанов выделяют моря – обособленные обширные районы, имеющие свой гидрологический режим под влиянием местных условий и ограниченного водообмена с прилегающим океаном. Моря подразделяют на внутренние (средиземные и полузамкнутые), окраинные и межостровные. Более мелкие элементы океана – бухты, заливы и проливы. Залив с впадающей в него большой рекой может называться губой или лиманом.

Естественные водоёмы с замкнутым водообменном, образованные при заполнении водой впадин на поверхности Земли, называются озёрами. Озёра могут быть сточными или бессточными (вторые, как правило, не являются пресными).

Водные объекты суши сравнительно больших размеров и текущие в разработанном русле (пониженной части долины) называются реками. Реки классифицируют по размерам собственно реки и площади водосбора, выделяя большие, средние и малые реки. Важнейшая характеристика реки – сток, т.е. количество протекающей воды за определённый отрезок времени.

Кроме водных объектов естественного происхождения, существуют и искусственные объекты – водохранилища, пруды, искусственные озёра, отличающиеся друг от друга параметрами, конфигурацией, характером регулирования, режимами сброса и накопления, значением, степенью воздействия на естественные экосистемы.

**Каковы характерные отличия половодий от паводков.**

Половодьем называют ежегодно повторяющийся в одно и то же время период, характеризующийся продолжительным и высоким подъёмом уровня воды в реках или наибольшей водностью (расходами). На равнинных реках половодье возникает в результате весеннего снеготаяния, на горных – летнего таяния ледников; соответственно образуется весеннее или летнее половодье.

Паводок, в отличие от половодья, возникает нерегулярно и характеризуется быстрым и сравнительно недолгим подъёмом уровня в каком-либо фиксированном створе реки и столь же быстрым спадом. Причинами паводка могут быть обильные дожди или интенсивное и кратковременное снеготаяние в период зимней оттепели. При паводке зачастую подъём уровня и увеличение расхода воды превышает уровень и наибольший расход в половодье.

**Дать понятие геометрической и гидравлической крупности наносов.**

Геометрическая крупность наносов – размер частиц наносов, переносимых потоком или осаждающихся из него, измеряется в единицах длины.

Гидравлическая крупность наносов – скорость осаждения частиц наносов в спокойной воде, измеряемая в м/с. Вычисляется по формуле:

щ=н/d\_e [-K\_1+√(K\_1^2+l∙(d\_e^3∙g)/н∙с')]

Где – эквивалентный размер частиц, м; К1 и l – безразмерные постоянные (для сферических частиц К1=27,27; l=3,03), н – кинематическая вязкость, м2/с, зависящая от температуры воды, Gpar – вес частицы в воде, Н; с’=(сpar – сw)/сw – относительный вес частиц наносов в воде.

**Описать взаимодействие потока, русла и мостовых переходов.**

При взаимодействии потока и русла происходит взаимное влияние их друг на друга, называемое русловым процессом. Поток размывает русло и деформирует его, перенося размытую взвесь в виде наносов и откладывая их там, где скорость течения становится ниже. Деформации русла, в свою очередь, влияют на режим движения потока, изменяя его скорость, направление и уровни воды.

При возведении мостового перехода естественно сформировавшийся русловой процесс нарушается как при строительстве, так и в эксплуатации. Построенный объект вызывает сужение русла и стеснение потока, вследствие чего изменяется режим движения потока, возникают новые зоны размыва и зоны аккумуляции наносов. При обтекании одной или нескольких опор потоком возникают деформации потока, изменение направления движения струй как перед препятствием, так и за ним, что вызывает местные размывы и может нарушать устойчивость опор и угрожать размывом и оползанием насыпей подходов.

**Какие существуют гидрометрические методы измерения и определения скорости течения воды.**

Для измерения и определения скорости течения воды существуют два основных метода – поплавковый и вертушечный. Поплавковый метод основан на отслеживании движения предмета, опущенного в поток (поплавка) с помощью приборов или невооруженным глазом. Поделив пройденное поплавком расстояние на время наблюдения, получают скорость потока. Для определения скоростей на определённой глубине используют специальные глубинные поплавки, состоящие из двух связанных меж собой частей. Верхний поплавок служит для наблюдения, нижний перемещается потоком на заданной глубине.

Вертушечный способ связан с использованием гидрометрических вертушек, частота вращения рабочего колеса которых зависит от скорости течения. Подсчитав число оборотов рабочего колеса за определённое количество времени определяют число оборотов в единицу времени и по тарировочной кривой определяют скорость потока.

**3. Задачи по варианту № 10**

**Задача № 1**

По исходным данным построить эпюру скоростей и определить среднюю скорость движения воды в расчётном створе.

Исходные данные для расчётов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Расстояние от базиса до промерной вертикали, м | Глубина промерной вертикали, м | Расстояние от базиса до скоростной вертикали, м | Скорость между скоростными вертикалями, м/с |
| 16 | 0 | 30 | 0,38 |
| 30 | 1,1 | 50 | 0,41 |
| 50 | 1,6 | 70 | 0,43 |
| 75 | 2,4 | 90 | 0,56 |
| 90 | 3,8 | 120 | 0,70 |
| 150 | 4,4 | 150 | 0,75 |
| 190 | 2,7 | 190 | 0,68 |
| 210 | 2,3 | 210 | 0,50 |
| 240 | 1,5 | 240 | 0,41 |
| 270 | 0 | 260 | 0,30 |

Решение:

Эпюра скоростей приведена в Приложении № 1. Для расчёта средней скорости движения воды следует вычислить площадь эпюры скоростей суммированием площадей между скоростными вертикалями, и поделить на ширину створа (см. Табл. 1)

Таблица 1 Подсчёт площади эпюры скоростей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер скоростной вертикали | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Расстояние между скоростными вертикалями, м | 14,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 30,0 | 30,0 | 40,0 | 20,0 | 30,0 | 20,0 | 10,0 |
| Скорость на скоростной вертикали, м/с | 0,00 | 0,38 | 0,41 | 0,43 | 0,56 | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,50 | 0,41 | 0,30 |
| Площадь эпюры скоростей между скоростными вертикалями, м2/с | 2,66 | 7,90 | 8,40 | 9,90 | 18,90 | 21,75 | 28,60 | 11,80 | 13,65 | 7,10 | 1,50 |
| Суммарная площадь эпюры скоростей, м2/с | 132,16 |

Ширина створа равна 254 м, тогда средняя скорость движения воды:

Vср=Sэп/В=132,16/254=0,520 м/с

**Задача № 2**

По тем же исходным данным построить поперечный профиль расчётного створа и определить в нём расход любым методом.

Решение:

Поперечный профиль расчётного створа приведён в Приложении №1. Для определения расхода в поперечном створе следует найти площадь живого сечения суммированием площадей, заключенных между промерными вертикалями (см. Табл. 2)

Таблица 2 Расчёт площади живого сечения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер промерной вертикали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Расстояние между промерными вертикалями, м | 14,0 | 20,0 | 25,0 | 15,0 | 60,0 | 40,0 | 20,0 | 30,0 | 30,0 | --- |
| Глубина на промерной вертикали, м | 0,0 | 1,1 | 1,6 | 2,4 | 3,8 | 4,4 | 2,7 | 2,3 | 1,5 | 0,0 |
| Площадь сечения между промерными вертикалями, м2 | 8,8 | 27,0 | 50,0 | 46,5 | 246,0 | 142,0 | 50,0 | 57,0 | 22,5 |  |
| Площадь сечения, м2 | 649,8 |

Расход в расчётном створе равен:

Q=Vcp·щ=0,52·649,8=337,9 м3/с

**Задача № 3**

Используя результаты решения задач №№ 1 и 2 определить коэффициент шероховатости русла с уклоном i=0,00009. По числовому значению коэффициента шероховатости описать поверхность русла (использовать при описании «Справочник по гидравлическим расчётам»).

Решение:

Для вычисления коэффициента шероховатости следует вычислить гидравлический радиус, который будет равен:

R=щ/ч , где ч – смоченный периметр канала. Для русла, в котором ширина во много раз больше глубины, можно принять приближённо

ч=В=254 м, тогда R=649,8/254=2,56 м.

Определим коэффициент Шези из формулы Шези:

Vcp=C·√R·i ; отсюда С= Vcp/√R·i=0,52/√2,56·0,00009=34,26 м0,5/с

Выразим коэффициент Шези через формулу Маннинга:

С=1/n·R1/6; отсюда n=R1/6 / С=0,03414.

Согласно данным «Справочника по гидравлическим расчётам», такой коэффициент шероховатости характеризует русло как большой земляной канал, в условиях содержания ниже среднего.

**Список использованной литературы**

1. Гидрология и гидротехнические сооружения: Учебн. для ВУЗов/ Под ред. Г.Н. Смирнова. – М.: Высш. школа, 1988. -472 с.
2. Дорожно-мостовая гидрология: Справочник/ Под ред. Б.Ф. Перевозникова. – М.: Транспорт, 1983. -200 с.
3. Г.В. Железняков. Гидрометрия: Учебник для ВУЗов. – М.: «Колос», 1972. -255 с.
4. Н.М. Константинов. Гидрология и гидрометрия: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Высш. школа, 1980. -199 с.
5. А.А. Лучшева. Основы гидравлики и гидрометрии: Учебное пособие для техникумов. – М.: Недра, 1989. -174 с.
6. М.А. Михалев. Инженерная гидрология. Загрязнение вод суши. Математические основы гидрологических расчётов: Учебн. пособие. – С.-Пб.: Изд-во СпбГТУ, 1995. -96 с.
7. Справочник по гидравлическим расчётам / под ред. П.Г. Киселёва. – М.: Энергия, 1974. -312 с.