ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС
УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

ТКП 17.10-24/1-2010 (02120)

Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность

ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЕЖЕГОДНИКА

Часть 1. Реки и каналы

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць

ПРАВІЛЫ САСТАЎЛЕННЯ ГІДРАЛАГІЧНАГА ШТОГОДНІКА

Частка 1. Рэкі і каналы

Издание официальное

Минприроды

Минск

УДК **МКС 07.060** **КП 06**

Ключевые слова: гидрологический ежегодник, реки, каналы, уровень воды, расход воды, уклон водной поверхности, мутность воды, гранулометрический состав, температура воды, ледовые явления, озеро, водохранилище.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр»

ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 24.12.2010 г. № 12-Т

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой в Республике Беларусь Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6.,Ч.Ш. «Составление и подготовка к печати гидрологического ежегодника», Гидрометеоиздат, 1958; Методических указаний по ведению государственного водного кадастра. Разд.1. Поверхностные воды. Вып.3. Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1979; Дополнений и изменений к методическим указаниям по ведению государственного водного кадастра. Разд.1. Поверхностные воды. Вып.3. Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1980).

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларуси

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения ……..……..……. 1
2 Нормативные ссылки ……..……..…… 1
3 Термины и определения …….. 2
4 Общие положения 2
5 Правила составления гидрологического ежегодника…….. 2
6 Правила составления общей части гидрологического ежегодника……. 6
7 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Сведения о реках, каналах и постах, данные наблюдений по которым помещены в ежегоднике» и приложения к нему 8
8 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Описания гидрологических постов и дополнения к описаниям ранее опубликованных в гидрологических ежегодниках»…….. 13
9 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Обзор режима рек»…… 15
10 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ежедневные уровни воды»…….…… 16
11 Правила вычисления стока воды…… 21
12 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ежедневные расходы воды»……..……. 82
13 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Оценка надежности подсчета стока»…… 85
14 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Измеренные расходы воды»…….…… 85
15 Правила проведения гидрологического анализа сведений о стоке воды…….. 90
16 Правила вычисления стока наносов…….. 98
17 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Мутность воды»…… 113
18 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Расход взвешенных и влекомых наносов»…… 114
19 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Гранулометрический состав и плотность наносов» …… 116
20 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Измеренные расходы взвешенных и донных наносов»…… 117
21 Правила проведения анализа и контроля результатов гидрологических наблюдений…… 118
22 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Температура воды»…… 124
23 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Толщина льда и высота снега на льду»……..…… 126
24 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ледовые явления на участке поста»…… 127
Приложение А (обязательное) Пример написания обзора режима рек……..…… 131
Приложение Б (обязательное) Коды состояния водных объектов и их обозначение в таблицах гидрологического ежегодника 135
Приложение В (обязательное) Пример сопоставления средних месячных и средних годовых значений расхода воды по р.Главной на участке А-Г…… 136
Приложение Г (обязательное) Пример составления таблицы «Мутность единичных проб воды» (таблица ТГ-21) и таблицы «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб 137

воды» (таблица ТГ-22)……
Библиография……. 139

Введение

Технический кодекс установившейся практики «Правила составления гидрологического ежегодника» разработан в развитие ст.15 Закона Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» от 9 января 2006 г. № 93-З и в соответствии с планом технического нормирования и стандартизации в области окружающей среды и природопользования на 2008 год, утвержденный Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 10 марта 2008г.

Часть 1 технического кодекса установившейся практики «Реки и каналы» разработана взамен Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6.Ч.III. «Составление и подготовка к печати гидрологического ежегодника». Л., Гидрометеоиздат, 1958, Методических указаний по ведению государственного водного кадастра. Разд.1. Поверхностные воды. Вып.3. Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1979, Дополнений и изменений к методическим указаниям по ведению государственного водного кадастра. Разд.1. Поверхностные воды. Вып.3. Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1980

Часть 2 технического кодекса установившейся практики «Озера и водохранилища» разработана взамен Методических указаний по ведению государственного водного кадастра. Разд.1. Поверхностные воды. Вып.3., Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1979, Дополнений и изменений к методическим указаниям по ведению государственного водного кадастра. Разд.1., Поверхностные воды. Вып.3. Составление и подготовка к печати изданий серии 2. «Ежегодные данные» Ч.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., ГГИ, 1980, Руководства по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах и водохранилищах. Л., Гидрометеоиздат, 1972

Части I и 2 гидрологического ежегодника помещаются в одной книге.

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность
ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЕЖЕГОДНИКА
Часть 1. Реки и каналы

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць
ПРАВІЛЫ САСТАУЛЕННЯ ГІДРАЛАГІЧНАГА ШТОГОДНІКА
Частка 1. Рэкі і каналы

Environmental Protection and Nature Use.
Hydrometeorologycal activity
The rules of hydrological annual compiling
Part 1.Rivers and canals

Дата введения 2011-03-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее - ТКП) устанавливает общие правила составления гидрологического ежегодника о режиме и ресурсах поверхностных вод (далее – гидрологический ежегодник).

Требования настоящего ТКП применяют при составлении гидрологического ежегодника в структурных подразделениях организаций гидрометеорологии государственной гидрометеорологической службы (далее - структурное подразделение).

Требования настоящего ТКП обязательны для специалистов структурных подразделений, осуществляющих подготовку гидрологического ежегодника

2 Нормативные ссылки

В настоящем ТКП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.10-08/1-2008 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 1»

ТКП 17.10-08/2-2008 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 2»

ТКП 17.10-16-2009 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрометеорологических наблюдений и работ на озерах и водохранилищах»

ТКП 17.10-17/1-2009 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений на реках и каналах. Часть 1»

ТКП 17.10-17/2-2009(02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений на озерах и водохранилищах. Часть 2»

Издание официальное

ТКП 17.10-24/2-2010 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления гидрологического ежегодника Часть 2 «Озера и водохранилища»

СТБ 17.06.01-01-2009 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Использование и охрана вод. Термины и определения»

ГОСТ 19179–73 Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 19185–73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим ТКП целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.
Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим ТКП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем ТКП применяют термины, установленные в ТКП 17.10-08/1, ТКП 17.10-08/2, ТКП 17.10-16, ТКП 17.10-17/1, ТКП 17.10-17/2, СТБ 17.06.01-01, ГОСТ 19179, ГОСТ 19185 [2], [3], [4] и [5], а также следующие термины и определения:

3.1 гидрологический анализ: Исследование закономерностей формирования и развития гидрологических процессов и явлений на основе учета гидрометеорологических факторов, рельефа местности, геологических условий, закономерностей стекания воды в пределах рассматриваемого водосбора и других природных условий, определяющих интенсивность развития и содержание рассматриваемых параметров и характеристик гидрологического режима.

3.2 гидрологический ежегодник: Свод обобщенных данных за уровнем и температурой воды, стоком воды и наносов, мутностью воды, толщиной льда водных объектов, ледовыми явлениями и теплозапасами водоемов.

3.3 гидрологический год: Гидрологический интервал, который включает период накопления и период расходования влаги в рассматриваемом речном бассейне.

4 Общие положения

В настоящем ТКП приводятся общие правила составления гидрологического ежегодника.

5 Правила составления «Гидрологического ежегодника»

5.1 Содержание ежегодника, его место в системе изданий Государственного водного кадастра

5.1.1 Гидрологический ежегодник подготавливается в структурных подразделениях.

5.1.2 Гидрологический ежегодник включает проверенные и обработанные результаты наблюдений на гидрологических постах (соединяющих различные водные системы или служащих для переброски стока), озерах и водохранилищах, рассчитанные характеристики водных ресурсов.

5.1.3 Издание является продолжением издававшегося ранее гидрологического ежегодника и материалов наблюдений на озерах и водохранилищах (дополнения к гидрологическому ежегоднику) и состоит из двух частей:

- «Реки и каналы»;
- «Озера и водохранилища».

5.1.4 Первая часть гидрологического ежегодника состоит из следующих разделов:

– титульный лист;
– оглавление;
– принятые сокращения;
– список гидрологических постов на реках и каналах, сведения по которым приведены в настоящем выпуске (таблица 1.1);
– схема расположения гидрологических постов;
– описание гидрологических постов и дополнений к ранее опубликованным описаниям;
– обзор режима рек;
– ежедневные уровни воды (таблица 1.2);
– ежедневные расходы воды (таблица 1.3);
– оценка надежности подсчета стока (таблица 1.4);
– мутность воды (таблица 1.9);
– расход взвешенных и влекомых наносов (таблица 1.10);
– гранулометрический состав и плотность наносов (таблица 1.11);
– измеренные расходы взвешенных и донных наносов;
– температура воды (таблица 1.12);
– толщина льда и высота снега на льду (таблица 1.13);

5.1.5 Данные наблюдений на водохранилищах по входным створам и данные учета стока на ГЭС и гидроузлах публикуются в первой части ежегодника. Данные наблюдений на ГЭС (гидроузлах) за уровнем воды, температурой воды, ледовыми явлениями и толщиной льда в верхнем бьефе (т.е. на водохранилище) публикуются во второй части ежегодника, в нижнем не подпертом бьефе - в первой части, в нижнем подпертом (каскад водохранилищ) - во второй части.

По всем остальным гидрологическим постам на водохранилищах между входным створом и ГЭС (гидроузлом) данные наблюдений публикуется только во второй части ежегодника.

5.1.6 На титульных листах таблиц даются общие пояснения содержания таблиц, методики выборки, осреднения и вычисления данных, включаемых в гидрологический ежегодник. Могут включать сведения о местных особенностях производства наблюдений и обработки материалов (для выпуска в целом или групп постов).

Частные пояснения, относящиеся к отдельным гидрологическим постам, помещаются (со знаком сноски) после всей таблицы в пояснениях к таблицам.

5.2 Организация составления и подготовки ежегодника

5.2.1 Структурное подразделение ведет планомерно обработку данных наблюдений прикрепленных гидрологических постов, ввод и обработку данных наблюдений на ПЭВМ в соответствующем программном комплексе. В результате этой обработки формируется гидрологический ежегодник, включающий данные наблюдений за один год — с 1 января по 31 декабря, за исключением данных о начале ледовых явлений и датах перехода температуры воды через заданные пределы, которые включают данные за гидрологический год, составленный по установленным формам с пояснениями к ним.

5.2.2 В гидрологический ежегодник, составляемый структурным подразделением, должны включаться данные наблюдений закрепленных гидрологических постов и гидрологических постов, не входящих в государственную гидрологическую

сеть, результаты учета стока воды на ГЭС и других гидротехнических сооружениях.

5.2.3 Структурное подразделение предоставляет составленный ежегодник редактору в срок, утвержденный в годовом плане работ структурного подразделения с приложением следующих обязательных документов и материалов (рукописная часть ежегодника):

– книжек записей гидрологических наблюдений и других полевых материалов;

– комплексных графиков данных наблюдений;

– материалов к вычислению стока воды (кривые расходов, профили, графики и таблицы коэффициентов и поправок, совмещенные хронологические графики хода уровня, температуры воды, осадков) с необходимыми пояснениями;

– материалов сопоставления вычисленных характеристик стока воды (совмещенные гидрографы, картограммы, графики связи, таблицы сопоставления);

– материалов к вычислениям стока наносов (расчетные графики связи, графики и таблицы коэффициентов, хронологические графики мутности) с необходимыми пояснениями;

– технические дела гидрологических постов;

– пояснительной записки.

5.2.4 Для использования при составлении гидрологического ежегодника в последующие годы в структурном подразделении должны храниться копии книжек гидрологических наблюдений, копия гидрологического ежегодника (таблицы и текст) за предыдущий год и копии приложений, указанные в п.5.2.3.

5.2.5 В пояснительной записке должна быть дана оценка точности сведений, приводимых в таблицах ежегодника. В частности, необходимо дать ответы на следующие вопросы:

- какие наиболее существенные мероприятия в связи с использованием водных ресурсов были выполнены, в какой мере эти мероприятия изменили режим вод, как это отражено в ежегоднике и как изменились условия работы постов {постройка плотин, каналов, мостов, углубление перекатов, расчистка русла и т. п.)?

- какие наиболее существенные отступления от ТКП были допущены при производстве наблюдений и обработке их результатов, чем это было вызвано, как отражено в ежегоднике и как эти отступления повлияли на полноту и точность сведений, приводимых в ежегоднике?

5.2.6 Редактор ежегодника, получив материалы от структурного подразделения, проводит:

– проверку исходного материала:

а) выборочную проверку книжек наблюдений;

б) занесение данных наблюдений в ПЭВМ;

– выборочную проверку табличного материала;

– анализ материала в следующих отношениях:

а) правильность применявшихся методов наблюдений и обработки их результатов;

б) точность отдельных параметров;

в) согласованность и увязка данных наблюдений, содержащихся в ранее изданных гидрологических ежегодниках;

г) правильности оформления таблиц и текстов согласно приложениям, требованиям ТКП.

5.2.8 Редактор составляет таблицы и пояснительные тексты, которых не доставало в ежегодниках, представленных структурным подразделением.

5.2.9 Редактор проводит монтаж и анализ таблиц и текста, составление общих справочно-пояснительных текстов: предисловия, списка рек, списка постов, обзо-

ра гидрологического режима, схемы расположения постов, исправлений и дополнений к предыдущим ежегодникам.

5.2.10 В состав ГВК включаются данные наблюдений всех производителей гидрометеорологической информации на реках, каналах (приравненных к рекам), озерах и водохранилищах определенных в соответствии с 5.2.2.

Результаты наблюдений производителей гидрометеорологической информации следует включать в ежегодник только в том случае, если они достаточно точно и при этом более или менее существенно дополняют, развивают или уточняют сведения о режиме вод, полученные государственной сетью постов.

Ценными в этом случае могут оказаться сведения о стоке воды и наносов, полученные на гидрологическом посту, расположенном:

- на реке, на которой вообще нет постов государственной сети;
- на реке с очень редкой государственной сетью постов, где приращение площади водосбора между соседними гидрологическими постами составляет 25% и более.

Производители гидрометеорологической информации производят наблюдения и обработку материалов в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых актов, определяющих правила проведения работ и наблюдений на реках и каналах, озерах и водохранилищах, и ежегодно передавать данные наблюдений в согласованные сроки структурным подразделениям.

Данные производителей гидрометеорологической информации включаются в систему автоматизированной обработки данных наблюдений на ПЭВМ.

В этом случае гидрологическим постам, принадлежащим таким производителям, присваиваются кодовые номера в соответствии с [6]. Запись наблюдений на гидрологических постах ведется в стандартных книжках (таблицах) наблюдений. По истечении месяца полностью заполненные и проверенные книжки (таблицы) высылаются (передаются) производителями гидрометеорологической информации соответствующему структурному подразделению, где они подвергаются критическому просмотру и заносятся в ПЭВМ.

5.3 Правила оформления титульного листа, таблиц , пояснений

5.3.1 Гидрологический ежегодник печатается на листах бумаги формата А 4.

Поля должны составлять:

- левое 3.0 см;
- правое 2.0 см;
- верхнее 1.5 см;
- нижнее 2.0 см.

В числах дробная часть отделяется от целой – точкой.

Даты записываются арабскими цифрами. День от месяца, месяц от года отделяются точкой.

Названия водных объектов и населенных пунктов указываются в соответствующих падежах.

Все таблицы ежегодника имеют фиксированную нумерацию.

5.3.2 Названия граф таблиц пишутся только на первом листе, а на остальных указываются номера граф данной таблицы.

Повторяющиеся в графах таблиц слова заменяются кавычками, если повторяются два слова, которые вписываются не в одну строку, а в две, то вместо первого повторения пишется «то же», а далее ставятся кавычки.

Годы в выводных частях таблиц пишутся полностью, если выводные характеристики приводятся за разные века в годы с повторяющимися двумя последними цифрами.

5.3.3 Таблицы гидрологического ежегодника, титульные листы и пояснения к таблицам представляются по формам программного комплекса на ПЭВМ.

6 Правила составления общей части гидрологического ежегодника

6.1 Правила составления обложки и титульного листа

6.1.1 На обложке гидрологического ежегодника указывается следующее:

- полное наименование Министерства, структурного подразделения (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 18) ;
- титул "Государственный водный кадастр" (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 20);
- наименование издания и год, за который публикуются данные (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 20);
- номер тома (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 20);
- место и год подготовки (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 18).

6.1.2 Титульный лист воспроизводит обложку ежегодника с указанием раздела и серии, частей ежегодника и их названий (шрифтом Times New Roman, размер шрифта 16). Без указания места и года подготовки.

6.2 Правила составления содержания, предисловия, принятых сокращений гидрологического ежегодника

6.2.1 Содержание ежегодника помещается после титульного листа. Номера таблиц жестко закреплены, поэтому в случае отсутствия в ежегоднике каких-либо данных наблюдений или расчетов, номера отсутствующих таблиц опускаются (без изменения нумерации остальных таблиц).

6.2.2 В предисловии к ежегоднику помещаются общие сведения о системе государственного водного кадастра, о преемственности настоящего гидрологического ежегодника, о перенесении части сведений гидрологического ежегодника в другие издания или другие формы хранения, о включении дополнительных сведений.

6.2.3 В предисловии сообщается об отсутствии тех или иных таблиц, и объясняются причины их отсутствия.

6.2.4 В предисловии перечисляются ответственные исполнители, а также структурные подразделения и другие, не входящие в государственную гидрометеорологическую службу, производители гидрометеорологической информации принимавшие участие в проведении наблюдений, подготовке и редактировании гидрологического ежегодника.

6.3 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Алфавитный список рек, каналов, озер и водохранилищ»

6.3.1 Алфавитный описок рек, каналов, водохранилищ и озер позволяет установить, имеются ли в данном ежегоднике какие-либо сведения о водном объекте.

6.3.2 Алфавитный список представлен в форме таблицы и содержит следующие графы:

- название водного объекта;
- куда впадает, принадлежит бассейну;
- номер по списку постов.

6.3.3 В графе «Название водного объекта» помещены в алфавитном порядке названия рек, каналов, водохранилищ и озер, данные наблюдений на которых приводятся в данном ежегоднике.

Для всех водных объектов после названия указывается тип водного объекта — река, протока, рукав, канал, ручей, водохранилище, озеро.

6.3.4 При расположении названий водных объектов по алфавиту следует руководствоваться следующими правилами:

– в случае, если название состоит из двух слов, например, Западная Двина, Западный Буг, то в алфавитном списке должны быть помещены на своих местах название с прямым сочетанием слов и название с обратным сочетанием со ссылкой на первое:

а) Западная Двина;

б) Двина Западная, см. Западная Двина.

– в случае, если названия объекта отличаются незначительно, то название в списке помещается только один раз: Доколька (Доколь)

– в случае, если участки одной реки имеют разные названия, то в алфавитном списке они должны быть помещены следующим образом: рядом с названием участка, признанного основным, указывается название других – Неман (в верхнем течении Неманец);

6.3.5 В графе «Куда впадает, принадлежит бассейну» алфавитного списка указываются названия водных объектов, принимающих те водные объекты, которые приведены в графе «Название водного объекта». Рядом с водным объектом в скобках указывается, с какого берега (правого или левого) впадает река, канал. При впадении с правого берега пишется (п), с левого берега (л). Графа «Куда впадает, принадлежит бассейну» заполняется только для основных названий водных объектов графы «Название водного объекта», для вторых названий в графе «Куда впадает, принадлежит бассейну» проставляется тире. В графе «Куда впадает, принадлежит бассейну» название водного объекта дается только основное, в именительном падеже.

6.3.6 В том случае, когда приток впадает в реку (канал, озеро), название которой не упоминается в графе «Название водного объекта» (потому что на нем нет постов), после нее перечисляются остальные реки, в порядке впадения, до первой реки, упоминаемой в графе «Название водного объекта» (включительно). Для озер и водохранилищ записывается принадлежность к бассейну реки. Номера озерных постов для отличия от речных начинаются с буквы "0".

6.3.7 В графе «Номер по списку постов» к основному названию объекта графы «Название водного объекта» указываются номера расположенных на нем постов по списку гидрологических постов, для вторых названий проставляется тире.

6.3.8 В тех случаях, когда в графе «Номер по списку постов» должно быть указано несколько номеров, идущих подряд, все не перечисляются, а проставляются только первый и последний номера через тире, два соседних и отдельных номера разделяются запятой.

6.4 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Схема расположения гидрологических постов»

6.4.1 Схема расположения гидрологических постов предназначается для наглядного представления о размещении пунктов наблюдений, данные наблюдений которых приводятся в данном ежегоднике.

6.4.2 В тех случаях, когда схема расположения гидрологических постов охватывает значительную территорию с густой гидрологической сетью и нанесение водоемов и озерных постов затруднено, целесообразно дать общую схему расположения водоемов с указанием их названий, а гидрологические посты показать на врезке, где для каждого водоема приводятся все пункты наблюдения.

6.5 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Исправления и дополнения к предыдущим изданиям»

6.5.1 В таблице приводятся исправления и дополнения к материалам за прошлые годы, опубликованные в гидрологическом ежегоднике за предыдущие годы.

6.5.2 Таблицы за прошлые годы, переработанные полностью, помещены в соответствующих разделах изданий, указанных в 6.5.1.

7 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Сведения о реках, каналах и постах, данные наблюдений по которым помещены в ежегоднике» и приложения к нему

7.1. «Список постов на реках и каналах, сведения по которым приведены в настоящем выпуске» (далее – список постов) представлен в форме таблицы, которой в гидрологическом ежегоднике присвоен номер 1.1.

7.1.1 Таблица 1.1 гидрологического ежегодника позволяет получить основные сведения о посте, касающиеся его местоположения, гидрографических характеристик, периода действия и принадлежности.

7.1.2 В список гидрологических постов следует включать все гидрологические посты, включая гидрометеорологические посты, не входящие в государственную гидрометеорологическую службу.

Форма списка постов включает титульный лист с пояснениями и таблицу со следующими графами:

- номер поста;
- название водного объекта;
- код водного объекта;
- местоположение (название) поста;
- код поста;
- расстояние от устья, км;
- площадь водосбора, км^2 ;
- отметка нуля поста, высота, м, система высот;
- период действия, число, месяц, год; открыт, закрыт;
- принадлежность поста.

7.1.3 На титульном листе списка гидрологических постов, перед таблицей, помещаются краткие пояснения, касающиеся:

- принятого порядка расположения названий гидрологических постов в списке;
- принятых условностей в системе нумерации гостов, а также счете и написании дат открытия и закрытия их;
- принятого знака звездочки (*) для сведений, измененных по сравнению с опубликованными в гидрологическом ежегоднике за прошлые годы.

Кроме того, на титульном листе помещаются и некоторые другие сведения.

7.1.4 В графе «Название водного объекта» списка постов приводятся основные названия водных объектов, с точным воспроизведением транскрипции, принятой в «Алфавитном списке рек, каналов, водохранилищ и озер». Названия рек надо давать в соответствии с изображением на новых (последнего издания) топографических картах. При изменении названия водного объекта в связи с его переименованием или изменением гидрографической схемы старое название следует привести рядом с новым в скобках. В алфавитном списке в таких случаях следует привести старое название со ссылкой на новое и новое со ссылкой на старое с указанием номеров постов. У старого названия дать знак сноски, а в подтабличном примечании указать, что знак сноски означает уточнение названия по новым картам. В таблице 1.1 поместить новое название реки, а рядом в скобках старое. В титульном листе таблицы 1.1 поместить сведения о происшедших изменениях гидрографической схемы или изменении названий.

7.1.5 Если на новых картах гидрографическая сеть претерпела существенные изменения, необходимо определить заново все гидрографические характеристики.

7.1.6 В списке названия водных объектов располагаются и приводится нумерация постов в соответствии с гидрографической схемой речных бассейнов по схемам, изображенным на рисунке 7.1.

7.1.7 Наиболее общей и часто встречающейся схемой является следующая:

- в графе название водного объекта таблицы 1.1 первым помещается название главной реки
- в графе местоположение гидрологического поста соответственно название самого верхнего поста на этой реке и затем названия всех других гидрологических постов на ней, по порядку сверху вниз до устья.
- после названия главной реки в графе название водного объекта помещается название самого верхнего притока главной реки
- в графе местоположение поста соответственно ему — названия гидрологических постов на этом притоке, по порядку сверху вниз.
- после названия самого верхнего притока главной реки в графе название водного объекта помещается название самого верхнего притока этого притока главной реки, а в графе местоположение гидрологического поста — название гидрологических постов на нем сверху вниз и т. д.

Описанная выше схема расположения названий объектов в списке должна выдерживаться и в том случае, когда река протекает через ряд водохранилищ, т. е. названия постов, находящихся на самих водохранилищах и их притоках, должны располагаться в списке точно так же, как следовало бы их расположить, считая водохранилища обычными участками реки.

7.1.8 Название реки, вытекающей из озера, и название ее притоков следует поместить в списке раньше, а после них поместить названия притоков, впадающих в озеро по порядку, начиная от истока вытекающей реки, в направлении движения часовой стрелки.

7.1.9 Названия осушительных каналов, входящих в состав речной сети данного бассейна, помещаются так же, как реки.

7.1.10 Название водораздельного канала, служащего для одностороннего переброса воды из одного речного бассейна в другой, следует поместить среди названий рек того бассейна, в который сбрасывается вода, считая канал притоком.

7.1.11 Название водораздельного канала, по которому осуществляется сброс воды в оба речных бассейна, соединенных каналом, следует поместить в списке среди названий рек того бассейна, из которого питается водораздельный бьеф.

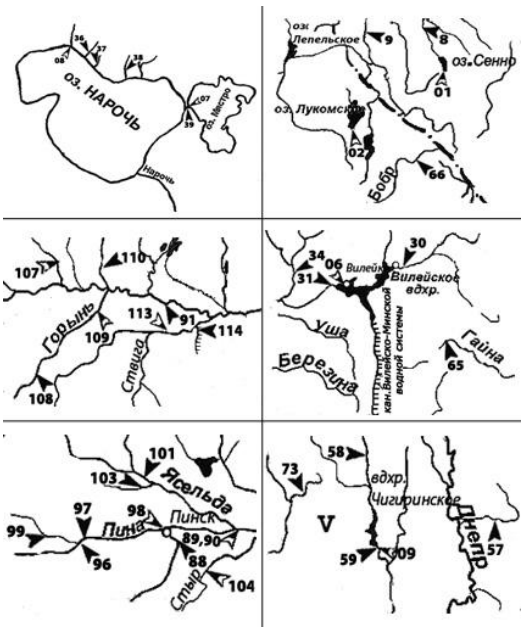


Рисунок 7.1 - Гидрографические схемы для определения порядка нумерации в списке постов

7.1.12 В графе «Код водного объекта» указывается код водного объекта в соответствии с [7].

7.1.13 В графе «Местоположение поста» указывается ближайший к гидрологическому посту населенный пункт.

Если название населенного места изменилось в том году, за который приводятся сведения в гидрологическом ежегоднике, то приводится новое название, а прежнее — после него в скобках; в последующих гидрологических ежегодниках указывается только одно современное название.

Если в том году, за который приводятся сведения в ежегоднике, водомерное устройство было разрушено, а затем восстановлено или перенесено на новое место и в обоих случаях условие согласования отметки нуля поста не выполнено, то необходимо в графе «Местоположение поста» название населенного пункта повторить и постам присвоить одинаковые номера с буквенными индексами.

7.1.14 Графа «Код поста» заполняется в соответствии с [6,7].

7.1.15 Помещаемые в таблице 1.1 расстояния постов от устья и площади водосбора должны быть согласованы со сведениями, опубликованными в предшествующих кадастровых изданиях – гидрологических ежгодниках, [8], [9], [10]. Если величины уточнены, они должны быть отмечены знаком (*).

7.1.17 Расстояние от устья приводится с точностью до 1 км, за исключением следующих случаев, когда оно указывается с точностью до 0,1 км:

- расстояние до устья меньше 10 км,
- расстояние между соседними постами меньше 1 км, независимо от величины расстояний их до устья.

Площадь водосбора для гидрологических постов на реках и постов в замыкающих створах водохранилищ (ГЭС) приводится с точностью трех значащих цифр.

При невозможности определить площадь водосбора в графе ставится тире.

7.1.18 Отметка нуля гидрологического поста указывается в графе «Отметка нуля поста».

Нулем поста называется некоторая горизонтальная плоскость, к которой, как к нулевой поверхности, приводятся отсчеты высоты уровня воды, сделанные по водомерному устройству для того, чтобы приведенные значения уровня воды можно было рассматривать как однородный ряд (ТКП 17.10-08/1).

Высотное положение отметки нуля поста водомерного устройства закрепляется реперами. Превышение основного репера над отметкой нуля поста должно оставаться неизменным, поскольку неизменной остается высота этого основного репера и водомерное устройство остается в данном месте.

7.1.19 При сооружении водомерного устройства отметка нуля гидрологического поста назначается с таким расчетом, чтобы все приведенные к отметка нуля гидрологического поста значения уровня воды были величинами положительными, что представляет некоторое удобство при операциях с ними.

Постоянство отметки нуля гидрологического поста в течение длительного времени указывает в общем случае, что за это время ряд данных наблюдений уровня воды можно считать в известной мере однородным, если водомерное устройство оставалось на одном месте и если основные черты режима водоема существенно не изменились. Вместе с этим, изменение отметки нуля гидрологического поста не всегда влечет за собой нарушение однородности ряда значений уровня воды. Однородность ряда сохраняется и в следующих случаях изменения отметки нуля гидрологического поста:

- когда отметка нуля гидрологического поста относительно предметов на местности физически не меняется, а значения высоты (отметки) репера и отметка нуля гидрологического поста уменьшаются или увеличиваются на одно и то же число с целью перехода в новую систему высот или в результате уточнения величины превышения репера водомерного устройства относительно исходного репера, по данным последней, более точной, нивелировки;
- когда водомерное устройство переносится на новое место в пределах однообразного по режиму участка и при этом отметка нуля гидрологического поста на новом месте по сравнению с прежней увеличивается, если новое место выше прежнего, или уменьшается, если оно ниже на величину среднего падения реки на участке между прежним и новым местом водомерного устройства.

7.1.20 Вопрос об изменении высот репера и отметки нуля гидрологического поста всегда следует решать, сообразуясь с действительной точностью водомерных наблюдений и с действительно предполагаемой мерой однородности ряда наблюденных значений уровня. В частности, в указанном выше первом случае рекомендуется изменять отметку нуля гидрологического поста и репера только тогда, когда уточненное превышение постового репера над репером исходным, по данным последней, более точной, нивелировки, будет отличаться от превышения по данным прежней нивелировки на такую величину, которая по крайней мере в 2 раза больше величины допускаемой невязки последнего нивелирного хода. Во втором случае при переносе водомерного устройства в пределах однородного по режиму участка рекомендуется изменять отметку нуля гидрологического поста только тогда, когда среднее падение реки на участке между прежним и новым местом будет более 0,02 м.

Отметка нуля гидрологического поста может быть изменена и с нарушением непрерывности ряда уровенных наблюдений. Это допускается сделать в том случае, когда при открытии водомерного устройства отметка нуля гидрологического поста была назначена неудачно, не в соответствии с 6.1.18, и если это обстоятельство вызывало серьезные затруднения при использовании данных наблюдений.

7.1.21 Во всех указанных в 6.1.19 и 6.1.20 случаях изменения высоты, или отметки нуля гидрологического поста водомерного устройства в гидрологическом ежегоднике за тот год, когда это произошло, необходимо:

- в списке постов указать для данного поста одну отметку нуля гидрологического поста — новую со знаком сноски (звездочка);

- в описаниях гидрологических постов дать подробные пояснения, касающиеся обстоятельств изменения отметок, подчеркнув в них, произошло или нет в результате этого нарушение однородности ряда наблюдений;

- в заголовке таблицы 1.2 «Ежедневные уровни воды» указать две отметки нуля поста – прежнюю и новую – только в случае переноса поста.

7.1.21 Отметка нуля поста водомерного устройства приводится в ежегоднике с точностью 0,01 м

7.1.22 Графа «Период действия, число, месяц, год; открыт, закрыт» заполняется с соблюдением следующих правил:

- дата открытия гидрологических постов, действовавших на 31 декабря предыдущего года, указывается по предыдущему гидрологическому ежегоднику;

- для гидрологического поста, вновь открытого в данном году в том месте, где ранее никогда наблюдения не велись, указывается дата, принятая в официальном документе. Если какие-либо наблюдения были в действительности начаты ранее или позднее даты, указанной в официальном документе, то это обстоятельство необходимо отметить в описании гидрологического поста. Если результаты первоначальных наблюдений, начатых ранее или позднее официальной даты открытия гидрологического поста, почему-либо признаны за какой-нибудь период недостаточно точными и поэтому, не включены в гидрологический ежегодник, то это обстоятельство также необходимо отметить в описании гидрологического поста.

- дата открытия гидрологического поста, водомерные устройства которого в данном году были перенесены без соблюдения условий согласования отметки нуля гидрологического поста, т.е. с нарушением непрерывности ряда уровенных наблюдений, указывается в гидрологическом ежегоднике — двумя датами. Первая дата соответствует началу гидрологических наблюдений в данном месте (участке), а вторая, под первой в скобках, началу наблюдений после переноса устройств. В случае, когда водомерные устройства поста были перенесены вторично, без соблюдения условий согласования отметки нуля гидрологического поста, как и в первый раз, дата открытия указывается также двумя датами, из которых первая соответствует началу наблюдений в данном месте, а вторая, под первой в скобках, — началу наблюдений после последнего переноса устройств; дата прежнего переноса указывается только в описании гидрологического поста.

7.1.23 Время открытия гидрологического поста, расположенного на объекте, режим которого существенно изменился по сравнению с первоначальным после возведения капитального гидротехнического сооружения, указывается двумя датами, из которых первая является датой открытия гидрологического поста, а вторая, под ней в скобках, указывает начало (месяц и год или только год) нового, измененного режима. В этом случае в описании гидрологического поста должен быть описан факт изменения режима.

Исключением из этого правила является случай, когда гидротехническое сооружение довольно часто переустраивается так, что вызываемые работой сооружения изменения режима водного объекта оказываются неустойчивыми, переменными. В этом случае в таблице 1.1 не следует отмечать даты изменения режима (переустройство сооружения) и нужно ограничиться упоминанием их в описании поста.

7.1.24 Дата закрытия гидрологического поста, состоявшегося в данном году, указывается согласно официальному документу, которым оформлен факт закрытия гидрологического поста. Если какие-либо наблюдения были прекращены ранее или позднее этой официальной даты, то это обстоятельство отмечается в описании гидрологического поста или в дополнениях к описаниям.

7.1.25 В графе «Принадлежность поста» указывается принадлежность гидрологического поста Министерствам или структурным подразделениям Министерств, которым принадлежит пост.

7.2 Правила составления приложения к таблице 1.1

7.2.1 В приложении к таблице 1.1 «Список гидрологических постов на реках и каналах, сведения по которым помещены в настоящем выпуске» помещаются сведения о площадях мелиорированных земель, длине открытой и закрытой мелиоративной

8 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Описания гидрологических постов и дополнения к описаниям, ранее опубликованным в гидрологических ежегодниках»

8.1 Описания гидрологических постов содержат краткие сведения о местоположении поста, о прилегающей местности, о водомерном устройстве, о гидрометрических створах и другие.

8.2 Полное описание постов составляется один раз в пять лет, в годы, кратные пяти (2000, 2005 и т.д.), отдельным томом и сдается на хранение в структурное подразделение. В гидрологических ежегодниках за промежуточные годы помещаются описания вновь открытых гидрологических постов и дополнения к ранее помещенным описаниям (сведения об изменении местоположения и отметки нуля поста, типа оборудования водпоста и гидроствора, строительстве гидротехнических сооружений, искажающих гидрологический режим изучаемого водного объекта).

В случае изменения названия водного объекта в результате уточнения картографической основы или изменения гидрографической схемы в описании или дополнении к нему приводится новое (в скобках старое) название водного объекта, а также отмечается причина изменения.

8.3 При описании местоположения поста необходимо, чтобы оно обеспечивало нанесение его на топографическую карту масштаба 1 : 100 000 с точностью не менее 0,5 км. Для указания местоположения поста рекомендуется использовать направление и расстояние до поста от какого-либо объекта (ограниченных размеров), изображенного на карте.

Если фиксированный на карте объект находится непосредственно на реке (например, мост, постоянная пристань), то указывается направление по течению реки (ниже, выше) и расстояние по реке (с точностью до 0,1 км), измеряемое по карте с соблюдением правил, установленных для определения длины рек.

8.4 Полное описание гидрологического поста должно содержать следующие сведения:

– код гидрологического поста, название водного объекта и местоположение гидрологического поста, даты открытия, закрытия гидрологического поста, эти сведения приводятся в полном соответствии со списком постов.

– точное местоположение гидрологического поста, число километров, с точностью до 0.1 км, по течению реки (выше, ниже) и по направлению до ближайшего хорошо известного и надежного ориентира — населенного пункта (до его центра), моста, плотины, устья притока. Если пост ведет учет речного стока через водопропускные отверстия гидроэлектрической станции, то это должно быть указано сразу же после заголовка описания.

– описание участка гидрологического поста — прилегающая местность и долина (очень кратко): очертание в плане, ширина; берега: высота их, крутизна, растительность; пойма: ширина, растительность и уровень выхода воды на пойму над

нулем графика в сантиметрах; русло: грунты, подверженность деформации или зарастанию, наличие островов, перекатов {непосредственно выше и ниже); косоструйность, факторы искажающие естественный режим на участке. Участок реки, подлежащий описанию, должен включать в себя места всех гидрологических наблюдений, при этом протяженность участка на больших реках должна быть не меньше 4 км, а на очень малых— не менее 100 м.

– сведения, характеризующие режимные характеристики водного объекта — пересыхание, промерзание, возможность образования заторов льда и зажоров, естественная и искусственная зарегулированность (указать расстояние от поста до регулирующих сооружений, подпоры от притоков, разбор на орошение и др.). Для малой реки особенно важны сведения о регулирующих сооружениях (плотинах), расположенных не только на самой реке, но и на притоках, впадающих выше поста.

– описание водомерного устройства:

а) тип устройства — водомерные сваи, водомерная рейка, самописец уровня и др.;

б) краткое описание места, в котором находится водомерное устройство, — правый, левый берег, в заливе, на мысу, в устье притока, на устое моста и т. п. (дополнительно к тем сведениям о местоположении, которые приведены в начале описания поста);

– отметка нуля гидрологического поста водомерного устройства;

– гидрометрические створы:

а) номер, расстояние от водомерного устройства и назначение каждого постоянного створа — основной, дополнительный в протоке, паводочный, летний меженный, зимний при ледоставе и др.,

б) оборудование гидрометрических створов — очень кратко.

– сведения о месте измерения различных элементов режима – уклонов водной поверхности, мутности, температуры воды, толщины льда и краткие описания оборудования для производства этих измерений. Положение этих мест указывается расстоянием до водомерного устройства (выше, ниже на столько-то метров) и расстоянием до берега.

– факторы, влияющие на режим водного объекта. Наличие вблизи поста крупного притока вызывает переменный подпор, наличие ниже поста крутого поворота реки или суженного русла вызывает частые заторы льда, наличие выше пота полыней приводит к образованию и скоплению донного льда и шуги.

– сведения о гидрологическом посте, существовавшем ранее в данном месте, название, период действия, состав наблюдений, в каком издании опубликованы результаты, где хранятся материалы наблюдений, увязка прежних наблюдений с современными.

8.5 В тех случаях, когда на гидрологическом посту какие-либо наблюдения не ведутся (пост принадлежит производителю гидрометеорологической информации), то никаких пояснений в его описании об отсутствии этих наблюдений не делается.

8.6 Если гидрологический пост оборудован водосливом, лотком или контрольным руслом, самописцем уровня воды то описания этих сооружений также приводится в описании.

8.7 Сокращенные описания постов, при необходимости приводимые в ежегоднике, содержат сведения о всех существенных изменениях, происшедших в течение данного года:

- о переносах водомерного устройства — вследствие каких обстоятельств, куда, условия согласования отметки нуля поста, увязка наблюдений на старом и новом месте;

- об изменении местоположения постоянных гидростворов и их оборудования;
- об изменении режима объекта в связи с устройством искусственных сооружений;
- о крупных изменениях русла;
- о переносах гидрологического поста мутности и т. п.

8.8 Помещаются данные о мелиоративных мероприятиях, строительстве прудов и водохранилищ за прошедший год.

9 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Обзор режима рек»

9.1 Обзор в гидрологическом ежегоднике помещается перед таблицей 1.2 «Ежедневные уровни воды».

Составление обзора является последним заключительным этапом работ по ежегоднику в структурном подразделении гидрометеорологической службы ответственному за редактирование гидрологического ежегодника.

9.2 Обзор режима рек составляется по следующему плану:

а) деление территории на гидрологические районы.

б) разделение года на гидрологические сезоны и их описание:

1) климатических условий сезона — характер в отношении тепла и влаги;

2) отклонения сроков наступления и окончания сезонов в данном году от климатической нормы;

3) температура воздуха по сезонам — средняя, наибольшая и наименьшая из средних суточных (декадных), отклонение этих значений от климатической нормы, в градусах, общий характер хода температуры в сезонах по сравнению с климатической нормой;

4) атмосферные осадки по сезонам в миллиметрах слоя и в процентах от многолетней климатической нормы. Особенности распределения осадков во времени по сравнению с обычным;

5) запас воды в снеге;

6) температура воды рек (в связи с температурой воздуха);

7) ледяные образования — обобщенная характеристика сроков наступления главных явлений ледового режима в отношении отклонения средних многолетних дат, характеристики процесса нарастания и разрушения ледяного покрова;

8) средний сток воды по сезонам в виде модульного коэффициента;

9) максимальный сток воды по сезонам в виде модульного коэффициента по отношению к среднему многолетнему максимуму в сезоне. Краткие описания особо выдающихся случаев максимального стока;

10) минимальный сток воды по сезонам в виде модульного коэффициента по отношению к среднему многолетнему минимуму в сезоне. Краткое описание случаев полного прекращения стока воды, сроки наступления и продолжительность этих явлений в данном году по сравнению с обычным режимом;

11) высота стояния уровня воды по сезонам в виде превышений над средними многолетними. Краткое описание особо выдающихся наводнений, вызванных паводками, зажорами и заторами льда.

в) средний сток взвешенных наносов в виде модульного коэффициента;

г) заключение.

9.3 При составлении обзора режима рекомендуется придерживаться следующих общих правил:

- обзор составляется для гидрологического года, началом которого считается 1 октября окончанием 30 сентября следующего года.
- гидрологические сезоны приняты условно: осенний (октябрь, ноябрь), зимний (декабрь-февраль), весенний (март-май), летний (июнь-сентябрь).

- для бассейнов рек, в режиме которых весенне-снежное половодье особенно характерно, рекомендуется, кроме сезонных сумм осадков, привести сведения о запасе воды в снежном покрове к началу весеннего таяния — норму, величину данного года и отклонение ее от нормы.

- сведения об осадках и запасе воды в снежном покрове следует представить в обзоре не для отдельных конкретных постов, а в виде обобщенных данных для территории, полученных в результате осреднения наблюденных величин.

9.4 Сведения о температуре воздуха обрабатываются и представляются с соблюдением тех общих условий, которые указаны выше для сведений об осадках.

9.5 Средний сток воды по сезонам характеризуется в обзоре модульным коэффициентом, т. е. отношением величины стока в данном году к величине многолетнего среднего за тот же естественный или условный календарный сезон.

В обзоре значения модульного коэффициента следует приводить в виде осредненных для территории величин, за исключением тех случаев, когда такого рода осредненные величины значительно затушевывают и искажают действительную характеристику водоносности объектов. В этих случаях следует дать сведения для отдельных конкретных постов.

9.6 Модульные коэффициенты максимального и минимального стока по сезонам в обзоре даются аналогично модульным коэффициентам среднего стока.

9.7 Высота стояния уровня воды характеризуется величиной превышения его над обычным. Для сезона межени сравниваются средние уровни за межень данного года и средний из средних меженных за многолетие. Для сезона половодья (паводков) сравниваются наивысший уровень данного года и средний из наивысших за многолетие. Превышения округляются до 0,25 м

9.8 Модульные коэффициенты стока наносов по сезонам в обзоре приводятся для нескольких постов-представителей. Дополнительно к этим сведениям могут быть приведены характеристики наибольшей мутности воды в половодье (паводки) данного года по отношению к обычным, средним, за многолетний период.

Пример написания обзора приведен в приложении А.

10 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ежедневные уровни воды»

10.1 В гидрологическом ежегоднике публикуются сведения об уровне воды рек, каналов. Ежедневные уровни воды представлены в форме таблицы.

Таблицу 1.2 «Ежедневные уровни воды» получают с помощью программного комплекса на ПЭВМ, по двум формам:

- А – для рек с устойчивым ледоставом;
- Б – для рек с отсутствием устойчивого ледостава.

Перед таблицами 1.2 помещается титульный лист, где кратко описаны правила, которыми руководствовались составители таблицы, и объяснены принятые условные обозначения.

После таблицы 1.2 помещаются частные пояснения для каждого поста, если это необходимо.

10.2 Правила составления таблицы «Ежедневные уровни воды» (Таблица 1.2)

10.2.1 Таблица 1.2 «Ежедневные уровни воды» (далее – ЕУВ) содержит высоты уровня воды в сантиметрах над нулем поста водомерного устройства, наблюденные в течение года — с 1 января по 31 декабря. В таблице помещены следующие значения высоты уровня воды:

- средние за каждые сутки;

- средние за каждый месяц и год;
- высшие за каждый месяц и за год;
- низшие за каждый месяц и за год.

Кроме того, в таблице ЕУВ условными знаками отмечены явления ледового режима и даны пояснения в виде таблицы, помещаемой после таблицы ЕУВ.

10.2.2 При составлении таблицы ЕУВ следует придерживаться следующих правил, в заголовке таблицы должны быть указаны:

- номер и код гидрологического поста;
- основное название водного объекта;
- местоположение поста;
- отметка нуля поста.

Все эти данные приводятся с точным воспроизводством транскрипции из таблицы 1.1 «Список постов».

10.2.3 В случаях переноса гидрологического поста, когда была изменена отметка нуля поста водомерного устройства с соблюдением условия сохранения однородности ряда наблюдений, в заголовке таблицы ЕУВ, составленной за тот год, когда это событие произошло, должны быть указаны прежняя и новая отметка нуля поста и даты. Если в результате переноса поста нарушена однородность ряда, то должны быть составлены две таблицы ЕУВ.

10.2.4 Средние суточные значения высоты уровня в таблицу ЕУВ помещаются из обработанных и проверенных полевых книжек для записи наблюдений. Пропуски, допущенные наблюдателем за отдельные сроки и сутки, восполняются интерполяцией или по графику связи значений уровня на данном и соседнем постах во всех случаях, когда можно считать изменение уровня воды в течение неосвещенного наблюдениями времени однообразным (монотонным).

Если ход уровня воды регистрировался самописцем, то средние суточные значения высот уровня воды помещаются из обработанных лент самописца, где эти значения вычисляются по средневзвешенному способу.

10.2.5 Если в течение одних расчетных суток были сделаны измерения уровня воды и было отмечено раньше или позже этих измерений пересыхание русла (отсутствие воды), то средний суточный уровень воды за эти сутки не вычисляется и в таблице ЕУВ вместо него указывается наивысший наблюденный уровень за эти сутки.

10.2.6 В таблице ЕУВ могут встретиться пропуски данных за отдельные сутки и периоды по следующим причинам:

- измерения уровня не производились, и значения уровня не могли быть восполнены интерполяцией или другим способом;
- измерения производились неправильно, результаты исправить не представилось возможным и данные забракованы;
- измерения не производились вследствие того, что воды не было — река пересохла или промерзла.

Пропуски по первой и второй причине отмечаются в таблице ЕУВ знаком тире (–), причем знак этот ставится во всех местах таблицы, соответствующих периодам пропусков.

10.2.7 Явления пересыхания или промерзания реки соответственно отмечаются в таблице обозначениями «прсх» или «прмз», причем эти обозначения пишутся только для первых суток общего периода и каждого первого числа месяца периода пересыхания или промерзания реки, для последующих суток с этими явлениями ставятся кавычки.

10.2.8 Если уровень воды восстанавливался интерполяцией или по графикам, то в пояснении к таблице указывается период восстановленных уровней и поясняются причины пропуска наблюдений.

10.2.9 Средние месячные значения уровня воды в таблице ЕУВ вычисляются из средних суточных значений уровня как среднее арифметическое.

Средние месячные не вычисляются для месяцев, в течение которых:

- было отмечено, хотя бы за одни сутки, отсутствие сведений (тире) или пересыхание (прсх), или промерзание (приз) потока;
- в результате паводка произошла деформация русла и существенно изменились условия протекания.

На местах средних месячных значений уровня, отсутствующих по причинам, указанным выше, в таблице ЕУВ ставится знак тире.

10.2.10 Среднее годовое значение уровня воды вычисляется из средних месячных значений уровня, если эти данные имеются за все месяцы года, при отсутствии данных хотя бы за один месяц на месте среднего годового значения в таблице ЕУВ ставится знак тире.

10.2.11 Значения высшего и низшего уровней для каждого месяца в таблице ЕУВ выбираются из всех имеющихся значений уровня воды (данных измерений, данных СУВ, при измерениях расходов воды).

Для неполных (с пропусками) месяцев значения высшего и низшего уровней воды выбираются только в тех случаях, когда имеется уверенность в том, что они были действительно измерены, а не пришлись на периоды пропусков. Если данные отсутствуют ставится тире (–).

Если в таблице ЕУВ вместо средних суточных значений уровня имеются отметки «прсх» или «приз», то вместо значений низшего уровня за месяц пишется «прсх» или соответственно «прмз». Если же отметки «прсх» или «прмз» имеются за все дни месяца, то вместо значений высшего и низшего уровней воды за месяц пишется тоже «прсх» или соответственно «прмз».

10.3 Правила составления выводов таблицы 1.2 «Ежедневные уровни воды»

10.3.1 Таблица 1.2 имеет выводную часть.

Выводная часть представлена в форме таблицы и имеет следующие графы:

- средний уровень;
- высший;
- низший периода открытого русла;
- низший зимнего периода.

В первой строке выводной части таблицы помещаются данные за текущий год.

10.3.2 При составлении выводной части таблицы среднесуточных уровней (для обеих форм выводов) надо учитывать следующее:

- средние значения уровня за год вычисляются как среднее арифметическое из средних месячных значений уровня воды;
- средние значения уровня не вычисляются, когда в уровенном ряду отметки «прсх» или «прмз» встречаются больше, чем в 50% случаев;
- уровни воды заторно - зажорного происхождения отмечаются знаком звездочки (*).

10.3.3 В выводной части таблицы для рек с неустойчивым ледоставом (форма Б) все сведения приводятся за календарный год.

10.3.4 В выводной части таблицы для рек с устойчивым ледоставом высший уровень воды и низший уровень периода открытого русла приводятся за календарный год, а низший уровень зимнего периода - за гидрологический год.

10.3.5 За начало расчетного периода открытого русла принимается конец весеннего половодья, если половодье одновершинное, или конец первой волны половодья, если оно проходит двумя или несколькими волнами. Дата конца полово-

дья или его первой волны определяется по комплексному графику в соответствии с [11] и [12]. Если дату конца половодья или его первой волны определить затруднительно, то в качестве условной границы (начала) периода выбора низшего уровня периода открытого русла принимается дата высшего уровня воды весеннего половодья или его первой волны. За конец периода открытого русла принимается последний день перед датой начала устойчивых ледяных образований.

Расчетный период включает на реках с весенним половодьем - летне-осеннюю межень.Период, за который выбирается низший периода открытого русла уровень, не может быть ограничен 31 декабря данного года. Если в конце данного года, вплоть до 31 декабря, ледяных образований не наблюдалось, а они были отмечены впервые в январе-феврале следующего года, то период выборки должен быть продолжен до этого времени, и может случиться, что наиболее низкий уровень воды будет отмечен после 31 декабря. В этом случае, отмечая дату наступления низшего уровня воды периода открытого русла, следует указать не только число и месяц, но и год.

10.3.6 За начало зимнего периода принимается дата появления устойчивых ледяных образований.

За конец зимнего периода принимается последний день перед датой начала весеннего половодья (независимо от наличия ледовых явлений). Дата начала половодья определяется по комплексному графику в соответствии с [11] и [12]. Если дату начала весеннего половодья определить затруднительно, то в качестве условной границы (конца) периода выбора низшего зимнего уровня принимается пик весеннего половодья.

10.3.7 В первой строке выводной части обеих форм таблицы при неоднократном повторении в году высшего или низшего уровня воды (в том числе пересыхания, промерзания) в графах «дата» приводятся первая и последняя даты наблюдения этих уровней, а в графе «число случаев» - число дней их повторения (общее).

10.3.8 Вторая строка выводной части обеих форм таблицы среднесуточных уровней приводится при наличии сведений за 10 лет и более. Исключения могут быть сделаны для отдельных районов (водосборов) с очень редкой сетью пунктов наблюдений, для которых целесообразно давать выводы за более короткий период наблюдений, но не менее 5 лет.

Вычисление среднего уровня воды за период наблюдений, а также выборка экстремальных значений производится для статистически однородной части ряда, ближайшей к текущему году, если длительность ее составляет 10 лет и более. Определение момента нарушения однородности ряда в случае быстрого его наступления (например, постройка плотины), не представляет трудностей. В случае постепенного изменения режима, наступившего в результате введения мелиоративной системы, нарастания системы водопотребления и т.п. момент нарушения однородности ряда определить трудно в результате имеющегося в ряде тренда. Выводные данные за многолетие в таком случае не приводятся. В таблице ставится прочерк. В пояснении к таблице должно быть сказано о тенденциях, наметившихся в рядах тех или иных характеристик режима уровня.

При перенесении поста без увязки уровней выводы за многолетний период делаются для ряда уровней после переноса поста, если продолжительность наблюдений составляет 10 лет и более.

Многолетние характеристики уровня воды не приводятся для рек с сильно деформируемым руслом.

10.3.9 Во второй строке выводов приводятся сведения о самых высоких и самых низких уровнях воды (в том числе пересыхании и промерзании) за многолетие. Если одинаковые экстремальные уровни воды (или пересыхание, промерза-

ние) встречались за период наблюдений в двух годах, их значения приводятся двумя строками. При наличии одинаковых значений более, чем в двух годах, рядом с таким уровнем или знаком «прсх», «прмз» указывается их повторяемость в процентах от всего периода наблюдений. В графах «первая» и «последняя» при этом записываются первая и последняя даты наблюдения экстремального уровня или пересыхания, промерзания для года с наиболее длительным его стоянием, а в графе «число случаев» - число суток с этим уровнем или с пересыханием, промерзанием. Если длительность стояния экстремального уровня или пересыхания, промерзания одинакова в нескольких годах, графы «первая» и «последняя» оставляются пустыми. В графе «число случаев» записывается в числителе наибольшая продолжительность стояния экстремального уровня, в знаменателе - повторяемость его в многолетнем ряду (в процентах от длины ряда наблюдений).

10.4 Правила обозначение ледовых явлений и состояния водного объекта в таблице 1.2 «Уровень воды»

10.4.1 Ледовая обстановка, наблюдавшаяся на водном объекте в районе поста, в таблице ЕУВ должна быть отмечена условными знаками в соответствии с приложением Б.

Знаки в таблице ЕУВ ставятся справа, рядом с соответствующими по времени числами среднего суточного уровня воды.

Все сведения о ледовых явлениях (кроме заторов и зажоров) приводятся для участка, равного пятикратной ширине реки, и отмечаются в таблице среднесуточных уровней воды одним или двумя знаками за сутки.

10.4.2 Если в разные сроки суток наблюдалась последовательная смена ледовых явлений, то за сутки выбирается один знак явления с учетом развития, углубления процесса: в предледоставный период - развитие замерзания, в весенний период - вскрытия. Если в период замерзания в утренний срок был отмечен ледоход, а в вечерний - ледостав, то для данных суток в таблице записывается ледостав.

Затор, зажор, пересыхание, промерзание при их наблюдении в один из сроков считаются главными за сутки и знак этих явлений обязательно показывается в табл.1.2.

На реках, для зимнего режима которых характерен шугоход или ледоход, его знак показывается за все сутки, когда он наблюдался, даже если явление было кратковременным и незначительным.

10.4.3 При одновременном наблюдший нескольких ледовых явлений в течение суток выбирается два наиболее важных из них.

При вскрытии или замерзании в течение одних суток, выбирается не одно явление за сутки, а два наиболее важных. О порядке записи знаков этих явлений в таблице ЕУВ сказано ниже.

10.4.4 Выбор главного ледового явления в зимний период. При наблюдении нескольких ледовых явлений одновременно в течение суток или всего зимнего периода в ЕУВ записываются знаки двух явлений. Первым показывается знак явления, возникшего раньше.

Если вскрытие происходит очень быстро, в течение одних суток наблюдается ледостав, подвижка, ледоход и очищение реки ото льда, в табл.1.2 записываются знаки подвижки и ледохода.

Если при таком вскрытии еще наблюдается затор, в табл. 1.2 записываются знаки затора и ледохода.

Знак - Z может сочетаться со знаками X и * при ледоставе на отдельных участках. Знак закраины (сочетается со знаками X, Л. Знак забереги) сочетается со знаками X, Л, * , Ш, ; , N , T.

10.4.5 При наличии на реках ледостава (I, Z) и какого-либо из явлений, наблюдающихся только при ледоставе (закраинах, подвижке льда, разводьях, воде на льду, ледоходе поверх льда) знак ледостава не приводится (допускается сочетание знаков Z и I с пояснением «вода на льду») . Исключением является применение сочетания знаков I = для обозначения наледи.

10.4.6 При невозможности учесть двумя знаками все существенные явления приводится частное пояснение в пояснениях к таблице 1.2. Поясняются особенности вскрытия (лед на дне, у берегов, нависший лед), наличие промоин или полыней, стоячей воды на льду и т.п.

Скопление льда у поста и ниже его в зависимости от мощности и расположения (на поверхности, по глубине) может быть отнесено к группам: затор (зажор) ниже поста, искажение уровня воды естественными или искусственными явлениями *(/)*, неполный ледостав (Z).

10.4.7 Знак зажора ниже поста (<) надо приводить в таблице в течение всего периода его существования, даже если он образовался осенью и рассосался при вскрытии реки. Необходимо следить, чтобы знак затора и зажора подтверждался данными уровенных наблюдений. Необходимо пояснять затор или зажор отмечен в таблице, так как обозначается два разных явления одним знаком.

10.4.9 Если наблюдения за ледовой обстановкой не велись или были признаны неправильными записи наблюдателя, в пояснении к пункту отмечается, что сведения о ледовой обстановке за такой-то период отсутствуют или неполные.

10.4.10 На пересыхающих реках при появлении воды в весенний период обозначение состояния водного объекта производится в следующем порядке:

- при отсутствии воды вследствие пересыхания русла в предшествующий летне-осенний период знак «прсх» ставится в течение всего периода отсутствия воды независимо от зимнего состояния русла реки на участке поста (заполнение русла снегом, образование наледи);
- если до появления стока сухое или заснеженное русло наполнялось водой, то должны быть возобновлены наблюдения за уровнем воды, а в таблице 1.2 у величины уровня воды поставлен знак «В» (стоячая вода);
- если количество воды в русле незначительно (отдельные лужицы) и измерять уровень нельзя, то в таблице 1.2 надо продолжать отмечать «прсх», а в частных пояснениях отмечать появление воды в русле;
- если под снегом или в сухом русле образовался наледный лед (за счет выклинивания грунтовых или подрусловых вод) и весной вода стоит или течет поверх наледного льда, то в таблице 1.2 отмечается «вода на льду» (I). В пояснениях к таблице отмечается наличие и причины образования льда в русле в период пересыхания.

10.4.11 Сведение о значительных изменениях русла на реках с непрерывной деформацией, отмеченные наблюдателем в книжках КГ-1М (Н) записываются в таблице 1.2 условным обозначением (плановые изменения русла, намывы и размывы при прохождении дождевых паводков и селей, дноуглубительные работы и т.д.). Сведения о наличии существенной непрерывной деформации русла на протяжении года или его значительной части, а также в случаях резкой деформации, выявленных при анализе данных промеров, уровней и расходов воды, приводятся в пояснении к таблице 1.2.

11 Правила вычисления стока воды

11.1 Стоком воды называется количество последней, протекшее через поперечное сечение водотока за некоторое время.

Сведения о стоке воды представлены в ежегоднике в виде двух таблиц:

- «Расход воды» (Таблица 1.3);
- «Оценка надежности подсчета стока воды» (Таблица 1.4).

В ежегодниках сток выражается в среднесуточных (ежедневных), среднедекадных, среднемесячных и среднегодовых секундных расходах воды.

В настоящей главе рассматриваются вопросы вычисления стока, а также экстремальных (наибольших и наименьших) расходов воды.

11.2 Выбор способа вычисления стока зависит от условий гидрологического режима и связанных с ним гидравлических условий потока на участке гидрологического поста. Выбор способа неразрывно связан с составом и программой наблюдений, и вопросы установления последней должны решаться совместно с вопросами вычисления стока. В процессе анализа материалов с целью выбора способа вычисления стока и при установлении расчетных зависимостей должны вырабатываться предложения по усовершенствованию программы наблюдений для обеспечения в дальнейшем наиболее полного и точного учета стока при минимальной затрате сил и средств. Исполнитель, вычисляющий сток, обязан принять все зависящие от него меры к устранению недостатков в полевых работах, ведущихся гидрологическим постом с целью учета стока.

Методика вычисления стока сама по себе может и должна обеспечить наиболее полное, а вместе с тем и наиболее простое использование данных наблюдений для указанной цели. Изложенные в настоящей главе рекомендации по выбору и применению способов вычисления стока не являются полностью исчерпывающими, они предусматривают только основные, наиболее типичные, случаи и должны рассматриваться как руководящие указания, а не как правила для механического и неотступного применения. Исполнитель в каждом конкретном случае должен сознательно решать вопрос о выборе способа вычисления из числа излагаемых в настоящей главе на основе ясного понимания характера гидравлического режима потока.

При возможности выбора между несколькими способами вычисления стока, равноценными по своей точности, предпочтение следует отдавать наименее трудоемкому и наиболее наглядному способу. По этим же соображениям некоторые способы, используемые иногда в практике, но отличающиеся трудоемкостью и не дающие преимуществ сравнительно с другими, в число рекомендуемых в настоящей главе не включены.

11.3 Вычисления стока производятся, как правило, ежегодно за истекший год. Следует подчеркнуть, что при этом в системе вычислений и используемых расчетных зависимостях (кривых расходов воды, графиках коэффициентов и т. п.) между 31 декабря и 1 января последующего года не должно быть никаких разрывов, если только в указанный момент случайно не произошло каких-либо физических изменений в состоянии водотока.

Внутри годового цикла приходится, как правило, выделять несколько периодов с различными условиями, определяющими применение соответственно различных способов вычисления стока. Границы этих периодов определяются возникновением и исчезновением сезонных явлений, влияющих на режим потока (ледовые явления, зарастание русла), изменениями водоносности (паводочный период, межень), порядком работы искусственных сооружений, в подпоре от которых находится створ, и другими факторами.

11.4 Для обеспечения правильного выбора и применения способа вычисления стока за рассматриваемый период необходимо предварительно собрать и проанализировать все имеющиеся данные наблюдений, сведения об условиях,

влияющих на режим потока на участке поста, и материалы выполненных вычислений стока за прошлые годы.

При анализе и отборе данных наблюдений, используемых для вычисления стока, необходимо учитывать вид и тип применявшихся приборов, метод измерения, общие условия участка поста и частные условия данного измерения, которые могли повлиять на его точность. Особое внимание следует обращать на условия, которые могут вызывать систематические односторонние ошибки, прежде всего ошибки в полноте учета стока (эти ошибки могут произойти от неполного или неправильного учета расхода через пойму, рукава, протоки). Из числа других причин систематических ошибок можно указать (как на характерные) на косоструйность, неполноту учета относа промерного троса при высоком его подвешивании относительно уровня воды и т. д.

При оценке точности измерений расходов существенным вспомогательным приемом является анализ расположения точек измеренных расходов в системе координат Q, H, о чем подробнее сказано далее.

При подборе материалов и изучении условий режима потока, имеющих значение для выбора способа вычисления стока, необходимо прежде всего учитывать следующее:

- характер колебаний уровня при прохождении паводков (что обусловливает большую или меньшую степень выраженности неустановившегося режима);
- ледяные образования всех видов и степень их развития;
- зарастание русла и степень его развития;
- изменяемость поперечного и продольного профилей русла водотока (неустойчивость русла);
- прочие причины, которые, кроме перечисленных, могут вызывать переменный подпор в створе поста.

К таким причинам относятся, изменения отметки уровня воды в створе нижележащего гидротехнического сооружения в результате искусственного регулирования уровня, подпор от водоприемника (реки, озера, моря), подпор, возникающий в результате паводка на впадающем ниже притоке (или притоках), строительные, дноуглубительные и спрямительные работы, производимые в русле ниже створа водпоста.

Следует подчеркнуть, что в ряде случаев причина переменного подпора, сказывающегося в створе гидрологического поста, не может быть определенно установлена. Невозможно определенно установить наличие подпора от притока при отсутствии гидрологического поста на нем, невозможно установить изменение отметки гребня нижележащего переката, если на нем не производились промеры глубин, зачастую нельзя установить возникновение подпора от затора (такой подпор на равнинной реке может распространяться на десятки километров) и т. д. Во многих случаях причины подпора неразличимы (например, очень часто невозможно различить подпор от притока и от нижележащего переката). Во всех указанных случаях критерием наличия переменного подпора является характер связи между расходом и уровнем, выявляемый путем анализа расположения точек (Q, H) измеренных расходов, в то же время могут привлекаться и косвенные соображения относительно причин происхождения подпора. Различать причины переменного подпора в некоторых случаях нет необходимости, достаточно лишь сделать вывод относительно подпорного режима в створе поста в течение рассматриваемого периода.

11.5 Однозначной связью между расходом и уровнем воды называется такая связь, при которой при любых изменениях расхода каждому значению его соответствует всегда одно и то же значение уровня. Однозначная связь между расходом и уровнем воды может сохраняться, как правило, в течение ограниченного

периода времени, предельным случаем является многолетняя однозначная связь. В последнем случае однозначная связь, как правило, нарушается сезонными явлениями (лед, зарастание) или эпизодически действующими причинами (например, переменный подпор от водоприемника), но каждый раз после исчезновения нарушающего фактора прежняя однозначная связь восстанавливается.

Однозначная связь между расходом и уровнем выражается графически однозначной кривой расходов, которая в дальнейшем изложении именуется просто кривой расходов. Кривой расходов называется график функции Q=f(H).

С физической точки зрения независимым переменным является расход. Но так как в гидрометрии рассматриваемая зависимость обычно используется для вычисления расхода по заданному уровню (полученному измерением), то и принято за независимую переменную считать уровень.

В соответствии со сказанным выше относительно длительности периода сохранения однозначной связи между расходом и уровнем воды в дальнейшем изложении различаются временные кривые расходов, действующие в течение не более 1,5–2 лет, и многолетние кривые расходов, действующие в течение более длительного периода.

Неоднозначной, или неустойчивой, связью между расходом и уровнем воды называется такая связь, когда значение расхода зависит не только от значения уровня, но и от какой-либо другой переменной во времени величины (например, от уклона или от степени стеснения живого сечения льдом, растительностью и т. д.) или нескольких таких величин. Поскольку такая величина является функцией времени, расход может быть также выражен как функция уровня и времени Q=f(H, *t).*

Кривая неустойчивой связи между расходом и уровнем в системе Q, H по смыслу сказанного может отвечать только одной фазе хода уровня (например, подъему или спаду), внутри которой определенное значение уровня наблюдается только один раз. Период действия такой кривой ограничивается сроками начала и конца соответствующей фазы хода уровня. Кривая может иметь любой, неправильный с точки зрения формы, вид (вогнутость, обращенную к оси ординат, переломы и т. п.).

В дальнейшем изложении такие кривые в общем случае называются кривыми неустойчивой связи, в частных случаях — кривыми подъема и спада (для случая выраженного неустановившегося режима), переходными кривыми (для случая неустойчивости русла) и так далее.

В ряде случаев однозначная кривая может переходить в некоторой своей части (обычно в верхней) в кривую неустойчивой связи. Типичным примером являются кривые при выраженном неустановившемся режиме, в верхней части амплитуды колебаний уровня, где неустановившийся режим выражен особенно резко, образуются отдельные для подъема и спада кривые неустойчивой связи, а в нижней части амплитуды, где неустановившийся режим слабо выражен, обе указанные кривые неустойчивой связи сливаются в одну однозначную кривую. Если при этом на подъеме паводка, вплоть до момента наступления наивысшего уровня, русло будет стеснено льдом и кривая подъема, таким образом, не может быть прослежена, то для периода открытого русла получится в верхней части амплитуды кривая неустойчивой связи спада, а в нижней — однозначная кривая, причем обе кривые будут составлять одну.

Такие кривые, изображающие в одной своей части однозначную, а в другой — неустойчивую связь, в дальнейшем именуются составными кривыми.

11.6 Ниже приводятся общие рекомендации о порядке работы по выбору способа вычисления стока и установлению расчетных зависимостей.

При этом необходимо иметь в виду, что наиболее ответственным моментом в указанном отношении является момент окончания начального периода работы гидрологического поста, в течение которого ведутся учащенные измерения расходов воды. На протяжении начального периода вычисления стока не могут представить значительных трудностей, поскольку они опираются на весьма частые измерения расхода воды. После того как по истечении начального периода принято решение о программе наблюдений и методике вычисления стока воды, в дальнейшем, как правило, может потребоваться только внесение коррективов в принятое решение, но не коренное изменение его.

Основными рабочими материалами, используемыми при установлении способа вычисления стока воды и расчетных зависимостей, являются графики расположения точек измеренных расходов воды, площадей водного сечения и средних скоростей в системе координат (Q, H), (F, H) и (v, H) и график колебания уровня воды с отметками моментов измерения расходов. Кроме того, в необходимых случаях привлекаются графики (l, H), (B, H), а также другие характеристики комплексного графика и все имеющиеся сведения о режиме водотока.

Анализ ведется путем прослеживания расположения точек измеренных расходов и площадей водного сечения в хронологическом порядке и путем сопоставления с ходом уровня воды и с учетом данных гидрологической обстановки (ледовые явления, зарастание), а также других факторов, влияющих на режим водотока.

Такой анализ следует начинать всегда с попыток выявления возможно более устойчивой (в пределе многолетней однозначной) связи между расходом и уровнем воды. При отсутствии устойчивой связи между расходом и уровнем воды нужно стремиться использовать данные других наблюдений, ведущихся на гидрологическом посту (например, наблюдений над уклоном поверхности воды, над толщиной льда), с целью выявления зависимости расхода от уровня воды и третьей измеряемой величины.

Необходимо подчеркнуть еще раз, что сказанное относится главным образом к моменту окончания начального периода работы гидрологического поста (периода учащенных наблюдений). Так, например, на равнинной реке с однотактным паводком в начальный период нет необходимости стремиться к окончательному выяснению характера связи между расходом и уровнем. Достаточно строить для каждого года по имеющимся точкам кривые подъема и спада (в частном случае они будут сливаться в одну) и вычислять сток по этим кривым, не решая вопроса, являются ли они кривыми неустойчивой или однозначной связи. Только по истечении начального периода работы поста возникает необходимость выяснить, позволяют ли построенные годовые кривые установить приближенно однозначную многолетнюю связь и перейти к системе не ежегодных контрольных паводочных измерений. Если же однозначной связи (даже приближенной) в данном створе нет, необходимо продолжать ежегодные паводочные измерения расходов воды и каждый год строить самостоятельные кривые или пары кривых (подъема и спада).

При анализе расположения точек (Q, H) и (F, H) необходимо иметь в виду следующее.

Разброс точек измеренных расходов воды и площадей водного сечения может вызываться не только нарушениями устойчивой связи между этими величинами и уровнем в результате физических причин, но и ошибками измерений.

Для решения вопроса об отнесении рассеяния точек измерений за счет их точности или за счет физических причин приводится ориентировочная таблица вероятных ошибок измерений для различных условий

При пользовании таблицей не следует упускать из виду, что в ней приведены вероятные величины ошибок. В отдельных случаях ошибки измерений могут пре-

вышать значения, приведенные в таблице. Кроме того, нужно принимать во внимание возможность систематических ошибок, например, в результате изменения тарировочных данных вертушки.

Таблица 11.1 - Точность измерения расхода воды гидрометрической вертушкой

Условия измерения расхода воды	Вероятные ошибки (%) в зависимости от способа измерений	
	детальный способ	основной способ
Нормальные условия измерения, обеспечивающие наибольшую точность (глубины более двух диаметров лопастного винта вертушки при ровном дне, скорости течения не менее 0,10 *м/сек;* русло реки свободно от льда и водной растительности; косоструйность отсутствует, за время измерения расхода воды уровень воды устойчив)	2-3	3-5
Неблагоприятные условия измерения: - малые глубины — меньше двух диаметров лопастного винта вертушки при ровном дне (упорядоченное русло)	3-5	5-10
- то же, но при неровном (галечном) дне	5-10	—
- скорости течения менее 0,10 *м/сек*	5-10	10-20
- косоструйность (без учета) от 10 до 20°	4-8	5-10
-водная растительность — выкошенный участок меньше 8 *м* или плохо выкошен	4-6	5-8
- ледяные образования—забереги, редкий ледоход	3-5	5-8
-ледостав без шуги	3-5	5-8
-зашугованность русла больше 1О% площади водного сечения	7-10	10-15
- мертвые пространства (больше 1О% от всей площади водного сечения)	3-5	5-8

11.7 С целью систематизации дальнейшего изложения и облегчения исполнителю подхода в первом приближении к выбору расчетного способа ниже приводится классификация условий режима водотоков, характерных с точки зрения установления способа вычисления стока. Каждому разделу классификации соответствует группа способов вычисления стока. Окончательный выбор конкретного способа для условий данного створа за рассматриваемый период производится на основе указаний в последующих разделах главы, из которых каждый отвечает одному из разделов приводимой классификации. Данная классификация имеет чисто служебное назначение и преследует только указанные выше цели.

Классификация построена следующим образом. Разделение на две основные группы проведено по характеру связи между расходом и уровнем воды. К первой группе отнесен случай однозначной (или приближенно однозначной) многолетней связи между расходом и уровнем воды, ко второй — все случаи неустойчивой связи между расходом и уровнем воды. Вторая группа разделена на ряд категорий по признаку характера факторов, вызывающих нарушение связи между расходом и уровнем воды. При этом выделен случай выраженного неустановившегося режима при прохождении паводочных волн, сезонные условия (ледовые явления, зарастание), случай неустойчивости русла и случай переменного подпора.

Для каждой категории указаны характерные признаки, проявляющиеся при анализе расположения точек измеренных расходов и площадей водного сечения, а также оговорены наиболее типичные условия возникновения данного характерного с вышеуказанной точки зрения режима водотока.

11.8 Многолетняя однозначная или приближенно однозначная связь между расходом и уровнем воды.

К данной группе относятся случаи, когда на основании достаточно длительного периода наблюдений за расходом воды может быть построена для свободного состояния русла многолетняя однозначная кривая расходов.

В полном и строгом смысле данного понятия многолетняя однозначная связь в естественных водотоках вообще не встречается. Наиболее близкие условия к тем, которые необходимы для образования такой связи, имеются на равнинных реках (исключая очень малые), если створ расположен вне влияния значительного подпора (подпора от гидротехнического сооружения).

Однако и в этих условиях связь между расходом и уровнем воды неизбежно нарушается одним из следующих факторов: возникновением выраженного неустановившегося режима при прохождении паводков (образуется паводочная петля), переменным подпором от притока (притоков) или основной реки, переменным подпором от подвергающегося деформациям нижележащего переката.

Тем не менее, во многих случаях на равнинных реках влияние указанных факторов настолько невелико, что практически в целях вычисления стока с учетом соображений экономии в проведении паводочных работ этим влиянием можно пренебрегать и условно считать такую слабонарушенную связь между расходом и уровнем воды за многолетнюю однозначную.

11.9 Отсутствие устойчивой однозначной связи между расходом и уровнем воды**.** Выраженный неустановившийся режим («паводочные петли»).

К данной категории относятся случаи, когда однозначная при медленных постепенных изменениях расхода во времени (в межень) связь между расходом и уровнем воды нарушается при прохождении паводочных волн в результате возникновения выраженного неустановившегося режима.

Характерным и обязательным признаком данной категории является образование точками измеренных расходов *(*Q, H*)* и средних: скоростей *(*v, H*)* петлеобразной кривой, именуемой обычно «поводочной петлей». Для паводочной петли обязательным является расположение ветви подъема правее ветви спада. В то же время данные промеров глубин не обнаруживают деформаций русла (иначе говоря, точки измеренных площадей образуют однозначную кривую).

К данной категории не относятся случаи, когда образование самостоятельных кривых неустойчивой связи на подъеме и спаде паводка вызвано деформациями русла (хотя бы и происходящими ниже створа и поэтому не обнаруживающимися промерами в створе) или переменным подпором. Следует отметить, что слабовыраженные неустойчивость русла и переменный подпор весьма часто сочетаются с выраженным неустановившимся режимом, не нарушая при этом петлеобразного характера кривой. Прохождение через створ ясно выраженных паводочных волн, что обусловливает рассматриваемый тип режима, характерно для длинных бесприточных участков рек. Значительная боковая приточность, как правило, устраняет возможность систематического образования паводочных петель. Другим условием для образования паводочной петли является малый уклон русла. Поэтому паводочные петли на горных и малых равнинных реках, как правило, не наблюдаются и характерны только для крупных равнинных рек. Некоторое значение имеет интенсивность изменения (нарастания или убывания) уровня при прохождении паводочной волны. При значительной интенсивности изменения уровня паводочная петля может образоваться и на средних равнинных реках.

11.10 Ледовый режим

К данной категории относятся случаи, когда связь между расходом и уровнем воды нарушается в результате стеснения живого сечения потока ледяными образованиями и вызываемого ими возрастания гидравлических сопротивлений на участке поста или ниже его.

Характерным признаком данного режима является отклонение точек измеренных расходов (Q, H) и средних скоростей (v, H) влево от соответствующих кривых свободного русла, если такие возможно построить, при одновременном наличии сведений о ледовых явлениях на участке поста или ниже его. Если нет указанных сведений, то должна учитываться вероятность возникновения тех или иных явлений, например зажора или затора льда, если эти явления вообще типичны для данной реки. При отсутствии однозначной связи в период свободного состояния русла решающим признаком является наличие сведений о ледовых явлениях.

11.11 Зарастание русла

К данной категории относятся случаи, когда связь между расходом и уровнем нарушается в результате стеснения живого сечения водной растительностью и вызываемого ею увеличения гидравлических сопротивлений на участке поста или ниже его.

Характерным признаком данного режима является отклонение точек измеренных расходов (Q, H) и средних скоростей (v, H) влево от соответствующих кривых свободного русла при одновременном наличии сведений о зарастании русла и однозначной связи между площадью водного сечения и уровнем При отсутствии прямых сведений о зарастании необходимо учитывать вероятность зарастания на основе учета аналогий с соседними постами и хода температуры воды.

Зарастание свойственно всем равнинным рекам в районах с умеренным климатом. Однако влияние зарастания на связь расхода с уровнем тем меньше, чем больше водоносность реки, и на крупных реках оно практически неощутимо.

11.12 Неустойчивость русла

К данной категории относятся случаи, когда причиной нарушения связи между расходом и уровнем являются деформации русла водотока на участке его, влияющем на режим в створе поста. Исключением являются случаи деформации нижележащего переката и возникновения подпора в некотором нижележащем сечении от выноса наносов из притока или обвала берега при сохранении полной устойчивости русла в створе водпоста.

Указанные случаи отнесены к категории переменного подпора.

Следует иметь в виду, что к данной категории относятся все случаи, когда деформации, существенно влияющие на связь между расходом и уровнем, чередуются с периодами устойчивого состояния русла (что является весьма частым). Таким образом, к данной категории относятся те случаи, когда связь между расходом и уровнем меняется из года в год, но внутри сезона открытого русла сохраняет устойчивость и позволяет построить приближенно однозначные или составные кривые.

Наиболее характерным признаком неустойчивости русла является отсутствие постоянной однозначной связи между площадью водного сечения и уровнем в створе поста (предполагается, что гидроствор и створ водомерного поста совпадают или настолько близки друг к другу, что ход деформаций в них совпадает).

Интенсивное развитие русловых процессов, вызывающее выраженную неустойчивость русла, наиболее характерно для рек горных и предгорных районов, за исключением верховьев горных рек, русло которых образовано скальными породами. Реки, берущие начало в горах, сохраняют, как правило, значительную неустойчивость русла и в нижнем течении, по выходе реки на равнину. Слабовыраженная неустойчивость в той или другой мере свойственна и чисто равнинным рекам. В зависимости от степени ее развития она должна в одних случаях учитываться, а в других ею можно пренебрегать и использовать для вычисления стока приближенно однозначную зависимость.

11.13 Переменный подпор

К данной категории относятся случаи, когда при устойчивом в створе гидрологического поста русле связь между расходом и уровнем нарушается вследствие изменений отметки уровня (не связанных с изменениями расхода) в некотором нижележащем регулирующем сечении. Случаи, когда подпор вызван ледяными образованиями или водной растительностью, стеснившими русло в нижележащем сечении, к данной категории не относятся. Выражение «переменный подпор» здесь применяется условно - в целях сохранения установившейся терминологии.

Переменный подпор чаще всего проявляется периодически, чередуясь с периодами сохранения однозначной связи между расходом и уровнем, в некоторых случаях он может сказываться непрерывно.

Основным признаком переменного подпора является разброс точек измеренных расходов (Q, H) и средних скоростей (v, H), не вызванный ледяными образованиями или зарастанием, при сохранении однозначной связи между площадью водного сечения и уровнем. Дополнительным признаком являются сведения о причинах, вызывающих переменный подпор. Однако последние на практике часто отсутствуют или носят лишь предположительный характер.

Существенную пользу может принести анализ графика уровня данного поста и совмещенных графиков уровня при наличии на реке нескольких постов.

11.14 В практике весьма часто встречаются случаи сочетания перечисленных выше типов режима, при этом чаще всего один из факторов является доминирующим, а другой (или другие) осложняет характер связи между расходом и уровнем. Некоторые наиболее типичные из таких случаев учтены в изложении последующих разделов настоящей главы как частные случаи того или другого режима.

11.15 Многолетняя однозначная связь между расходом и уровнем.

В рассматриваемом случае вычисление стока для периодов свободного русла производится по многолетней кривой расходов.

Многолетняя кривая расходов может быть установлена на основании следующих материалов:

- для вновь открываемых постов по материалам наблюдений начального трехлетнего периода, а в случае, когда первые три года не дали требуемого охвата амплитуды уровня по материалам дополнительных наблюдений последующих лет;
- для действующих постов по материалам наблюдений всего периода, в соответствии с требованиям 10.16.

Для постов с длительными наблюдениями используются наблюдения за последние 10 лет, данные предшествующего периода привлекаются к построению многолетней кривой только в случаях, когда они освещают исключительно высокие паводки и могут уточнить верхнюю часть кривой.

Изменения многолетней кривой или отказ от использования ее определяются положениями, изложенными в 10.21 и 10.22.

11.16 Многолетняя кривая расходов может считаться установленной при соблюдении следующих условий:

а) если она обоснована расходами, измеренными в течение не менее трех лет, в периоды свободного от льда и растительности русла;

б) если общее число измеренных вертушкой расходов в указанные периоды составляет не менее 50-60, причем измерения расходов распределены по амплитуде колебаний уровня, исключая нижнюю ее часть (где измерения могут быть сгущены), приблизительно равномерно, а именно так, чтобы на каждый интервал в 10% от амплитуды приходилось не менее трех измерений;

в) если экстраполяция кривой расходов вверх не превышает 15%, а вниз 5% от полной амплитуды уровней за прошлые годы, установленной по меткам высоких

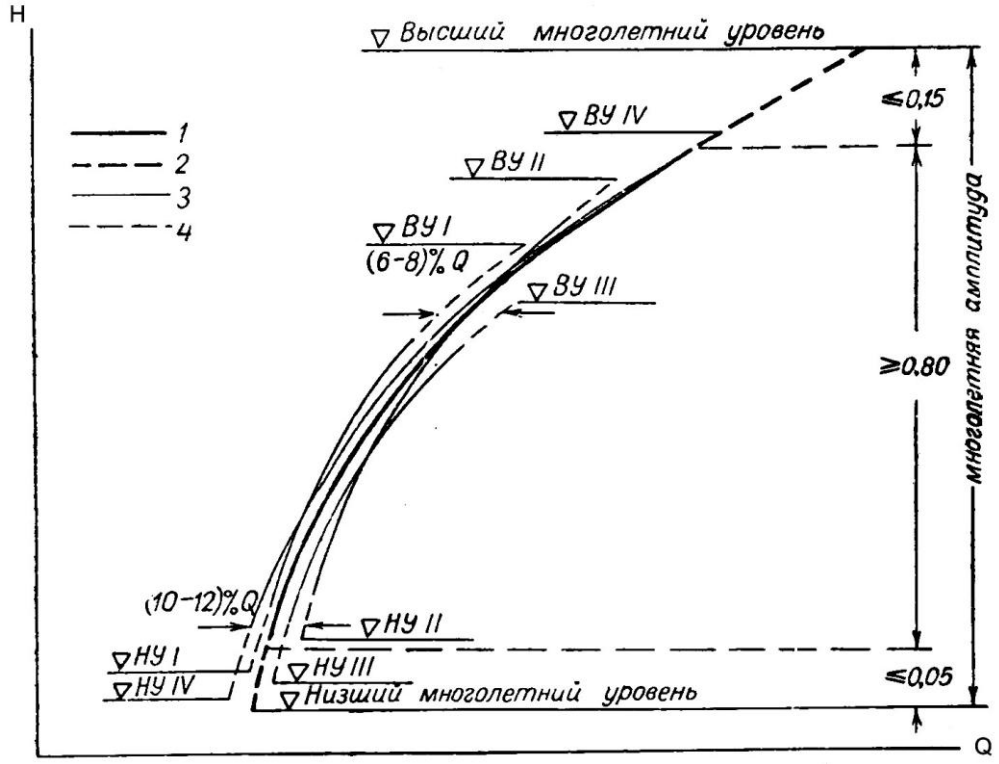
вод или каким-либо другим способом. Кроме того, при наличии поймы обязательным условием является освещение верхней части кривой измерениями не ниже чем до середины амплитуды колебаний уровня в пределах поймы;

1) если при обследовании точно выяснено, что высший исторический уровень наблюдался при заторе или вообще при ледовых явлениях (исключая редкий ледоход), то этот уровень при установлении полной амплитуды не учитывается: амплитуда определяется с учетом высшего уровня воды при свободном русле;

2) если низшие уровни на данной реке всегда наблюдаются при ледовых явлениях или зарастании русла, то амплитуда для многолетней кривой определяется с учетом низшего уровня воды при свободном русле;

г) если отклонения точек измеренных вертушкой расходов (Q, H) и точек измеренных площадей водного сечения (F, H) от построенных соответствующих кривых не превышают следующих пределов: в нижней части кривой (до 20% высоты полной амплитуды уровня) ±12 % для расходов и ±6% для площади; в остальной части кривой ±8-10 % для расходов и ±4-5% для площади;

д) если точки измеренных расходов (Q, H) внутри полосы указанного выше допустимого рассеивания не образуют петлеобразных кривых неустановившегося режима («паводочных петель») с расхождением ветвей более 3-4 % то абсциссе, а систематические отклонения точек, влекущие образование хронологически обособленных групп их, в разные годы (или периоды внутри года) имеют разный знак и взаимно компенсируют друг друга. Иначе говоря, если расположение точек измерений позволяет проведение самостоятельных годичных кривых расходов, то такие кривые в общем пучке должны распределяться равномерно по обе стороны многолетней кривой и к тому же не обнаруживать тенденции к постепенному одностороннему смещению во времени. Кроме того, наибольшие отклонения таких годичных кривых от многолетней не должны превышать ±5—6% в нижней части кривой (до 20% полной амплитуды уровней) и ±3—4% *в* остальной части кривой, в соответствии с рисунком 10.1.



1 -многолетняя кривая, освещенная часть; *2* - многолетняя кривая, экстраполированная часть; *3* — годовые кривые, освещенные части, *4* - годовые кривые, экстраполированные части

Рисунок 11.1 - Схема многолетней кривой расходов

11.17 В период, предшествующий установлению многолетней кривой, вычисление стока производится по самостоятельным для каждого года кривым расходов воды, обоснованным измерениями данного года.

При этом расположение точек измеренных в каждом данном году расходов (при свободном от льда и растительности русле) может дать основание для построения не одной годовой, а нескольких кривых расходов внутри годового цикла.

В этих случаях следует строить временные кривые.

11.18 Многолетняя кривая расходов проводится на глаз посередине полосы рассеивания точек (Q,H) расходов воды, измеренных при свободном состоянии русла.

При этом точки измеренных расходов должны распределяться приблизительно равномерно по обе стороны кривой.

На том же чертеже и в той же шкале уровней строятся кривые F=f(H) и v=f(H), необходимые для установления устойчивости русла (первая кривая) и для экстраполяции кривой расходов. Кроме того, указанные кривые используются при анализе надежности измеренных расходов. Кривая F=f(H) строится по точкам измерений, аналогично кривой расходов. Все три перечисленные кривые должны быть увязаны между собой: для точек измерений в одном гидростворе при любом уровне произведение площади водного сечения на среднюю скорость должно давать величину расхода воды.

Кривые Q=f(H) и F=f(H*)* должны иметь вогнутость, обращенную к оси абсцисс, кривая v=f(H) в большинстве случаев имеет вогнутость, обращенную к оси ординат, или близка к прямой. В том случае, если имеется пойма или отдельные рукава и протоки (действующие постоянно или только при высоких уровнях), для каждой из составных частей такого русла строятся самостоятельные кривые расходов, площадей водного сечения, средних скоростей, что облегчает анализ их и необходимо при экстраполяции. После раздельного построения и экстраполяции на том же чертеже строится суммарная кривая расходов.

Это указание не касается нешироких пойм (ширина которых не превышает 1—1,5 ширины основного русла) при условии отсутствия на пойме самостоятельного, не связанного с основным руслом потока. Для таких пойм отдельная кривая расходов не строится.

11.19 Экстраполяция кривой расходов вверх.

Экстраполяция многолетней кривой вверх производится при соблюдении условий, перечисленных в 10.16.

Экстраполяция кривой расходов вверх может быть выполнена следующими способами:

а) при отсутствии надежных измеренных уклонов поверхности воды:

1) непосредственным продолжением обоснованной части кривой расходов;

2) по элементам расхода (через кривые F=f(H) и v=f(H*);*

3) по способу Стивенса;

б) при наличии надежных измеренных уклонов;

1) с помощью формулы Шези.

Экстраполяция кривой непосредственным продолжением допускается только в случаях, когда неосвещенная измерениями зона не превышает 10% амплитуды уровней и когда профиль поперечного сечения в пределах этой зоны не имеет резких переломов, а шероховатость берегов не претерпевает резких изменений.

Экстраполяция по элементам расхода возможна, если измерение расходов при свободном русле проводилось в одном паводочном гидростворе.

Способ Стивенса целесообразно применять на сравнительно крупных реках при средних глубинах в пределах освещенной части амплитуды уровня не менее 3,5-4 м и при отсутствии заметного подпора. При применении этого способа могут использоваться только расходы, измеренные в одном створе.

Результаты экстраполяции по способу Стивенса следует сопоставлять с результатами, полученными по одному из двух вышеуказанных способов. В тех случаях, когда способ Стивенса дает явные и очень значительные отклонения от результатов экстраполяции по первым двум способам (что может иметь место при невыявленном подпоре), следует предпочесть результаты этих способов.

Экстраполяция непосредственным продолжением обоснованной части кривой расходов. Кривая расходов продолжается до высшего уровня на глаз соответственно направлению обоснованной части. При этом следует учитывать характер изменения поперечного профиля (как в створе водпоста, так и ниже его) в пределах экстраполированной части кривой. Если крутизна склонов берегов в пределах экстраполированной части уменьшается, то пологость кривой должна соответственно увеличиваться. Увеличение шероховатости склонов берегов в пределах экстраполированной части (например, вследствие наличия растительности), напротив, уменьшает пологость кривой (по сравнению со случаем, когда шероховатость остается постоянной по высоте склонов).

Не следует в ряде случаев натравлять верхнюю часть обоснованного участка кривой точно на точку наивысшего из измеренных расходов, особенно если ближайшие к нему расходы дают значительный разброс. Следует помнить, что единичный измеренный расход в общем случае заключает в себе некоторую ошибку измерения. Нужно стремиться к тому, чтобы исключить влияние этой ошибки на проведение верхней части обоснованного участка, а отсюда и на экстраполяцию кривой. Верхняя часть обоснованного участка кривой должна проводиться осредненно по отношению ко всем точкам наибольших намеренных расходов.

На рисунке 10.2 показано, как правильно ориентировать кривую на центр тяжести точек расходов № 13, 14, 15, 16 и неправильно — на наивысшую точку расхода № 14. При этом способе экстраполяции проведение верхней части обоснованного участка существенно

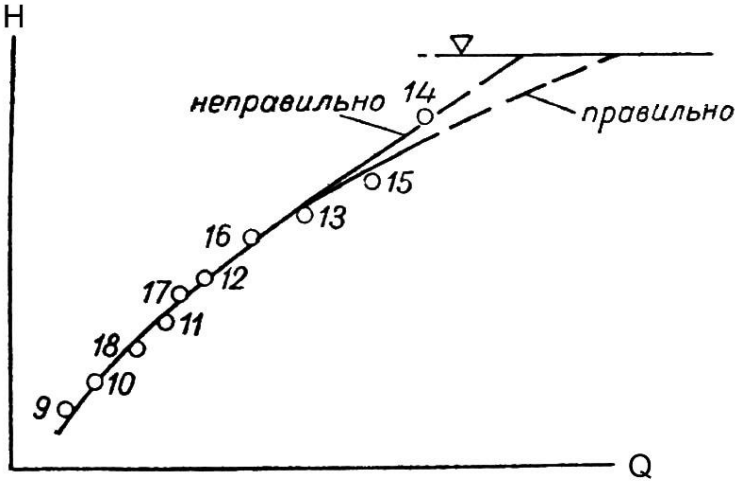


Рисунок 11.2 - Экстраполяция кривой расходов непосредственным продолжением

влияет на положение экстраполированной части, а отсюда и на величину наибольшего расхода.

Экстраполяция по элементам расхода. При этом способе значения площади водного сечения в пределах экстраполированной части кривой расходов вычис-

ляются по поперечному профилю гидроствора, а значения средней скорости получаются путем продолжения на глаз обоснованной части кривой средних скоростей. Расход вычисляется как произведение площади живого сечения на среднюю скорость. Как правило, достаточно ограничиться вычислением только одной наибольшей величины расхода.

При большой пологости и соответственно значительной протяженности экстраполированной части (по абсциссе) полезно вычислить в пределах ее 1—2 промежуточных значения расхода, на которые и ориентировать кривую.

При экстраполяции кривой средних скоростей следует учитывать изменение шероховатости склонов берегов в пределах экстраполированной части (при увеличении шероховатости о пределах указанной части кривая должна идти круче, чем в случае постоянной по высоте склонов шероховатости).

Указания относительно проведения верхней части обоснованного участка кривой расходов полностью относятся и к проведению кривой средних скоростей.

Данный способ экстраполяции не применим в том случае, если створ водомерного поста и гидроствор не совпадают, причем поперечный -профиль русла в этих створах имеет различную конфигурацию, а измерения уровней в гидростворе не велись. В указанном случае следует пользоваться экстраполяцией непосредственным продолжением кривой расходов.

Экстраполяция по способу Стивенса. При экстраполяции по способу Стивенса на одном чертеже с кривой расходов строится кривая $Q=f(F\sqrt{h_{cp}})$.

Для построения последней кривой предварительно составляется таблица (таблица 11.2).

Таблица 11.2 – Таблица вычисления данных для метода Стивенса

№ расхода	H	Q	F	h_{cp}	$\sqrt{h_{cp}}$	$F\sqrt{h_{cp}}$
1	2	3	4	5	6	7

Для построения принимаются только паводочные расходы (измеренные при уровнях выше меженных) при свободном состоянии русла. Для створов, имеющих широкую пойму, построение делается только для верхней части амплитуды уровня, лежащей выше бровок меженного русла, расходы, измеренные при низких уровнях, не используются.

Соответственные точки Q и $F\sqrt{h_{cp}}$ наносятся на график, причем значения Q откладываются по оси абсцисс, а значения $F\sqrt{h_{cp}}$ — по оси ординат. По нанесенным точкам проводится плавная кривая. Вид получившейся кривой является дополнительным критерием возможности применения данного способа: если кривая в верхней части приближается к прямой, способ применять целесообразно, при значительной кривизне ее в верхней части от применения данного способа следует отказаться.

Если точки Q и $F\sqrt{h_{cp}}$, взятые в пределах верхней части амплитуды уровня (выше бровки меженного русла для створов, имеющих пойму), не дают надежного направления кривой $Q=f(F\sqrt{h_{cp}})$, то от применения этого способа также следует отказаться.

После проведения освещенной части кривой $Q=f(F\sqrt{h_{cp}})$, она экстраполируется до наибольшего значения $F\sqrt{h_{cp}}$,отвечающего высшему уровню. При этом уровне значения площади поперечного сечения и средней глубины берутся с профиля. Кривая экстраполируется прямолинейно (если верхний участок освещенной части практически близок к прямой) или со слабой кривизной и постепенным приближением к прямой.

Полученное таким образом наибольшее значение Q графически переносится на кривую расходов, которая на участке экстраполирования проводится на полученную точку. Вид экстраполированного участка кривой расходов служит еще одной проверкой применимости способа Стивенса, обратная вогнутость указывает на ошибочность его применения.

Экстраполяция с помощью формулы Шези. Площадь поперечного сечения в пределах экстраполированной части кривой определяется по поперечному профилю гидроствора, а средняя скорость вычисляется по формуле Шези

$$v = C\sqrt{RI}\,, \tag{11.1}$$

где I — уклон поверхности воды,

C — скоростной коэффициент,

R — гидравлический радиус, вычисляемый по формуле

$$R = \frac{F}{P}\,, \tag{11.2}$$

где R — смоченный периметр поперечного сечения, вычисленный по поперечному профилю.

Для большинства естественных водотоков, у которых отношение наибольшей глубины к ширине зеркала не превышает 1:10, допустимо для упрощения принимать гидравлический радиус равным средней глубине русла $h_{ср.}$

Определение значений величин I и C в пределах экстраполированной части кривой выполняется путем построения и экстраполяции кривых связи указанных величин с уровнем, т. е. кривых $I=f_1(H)$,$C=f_2(H)$.

Для построения первой из указанных кривых все точки измеренных уклонов наносятся на график (I, H_1), а для построения второй — достаточно вычислить значения C для 4—5 уровней, выбранных через равные интервалы в верхней половине освещенной части амплитуды уровня (верхняя точка *C* вычисляется для наивысшего из уровней при измеренных расходах). Для выбранных уровней значения *C* вычисляются по формулам:

$$C = \frac{v}{\sqrt{RI}} \tag{11.3}$$

или

$$C = \frac{v}{\sqrt{hcpI}}\,, \tag{11.4}$$

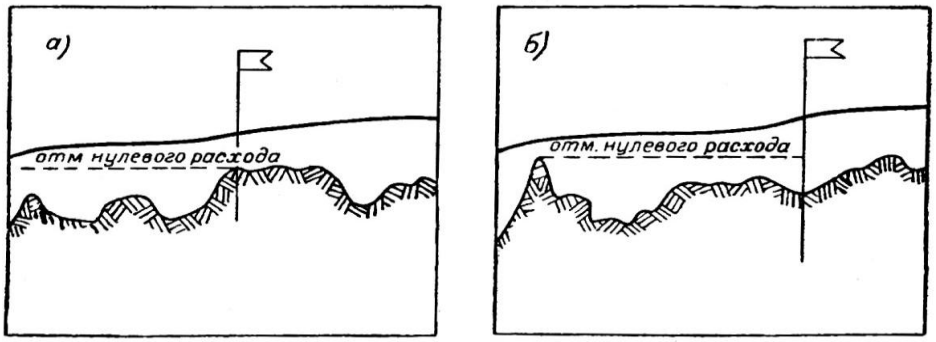
(в зависимости от соотношения между наибольшей глубиной и шириной). Здесь значения v и I при выбранном уровне снимаются с соответствующих кривых, а *R* или h_{cp} вычисляется по поперечному профилю.

На сравнительно крупных реках при средних глубинах, превышающих 3,5–4 м, при наибольших измеренных расходах в большинстве случаев кривые $I=f_1(H)$ и $C=f_2(H)$ в верхних частях имеют очень небольшую кривизну, а последняя кривая на очень крупных реках нередко приближается к прямой, параллельной оси уровней, что существенно облегчает экстраполяцию указанных кривых. На сравнительно малых реках и в любом случае при глубинах менее 3,6-4,0 *м* зависимости I и C от H, как правило, обнаруживают значительную и разнообразную изменчивость. Графики этих зависимостей обычно имеют значительную кривизну и переломы. В таких условиях применение формулы Шези нецелесообразно, так как нельзя рассчитывать надежно проэкстраполировать указанные кривые. В отдельных случаях и при малых глубинах, когда кривые $I=f_1(H)$ и $C=f_2(H)$ в освещенной части имеют плавный вид и приближаются вверху к вертикальным прямым, применение формулы Шези целесообразно.

В случае отсутствия надежных измеренных уклонов, но при наличии постов выше и ниже сравнительно близких, смежных с рассматриваемым (и при единой для всех них системе отметок), уклон иногда можно определить приближенно, как падение между указанными постами, деленное на расстояние между ними.

11.20 Экстраполяция многолетней кривой расходов вниз.

Выбор способа экстраполяции многолетней кривой расходов вниз зависит от возможности установления отметки нулевого расхода, т. е. от метки, при которой движение воды в створе поста



а - створ на перекате, *б* - створ на плесе

Рисунок 11.3 - Определение отметки нулевого расхода

должно прекратиться либо вследствие того, что русло пересохнет (при расположении поста на перекате смотри рисунок 9.3 а), либо вследствие того, что обнажится гребень нижележащего переката (при расположении поста на плесе смотри рисунок 10.3 б). Отметка нулевого расхода может быть определена по продольному профилю реки (по линии наибольших глубин) или путем специальных промеров, связанных нивелировкой с репером водомерного поста:

- при возможности установления отметки нулевого расхода кривая расходов экстраполируется вниз путем продолжения освещенной части на точку нулевого расхода (т. е. точку, лежащую на оси ординат при уровне, равном отметке нулевого расхода);

- при отсутствии данных для установления отметки нулевого расхода экстраполяция кривой расходов вниз выполняется по элементам расхода (аналогично этому же способу при экстраполяции вверх).

11.21 После очередных контрольных измерений, выполняемых для проверки многолетней кривой, вычисление стока производится различно, в зависимости от результатов контрольных измерений, причем могут встретиться три случая:

- отклонения точек контрольных измерений от многолетней кривой не превышают величины вероятной ошибки измерений (в соответствии с таблицей 10.1), средняя линия, проведенная внутри полосы точек контрольных измерений, практически совпадает с многолетней кривой.

Многолетняя кривая в этом случае считается подтвержденной, сток за данный и последующий годы вычисляется по ней.

- точки контрольных измерений располагаются узкой полосой, отклонения точек не превышают пределы, указанные в 10.16, кривая, построенная по точкам контрольных измерений, не совпадает с многолетней кривой, но отклоняется от нее менее чем на 5-6 % в нижней части и 3-4 % —в верхней от указанных в 10.16.

Сток за данный год вычисляется по многолетней кривой. Очередную серию контрольных измерений желательно провести в следующем году.

- точки контрольных измерений дают кривую, отклоняющуюся от многолетней кривой более чем на 5–6 % в нижней части и 3-4 % – в верхней, или же дают воз-

можность построения двух (и более) кривых неустойчивой связи, располагающихся вне указанных пределов относительно многолетней кривой.

Многолетняя кривая в этом случае считается неподтвержденной. Сток за данный год вычисляется по самостоятельной кривой (кривым), в следующие годы проводятся полные серии измерений расходов, как и в начальный период действия структурного подразделения.

Кроме указанных случаев, необходимо иметь в виду, что при контрольных измерениях могут быть обнаружены временные нарушения устойчивости связи между расходом и уровнем под воздействием какого-либо фактора, ранее (в первые годы) не наблюдавшиеся. Например, ветровой нагон исключительной высоты на водоприемнике, в первые годы не случавшийся, может вызвать в рассматриваемом створе временный подпор. В этих случаях установленная многолетняя кривая изменению не подлежит (поскольку нет оснований сомневаться в ее устойчивости в периоды, когда причина, временно нарушающая связь между расходом и уровнем, отсутствует).

Организация наблюдений и методика вычислений ежедневных расходов в дальнейшем должны обеспечить правильный учет возможных временных нарушений связи между расходом и уровнем.

11.22 В случаях, условного подтверждения многолетней кривой расходов контрольными измерениями, отклоняющимися от кривой, но не выходящими за допустимые пределы отклонений, окончательное решение о положении многолетней кривой и вообще о возможности ее применения принимается по истечении 4-5 лет (сверх первоначальных 3 лет) в результате подробного анализа 2–3 полных серий контрольных измерений. При этом надлежит руководствоваться следующими указаниями:

- если результаты контрольных измерений за длительный период дают положение кривой, смещенное относительно первоначального, то строится новая кривая с учетом всех вообще измеренных расходов, она принимается за окончательно установленную многолетнюю кривую, по которой и ведется вычисление стока с того момента, когда обнаружено отклонение кривой от первоначально установленной. Сток за первые годы действия станции, для которых была принята первоначальная кривая, не пересчитывается, если только проверка исходных данных (данных наблюдений над расходом и уровнем) не обнаружила в них ошибок;

- если частные кривые, построенные по отдельным сериям контрольных измерений, последовательно смещаются в одну сторону (допустим, каждая последующая кривая ложится правее предыдущей), это показывает, что рассматриваемому створу присуща в действительности неустойчивая связь между расходом и уровнем (возможно вызванная деформациями русла). В этом случае от использования многолетней кривой с момента, когда обнаружена неустойчивость связи между расходом и уровнем, следует отказаться и вести вычисление стока по отдельным годичным кривым. Сток за первые годы действия поста (по данным которых была первоначально построена устойчивая кривая), если исходные данные после проверки оказались надежными и освещенность измеренными расходами за эти годы настолько велика, что нарушение связи между расходом и уровнем не могло бы остаться незамеченным (если бы оно действительно имело место), пересчету не подлежит.

11.23 Правила построения и оформления многолетней кривой расходов.

Кривая расходов вычерчивается на листе миллиметровой бумаги. Рядом с кривой расходов в той же шкале уровней вычерчиваются кривые площадей водною сечения и средних скоростей.

Формат чертежа должен быть стандартным, выбор формата определяется масштабом и в конечном счете зависит от степени изменчивости уровня и расхода воды.

Для выбора масштабов необходимо предварительно установить амплитуду колебаний уровня, расхода воды, площади живого сечения и средней скорости.

Если амплитуды точно не известны, то следует установить их приближенные значения. Амплитуда колебаний расхода воды может быть приближенно установлена на основании предварительного наложения на чертеж точек (Q,H) в таких масштабах, чтобы они дали дугообразную полосу, хорда которой располагается, под углом около 45° к координатным осям, тогда по наивысшему уровню приближенно определится наибольший расход. Таким же образом по точкам (F, H) могут быть намечены предельные значения площади, а из последних совместно с предельными значениями расхода найдены пределы средней скорости. Кривые площадей водного сечения и средних скоростей желательно располагать под углом около 60° к оси абсцисс.

Масштабы следует выбирать так, чтобы в единице длины на чертеже было 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 и т. д. единиц высоты уровня, расхода, площади сечения и скорости.

Точки измерений, произведенных в различные годы (или при длительном периоде — в различные группы лет), обозначаются разными знаками, например, пустым кружком, залитым кружком, полузалитым кружком, крестиком и т. п. в сочетании с разными цветами. Перед проведением кривых точки измерений закрепляются на чертеже тушью.

При значительной амплитуде расходов, когда отношение наибольшего расхода к наименьшему составляет 20 и больше, необходимо вычертить в увеличенных масштабах уровня и расхода (обычно а 5–10 раз крупнее) нижнюю часть кривой расходов в пределах 20–30% амплитуды уровней. В этом случае на общий чертеж кривой точки измеренных расходов при низких уровнях не наносятся.

По нанесенным точкам кривые расходов, площадей и средних скоростей вначале намечаются карандашом от руки, увязываются между собой, а затем уже проводятся окончательно с помощью лекала. Кривые в части, обоснованной измерениями, проводятся сплошными линиями, в экстраполированной — пунктиром.

После проведения кривой расходов с чертежа снимаются координаты опорных точек, за которые принимаются значения расходов воды по кривой при высшем и низшем уровнях, а также значения расходов через интервалы уровня 5–20 см (в зависимости от масштаба и степени кривизны) с таким расчетом, чтобы отрезки кривой между ними можно было в пределах практической точности считать прямыми (расхождения не более 1-2%). При заметном изменении кривизны по амплитуде допускается принимать разные интервалы между опорными точками в верхней и нижней частях кривой. При снятии координат опорных точек нужно проследить за тем, чтобы для каждого интервала уровня приращение расхода не было больше, чем для вышерасположенного.

По опорным точкам, занесенным в ПЭВМ, рассчитывается подробная таблица координат кривой расходов через 1 см уровня воды.

11.24 Паводочные петли.

В рассматриваемом случае основным способом является вычисление стока по кривым расходов подъема и спада, образующим в совокупности петлеобразную кривую (паводочную петлю). Кривые подъема и спада, которые строятся для каждого паводка, выражают неустойчивую во времени связь между расходом и уровнем для периода данного подъема или спада уровня.

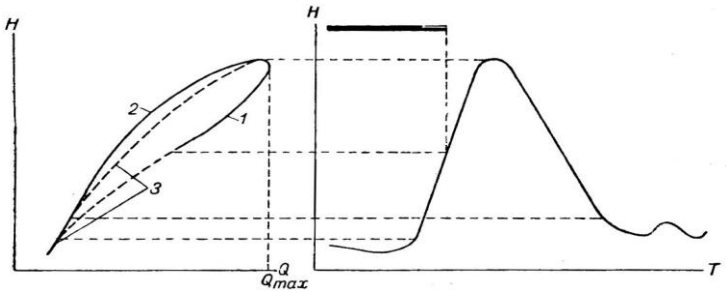
При освещении измерениями расходов всей амплитуды колебании уровня как на подъеме, так и на спаде при состоянии русла, свободном от ледяных образований, влияющих на связь между расходом и уровнем, (построение кривых подъема и спада определяется расположением точек измеренных расходов (Q, H). Требования, которым должно удовлетворять проведение указанных кривых, сводятся к следующему:

- кривая должна представлять плавную линию;
- точки измеренных расходов должны распределяться равномерно по обе стороны кривой.

На практике при построении паводочных петель часто приходится считаться с недостаточной освещенностью хода уровня измерениями расходов вследствие того, что на подъеме ледоход воспрепятствовал проведению гидрометрических работ, хотя в то же время и не влиял на связь между расходом и уровнем, что для ледохода средней и малой густоты на больших реках является обычным.

При построении петлеобразных кривых в условиях недостаточной освещенности необходимо иметь в виду изложенные ниже положения, которые облегчают построение кривой на неосвещенном участке и ее экстраполяцию. Указанные положения могут также помочь при оценке надежности вызывающих сомнение измеренных расходов (поплавочных, вертушечных при сокращенном числе вертикалей и т. п.). Все нижеследующие положения относятся к случаю отсутствия деформаций русла и переменного подпора.

В общем случае при одновершинном паводке петлеобразная кривая должна иметь вид, изображенный на рисунке 10.4.



Qmax

1 — кривая подъема, 2 - кривая слада, 3 — кривая установившегося режима

Рисунок 11.4 – Петлеобразная кривая расходов воды

В целях наглядности график уровня на рисунке несколько схематизирован, а расхождение ветвей кривой несколько преувеличено сравнительно с обычно наблюдающимся в действительности.

В нижних частях ветви подъема и спада смыкаются в одну кривую, являющуюся нижней частью кривой установившегося режима. Под кривой установившегося режима подразумевается кривая, выражающая однозначную связь между расходом и уровнем, которая имела бы место, если бы колебания расхода и уровня происходили настолько медленно, что не вызывали бы ощутимой разности уклонов на подъеме и спаде. Заметим, что эта кривая в общем случае не проходит посередине между ветвями подъема и спада.

Точки ответвления кривых подъема и спада от кривой установившегося режима соответствуют началу ясно выраженного подъема и концу ясно выраженного спада паводка. Так как на практике переход от зимней межени к подъему и от спада к летней межени зачастую имеет постепенный характер, то соответственно этому и указанные точки «а петлеобразной кривой часто обозначаются не четко. Однако затруднений в построении кривой это обстоятельство обычно не вызывает. Положение кривой спада, как правило, на всем протяжении ее определяется

точками измеренных расходов, а в отыскании точки ответвления кривой подъема в большинстве случаев нет необходимости в связи с тем, что начало подъема относится к периоду оплошного ледостава или густого ледохода, влияющего на связь между расходом и уровнем. Сток за этот период вычисляется методами, указанными в 10.25 – 10.36. На рисунке 10.4 нижняя фиктивная часть кривой подъема показана пунктиром.

В верхней части кривые подъема и спада сопрягаются плавным закруглением. Наивысшая точка петлеобразной кривой — точка сопряжения кривых подъема и спада — должна лежать на кривой установившегося режима, что имеет значение для экстраполяции петлеобразных кривых. Точка наибольшего расхода должна лежать на ветви подъема несколько ниже наивысшего уровня. Соответственно этому срок наступления наибольшего расхода должен опережать срок наступления наивысшего уровня. При небольшой относительной ширине петли это последнее положение на практике нередко не оправдывается и наибольший расход оказывается соответствующим наивысшему уровню.

Каждому данному паводку и каждой волне многовершинного паводка в общем случае отвечает самостоятельная петлеобразная кривая, как показано на рисунке 10.5. При построении недостаточно освещенных кривых подъема в семействе паводочных петель можно ориентировочно руководствоваться следующим правилом: отклонение по абсциссе ветви петлеобразной кривой от кривой установившегося режима тем больше, чем больше величина интенсивности изменения уровня. Последняя величина может быть оценена по углу наклона линии подъема или спада уровня или отдельных участков этой линии к горизонтальной оси. Чем круче наклон указанной линии, тем дальше от кривой установившегося режима должна лежать соответствующая ветвь петлеобразной кривой.

На рисунке 10.5 взаимное положение кривых подъема и спада паводков I и II отвечает изложенному правилу. Подъем паводка I более интенсивен, чем паводка II (в пределах амплитуды колебаний уровня паводка I), а спад — менее интенсивен. Соответственно этому ветви петли паводка I лежат правее ветвей петли паводка II.

Наличие деформаций русла или переменного подпора нарушает справедливость изложенных положений. В этих условиях кривые установившегося режима для различных паводков могут смещаться относительно друг друга, а положение ветвей может быть не связано с интенсивностью изменения уровня.

В условиях слабовыраженной неустойчивости русла или переменного подпора (например, если эти условия проявляются только в отдельные годы) изложенные правила могут использоваться для ориентировки при обязательном учете имеющихся данных о деформациях русла или о причинах переменного подпора.

Основным приемом экстраполяции петлеобразных кривых вверх в условиях отсутствия деформаций русла и переменного подпора при наличии не менее трех- четырех полностью освещенных в верхней части петель является предварительное построение (а в необходимых случаях и экстраполяция) кривой установившегося режима с последующим проведением кривых подъема и спада на точку кривой установившегося режима при наивысшем уровне. Верхняя часть кривой установившегося режима (которая и необходима для данной цели) строится как кривая правильного вида (кривая однозначной связи между расходом и уровнем) по вершинам петель полностью освещенных паводков. При этом точки вершин освещенных паводков могут несколько отклоняться по обе стороны кривой установившегося режима.

Если высший уровень, до которого требуется проэкстраполировать данную не полностью освещенную петлю, лежит между высшими уровнями других освещенных петель (высший уровень паводка IV на рисунке 10.6), то, очевидно, построе-

ние отрезка кривой установившегося режима между вершинами освещенных петель (I, II, III) вполне достаточно для определения положения вершины экстраполируемой петли.

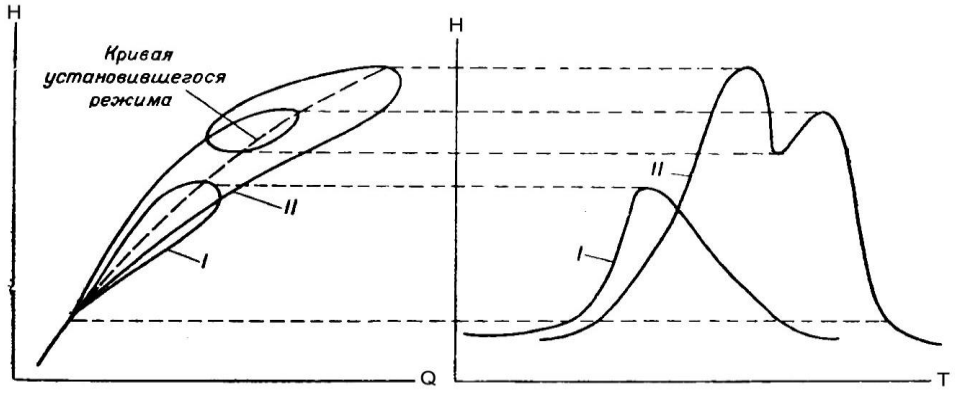
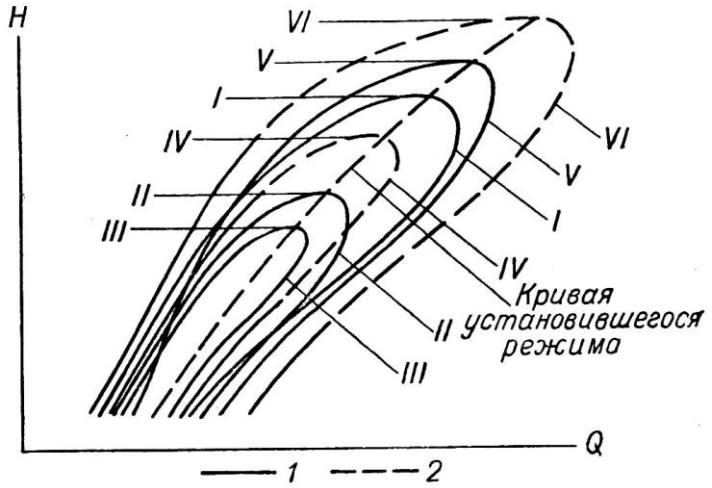


Рисунок 11.5 - Паводочные петли различных паводков

Если высший уровень, до которого нужно проэкстраполировать данную петлеобразную кривую, является наивысшим для всего семейства построенных петлеобразных кривых (паводок VI на рисунке 10.6), то кривую установившегося режима следует проэкстраполировать до указанного уровня, что можно выполнить либо путем продолжения на глаз освещенной части, либо по элементам расхода (в соответствии с указаниями 10.19). При использовании последнего приема необходимо предварительно построить и проэкстраполировать кривую $v=f_2(H)$ установившегося режима (что выполняется так же, как для кривой расходов) и однозначную кривую $F=f_1(H)$.

В случае отсутствия достаточного числа уже построенных освещенных петель (3-4), что является нормальным положением для начального периода действия станции, экстраполяцию кривых подъема и спада следует выполнять продолжением их



1—освещенная часть кривой, 2— экстраполированная часть кривой

Рисунок 11.6 - Экстраполяция паводочных петель

на глаз по направлению освещенной части, с последующим сопряжением посредством плавного закругления. После накопления материалов наблюдений, позволяющих построить кривую установившегося режима, экстраполяция кривых за прошлые годы должна быть исправлена и соответствующие ежедневные и экс-

тремальные расходы пересчитаны, если обнаружились значительные отклонения вершин ранее построенных петель от кривой установившегося режима.

При наличии деформаций русла или переменного подпора изложенный способ экстраполяции неприменим. В этих условиях единственным способом экстраполяции кривых подъема и спада является продолжение их на глаз по направлению освещенной части, с учетом вида других, освещенных петлеобразных кривых.

В отдельных и на практике сравнительно редких случаях при наличии многолетнего ряда наблюдений (не менее 8—10 лет с достаточно полным освещением петлеобразных кривых) может представиться возможность построения многолетних (условно однозначных) кривых подъема и спада с целью прекращения в дальнейшем ежегодных паводочных гидрометрических работ и перехода к порядку проведения контрольных измерений.

Для этого необходимо, чтобы наибольшие расхождения между самостоятельными для каждого паводка кривыми подъема и спада в многолетнем пучке по абсциссе не превышали 5—6%. Это, разумеется, не относится к верхним сопрягающим участкам кривых.

Кроме указанного условия, необходимо, чтобы смещения кривых в пучке относительно друг друга не носили систематического одностороннего характера.

Многолетние условно однозначные кривые подъема и спада проводятся посередине пучка соответствующих кривых каждого паводка с соблюдением возможно большей плавности формы кривой. Для паводков, не освещенных измерениями расходов (в период после построения многолетних кривых), переходы от кривой подъема к кривой слада осуществляются посредством плавного закругления, касающегося в верхней точке линии высшего для данного паводка уровня. Вид таких переходных верхних участков устанавливается по аналогии с освещенными петлями, а также на основании учета характера хода уровня в верхней части паводочного пика. Чем острее вершина пика на графике уровня, тем более пологим (близким к горизонтальной линии) должен быть переходный участок между многолетними кривыми подъема и спада.

В годы, когда проводятся контрольные паводочные измерения расходов, для вычисления стока за данный год по измеренным расходам этого года строится самостоятельная петлеобразная кривая. Если ветви указанной построенной по контрольным измерениям петлеобразной кривой лежат в пределах полосы допустимого смещения (5—6% по абсциссе), то многолетние кривые подъема и спада считаются подтвержденными и использование их в дальнейшем возможно. Если построенные по контрольным измерениям кривые выходят (полностью или частично) из указанных пределов, следует возобновить ежегодные паводочные измерения расходов и возвратиться к вычислению стока по самостоятельным для каждого паводка кривым.

Данные указания применимы и в случаях слабо выраженной неустойчивости русла и переменного подпора, влияние которых, суммируясь с влиянием неустановившегося режима при прохождении паводочных волн, вызывает нарушения связи между расходом и уровнем, не выходящие из указанных выше пределов.

При наличии надежных ежедневных (или вообще срочных) измеренных уклонов поверхности воды для вычисления стока за период подъема, не освещенный измерениями расходов, можно использовать условие постоянства модуля расхода $\frac{Q}{\sqrt{I}}$ при постоянном уровне.

В указанных условиях расход подъема при заданном уровне Н может быть вычислен по формуле:

$$Qn = Qcn\sqrt{\frac{In}{Icn}} \quad , \qquad (10.5)$$

где $Q_п$ — расход подъема,

$Q_{сп}$ — расход спада,

$I_п$ — поверхностный уклон на подъеме,

$I_{сп}$ — поверхностный уклон на спаде.

При практическом применении рассматриваемого способа с целью устранения из вычислений случайных ошибок измерений уклонов (которые могут быть значительны) можно применять следующий прием. Предварительно точки измеренных за период данного паводка уклонов наносятся на график I, H и по указанным точкам строится петлеобразная кривая уклонов — кривая $I=f_3(H)$. Кривая проводится в виде плавной линии так, чтобы точки измерений распределялись равномерно по обе стороны ее (как кривая расходов), чем достигается осреднение значений измеренных уклонов. После этого для каждого среднесуточного уровня периода спада с кривых уклонов снимаются значения соответствующих уклонов подъема и спада, а с кривой расходов спада — значения расхода спада и подставляются в приведенную формулу.

Следует иметь в виду, что изложенный способ не может применяться при неустойчивости русла в гидростворе, но применим при наличии переменного подпора (постоянство модуля расхода сохраняется вне зависимости от причин, вызывающих изменение уклона). В последнем случае (сочетание паводочной волны с переменным подпором), при недостатке или отсутствии измеренных расходов на подъеме, способ представляет особую ценность вследствие отсутствия других путей к построению неосвещенной ветви подъема.

Способ требует сравнительно высокой точности измерения уклонов, так как величина относительной разности между уклонами подъема и спада на крупных равнинных реках (для которых типична петлеобразная связь между расходом и уровнем), как правило, невелика — порядка 10-20 %. Критерием возможности применения данного способа для вычисления расходов не освещенного измерениями подъема служит контрольный расчет по приведенной формуле другой, освещенной кривой подъема. Удовлетворительное совпадение результатов такого расчета со значениями расходов, полученными по кривой, показывает возможность применения изложенного способа.

11.25 Ледовый режим

Вычисление стока при наличии на реке ледяных образований представляет обычно сравнительно трудную задачу вследствие сложности и многообразия их влияния на условия протекания потока и ограниченной возможности непосредственных измерений. В ряде случаев ледовая обстановка на реке затрудняет, а часто и вовсе исключает возможность измерений расходов воды (густой ледоход, непрочный лед и т. п.).

Для предварительной ориентировки при выборе способов вычисления стока необходимо различать перечисленные ниже основные типы зимнего режима. В основу различия типов положены признаки, имеющие значение с точки зрения выбора способа вычисления стока, целей систематизации общего гидрологического характера намеченные типы режима не преследуют.

а) тип I - характеризуется длительным непрерывным периодом сплошного ледостава при отсутствии шуги или три наличии ее в небольших количествах в период замерзания реки в виде подледных постепенно рассасывающихся скоплений.

Этот тип может иметь следующие два варианта:

1) Вариант А. Температурный режим зимы характеризуется отсутствием оттепелей, питание реки осуществляется за счет притока грунтовых вод, изменение расхода с момента ледостава до начала весеннего снеготаяния носит характер постепенного уменьшения (иногда расход в указанный период сохраняет приблизительно постоянное значение).

2) Вариант Б. Температурный режим зимы характеризуется оттепелями, вызывающими приток поверхностных вод, но в то же время не влекущими разрушения сплошного ледяного покрова на участке станции (талые воды проникают под лед через полыньи, закраины и трещины выше участка поста). К этому же варианту относятся случаи, когда под ледяным покровом проходят попуски из искусственных водохранилищ, и вообще все случаи, когда при сплошном ледяном покрове имеют место колебания расхода разного знака.

б) тип II характеризуется отсутствием непрерывного сплошного ледостава; ледостав чередуется с подвижками льда, временными вскрытиями, образованием полыней на участке поста и ниже его в результате оттепелей или попусков, ведущих к разрушению ледяного покрова, при условии ограниченной шугоносности, т. е. при отсутствии длительных периодов зажорного состояния реки.

в) тип III характеризуется длительными (охватывающими значительную часть зимнего сезона или весь сезон) периодами подпорного состояния водотока в створе поста от зажора на нижележащем участке, независимо от состояния реки в створе водпоста.

Такой тип режима обусловливается главным образом причинами, не связанными с климатом (порожистость, значительная водоносность в зимнее время).

г) тип IV характеризуется промерзанием водотока, в силу чего образуется надледное течение воды. В продолжение большей части зимнего сезона течение воды на таких реках в результате промерзания вообще отсутствует.

Необходимо иметь в виду, что в одном и том же створе в различные зимние сезоны могут отмечаться различные типы зимнего режима.

Внутри зимнего сезона целесообразно выделить периоды, характеризующиеся различными условиями, имеющими значение с точки зрения вычисления стока. В обоих вариантах типа I зимний сезон можно разграничить на три основных периода:

- переходный период осеннего замерзания;
- период сплошного ледостава;
- переходный период весеннего вскрытия.

Для типа II указанное расчленение сохраняется, но граница между периодом осеннего замерзания и периодом ледостава, нарушающегося временными вскрытиями, здесь выражена нечетко. В некоторых случаях в типе II весь зимний сезон по характеру режима может быть приравнен к переходному периоду. Внутри периода сплошного ледостава в типе I также целесообразно выделять три периода, в дальнейшем изложении условно называемые:

- начальный ледоставный период;
- основной ледоставный период;
- весенний предледоходный период.

Начальный ледоставный период является периодом рассасывания подледных скоплений шуги и сглаживания нижней поверхности льда, которая в первые моменты ледостава, как правило, бывает весьма неровной. Этот период может иметь различную продолжительность в зависимости от характера осеннего ледохода. В предельных случаях, когда замерзание носит спокойный характер и осуществляется путем срастания заберегов, данный период может быть вовсе не выражен. В течение основного ледоставного периода гидравлический режим потока не испытывает значительных и резких изменений, происходит более или ме-

нее постепенное увеличение толщины льда и уменьшение шероховатости его нижней поверхности. В весенний предледоходный период часто наблюдается интенсивное сглаживание нижней поверхности льда и уменьшение толщины ледяного покрова, что приводит к сравнительно быстрому снижению степени стеснения живого сечения потока и сопротивлений его движению.

В ряде случаев указанные явления бывают выражены не резко и тогда нет необходимости разделять основной ледоставный и предледоходный периоды.

Каждому из выделенных типов зимнего режима соответствует группа способов вычисления стока, являющихся наиболее целесообразными в условиях данного режима. Такие способы, соответствующие каждому типу и варианту зимнего режима, указаны в таблице 10.3.

При этом для типа I в таблице указаны способы вычисления стока, применимые в период сплошного ледостава. Вопрос о вычислении стока за переходные периоды рассмотрен далее особо.

Наименования некоторых способов в таблице даются сокращенно. Хронологический график зимних переходных коэффициентов обозначен Кзим=f(t), способ вычисления коэффициентов с учетом стеснения живого сечения льдом обозначен Кзим=f(a).

Таблица 11.3 – Способы вычисления стока по типам рек

Тип I		Тип II	Тип III	Тип IV
вариант А	вариант Б			
1.Интерполяция между измеренными расходами	1. $К_{зим}$=f(t)	1. $К_{зим}$=f(t) в сочетании со срезкой уровней	1.Интерполяция между измеренными расходами	1.Интерполяция между измеренными расходами
2.Интерполяция между измеренными расходами с использованием зависимости $К_{зим}$=f(α)	2.Зимние кривые расходов	2. $К_{зим}$=f(α)**	2.Срезка уровней	2.Зимние кривые расходов
3.Зимние кривые расходов*	3. $К_{зим}$=f(α)	3.Интерполяция между измеренными расходами***	3.Восстановление уровней по графику связи с бесподпорным постом	

* Преимущественно для крупных рек.
** Для периодов сравнительно устойчивого сплошного ледостава.
*** В условиях очень частого измерения расходов.

Следует иметь в виду, что назначение таблицы сводится только к тому, чтобы дать ориентировку в подходе к выбору способа вычисления стока. В конкретных случаях практики может встретиться такое сочетание условий зимнего режима, которое нельзя будет точно отнести к какому-либо из выделенных типов и вариантов, и исполнителю, вычисляющему сток, придется решать вопрос о способе вычисления независимо от содержащихся в таблице рекомендаций.

При выборе способа вычисления из числа рекомендуемых для каждого типа и варианта зимнего режима следует учитывать степень освещенности стока измерениями расходов, водоносность реки в рассматриваемый зимний сезон, степень устойчивости связи между расходом и уровнем, свойственной открытому руслу, обоснованность летней кривой расходов в нижней части и т. д. Влияние перечисленных условий на выбор способа вычисления стока в таблице в целом не учтено (кроме отдельных случаев, оговоренных в примечаниях к таблице), эти условия учтены в дальнейшем изложении, при характеристике области применения каждо-

го из рекомендуемых способов. В таблице рекомендуемые для каждого типа и варианта режима способы вычисления расположены в порядке убывания степени их применимости в условиях данного режима при учете всех факторов.

Ниже, в 10.26 – 10.31, изложены перечисленные в таблице способы вычисления стока и охарактеризованы условия их применения, а в 10.32 – 10.36 рассмотрены особенности вычисления стока за отдельные периоды, отличающиеся сложностью гидрометеорологических условий, в силу чего они не нашли отражения в таблице 10.3.

11.26 Интерполяция между измеренными расходами

Для вычисления стока путем интерполяции между измеренными расходами в условиях зимнего режима следует применять графическую криволинейную интерполяцию, т. е. непосредственное построение гидрографа по точкам (Q, *t)* измеренных расходов.

При проведении линии гидрографа необходимо стремиться к осреднению случайных отклонений значений измеренных расходов, однако это возможно, как правило, только при весьма частом измерении расходов (при частоте примерно более 5-6 измерений в месяц). Кроме того, при осредненном проведении линии гидрографа необходимо учитывать характер питания водотока в рассматриваемый период. При отсутствии притока поверхностных вод или искусственных попусков, когда величина расхода не может испытывать колебаний разного знака, осреднение является обязательным, если только этому не препятствует недостаточная частота измерений расходов. Наоборот, при возможности колебаний расхода разного знака Осреднение не является обязательным. Если в этом случае отклонения точек измеренных расходов от осредненной линии гидрографа могут быть объяснены изменениями в притоке поверхностных вод (что устанавливается путем анализа комплексного графика), то от осреднения следует отказаться и вести гидрограф по точкам.

В пояснение сказанного на рисунке 10.7 приведен следующий пример. Для вычисления стока за начальный ледоставный период, когда режим уровня носил подпорный характер вследствие зажорных явлений, применена интерполяция между измеренными расходами. Частое измерение расходов вполне позволяет применить данный способ вычисления. Расположение точек расходов № 11—15 позволяет провести линию гидрографа осредненно (показана пунктиром), но такое проведение было бы неправильным, так как в промежутке времени, когда измерялись расходы № 13 и 14, была оттепель и положение точек этих расходов отражает, очевидно, фактическое увеличение расхода. Наоборот, отклонения точек расходов № 19 и 20 от осредненной линии не связаны с какими-либо возможными колебаниями стока и могут быть объяснены только неточностью измерений; следовательно, осредненное проведение линии гидрографа по отношению к этим расходам является правильным.

Применение интерполяции между измеренными расходами целесообразно во всех тех случаях, когда, с одной стороны, учет хода уровня не может дать уточнения вычислений, а именно при наличии переменного подпора от ледяных образований на нижележащем участке (зажорно - заторные явления), а с другой стороны, когда измерение расхода имеет характер постепенного убывания (т.е. случай отсутствия поверхностного питания и попусков).

При очень частом измерении расходов, когда имеется уверенность в том, что пики зимних паводков и впадины между ними освещены измерениями расходов (или имеются достаточно близкие к указанным точкам измерения), интерполяция может применяться и в условиях наличия поверхностного притока.

Условия, в которых наиболее целесообразно применять интерполяцию между измеренными расходами, имеют место в зимы с устойчивым ледоставом и без от-

тепелей (тип I, вариант А). Учет хода уровня посредством хронологического графика $К_{зим}$ при данном режиме, как правило, не дает уточнения, но осложняет вычисления и в ряде случаев может внести в них ошибки.

На реках с выраженным зажорным режимом (тип III) интерполяция между измеренными расходами хотя и не всегда может обеспечить достаточную точность вычислений, но, во всяком случае, является предпочтительной по сравнению с любым способом, основанным на учете хода уровня. Если режим характеризуется возможностью формирования зимних паводков в зажорный период, то при построении гидрографа необходимо учитывать характер питания, основываясь на ходе температур воздуха и осадков. В тех случаях, когда для рассматриваемого створа на основании наблюдений предшествующих, достаточно полно освещенных измерениями зимних сезонов, представляется возможным установить типовой вид гидрографа, следует при построении гидрографа данного зимнего сезона учитывать типовой ход изменения расходов. Это облегчает проведение линии гидрографа в интервалах между измерениями расходов при редких измерениях.

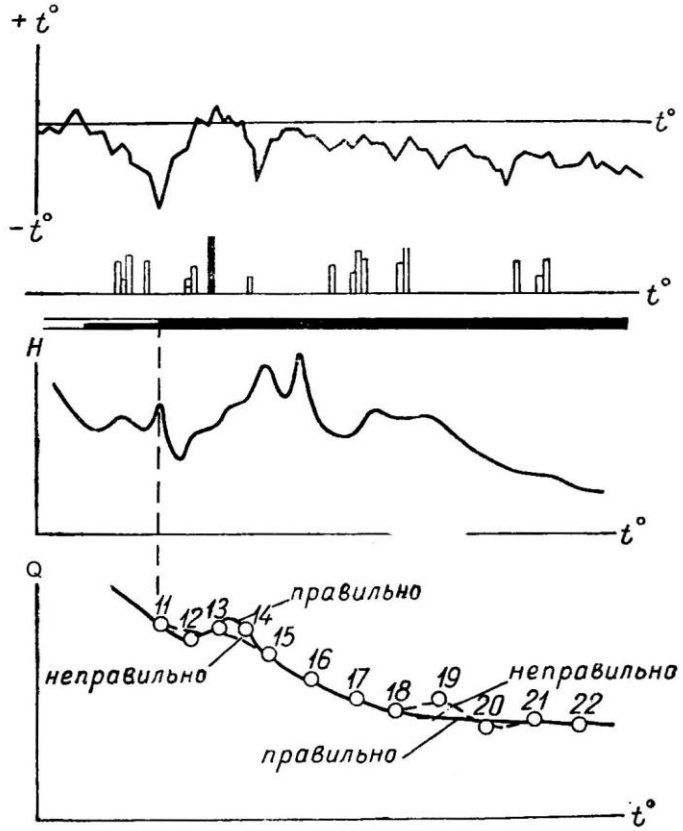


Рисунок 11.7 - Пример интерполяции между измеренными расходами в начальный ледоставный период

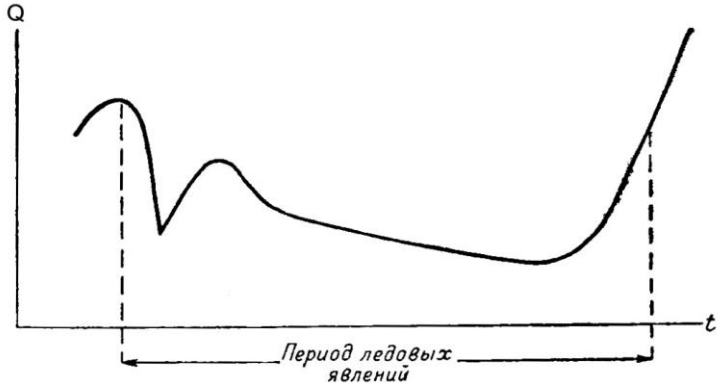


Рисунок 11.8 - Пример типового зимнего гидрографа

Пример одного из возможных вариантов вида типового гидрографа показан на рисунке 11.8.

Интерполяция между измеренными расходами является, как правило, наиболее целесообразным способом вычисления стока при движении потока поверх льда вследствие промерзания русла.

Кроме перечисленных основных случаев применения интерполяции между измеренными расходами, указанный способ при весьма частых измерениях расходов может быть использован для вычисления стока в переходные периоды, даже если при этом имели место колебания расхода разного знака.

Наконец, и при неустойчивом ледоставе (тип II) для отдельных периодов, очень полно освещенных измерениями расходов, применение интерполяции может оказаться целесообразным.

11.27 Построение хронологического графика зимних переходных коэффициентов

Зимний переходный коэффициент $К_{зим}$ выражает степень нарушения связи между расходом и уровнем, свойственной свободному руслу, в результате суммарного влияния ледяных образований. Числовое значение зимнего переходного коэффициента равно отношению расхода воды при наличии ледяных образований $Q_{зим}$ к расходу, снятому при том же уровне с кривой свободного русле $Q_{СВ}$

$$Кзим = \frac{Qзим}{Qсв} \quad , \qquad (11.6)$$

Для вычисления стока может быть использован хронологический график зимних переходных коэффициентов $К_{зим}$=f(t) построенный непосредственно по значениям $К_{зим}$, вычисленным по измеренным расходам, иногда с применением для построения графика некоторых вспомогательных приемов.

При применении этого способа предварительно вычисляются и наносятся на график ($К_{зим}$, t) значения зимних переходных коэффициентов измеренных расходов. Затем по полученным точкам строится хронологический график зимних коэффициентов $К_{зим}$=f(t). Для периода сплошного ледостава линия графика проводится как плавная кривая, проходящая непосредственно по точкам значений $К_{зим}$, при очень частых измерениях линию графика следует проводить осредненно; при этом, однако, необходимо предварительно проанализировать ход ледообразования и уровня, чтобы иметь уверенность, что отклонения точек $К_{зим}$ не связаны с ходом указанных элементов.

В первые дни ледостава, наступившего после ледохода и шугохода, значения $К_{зим}$ обычно имеют наименьшие значения, затем по мере выравнивания нижней поверхности льда и рассасывания шуговых скоплений значения $К_{зим}$ увеличиваются. Дальнейшее увеличение толщины льда на малых и средних реках обычно вы-

зывает уменьшение значения $К_{зим}$ вплоть до момента весеннего подъема уровня воды, после чего значения $К_{зим}$ могут резко увеличиваться. Иногда при установлении ледостава путем быстрого замерзания всей поверхности реки или путем смыкания заберегов (без ледохода и шугохода) значения $К_{зим}$ от первых дней ледостава постепенно уменьшаются (вместе с увеличением толщины льда) до момента начала весеннего подъема уровня. Повышения уровня внутри ледоставного периода, связанные с увеличением расхода (зимние паводки и попуски, не нарушающие ледяного покрова), на малых и средних реках обычно вызывают увеличение $К_{зим}$.

Более сложные приемы построения графика, необходимые для вычисления стока за осенний и весенний переходные периоды и при неустойчивом ледоставе, рассмотрены особо в 11.35.

Значения ежедневных и срочных расходов получаются путем умножения значений расходов, снятых с кривой свободного русла при соответствующих уровнях, на значения ежедневных переходных коэффициентов, определяемые по графику.

График $К_{зим}=f(t)$ вычерчивается в составе комплексного графика. При значениях $К_{зим}$, лежащих в пределах от 1.00 до 0.20, величина его откладывается в масштабе 1см = 0.10, значения ежедневных коэффициентов при снятии с графика округляются до 0.01. Если значения $К_{зим}$ падают ниже 0.20, то участок графика с низкими значениями $К_{зим}$ строится дополнительно в укрупненном вертикальном масштабе 1см = 0.05 и значения ежедневных коэффициентов, лежащие ниже 0.20, снимаются с точностью до 0.005. Значения $К_{зим}$ по измеренным расходам вычисляются в соответствии с указанной выше точностью.

Применение вычисления стока с помощью хронологического графика зимних переходных коэффициентов, построенного непосредственно по точкам измерений (т. е. без применения вспомогательных приемов построения графика), целесообразно в тех случаях, когда учет хода уровня может дать уточнение вычислений, следовательно, когда колебания уровня отражают изменения расхода (резко выраженный переменный подпор от ледообразовании отсутствует), а в то же время колебания расхода имеют разный знак или же происходят не плавно. Применение вспомогательных приемов построения графика $К_{зим}$ и комбинирование данного способа с другими позволяют использовать его и в тех случаях, когда подпорные колебания уровня сказываются заметно, хотя и не доминируют над колебаниями, связанными с изменениями расхода.

При отсутствии видимой связи между расходом и уровнем, что имеет место при зажорно - заторном режиме, использование зимних переходных коэффициентов в любом варианте способа недопустимо, так как может повлечь грубые ошибки.

11.28 Вычисление зимних переходных коэффициентов с учетом степени стеснения живого сечения потока ледяными образованиями

В некоторых случаях уточнение значений зимнего переходного коэффициента в промежутках между измерениями расходов может быть достигнуто путем использования зависимости между этим коэффициентом и степенью стеснения живого сечения потока ледяными образованиями. Последняя учитывается коэффициентом а, равным отношению площади живого сечения *F* потока под ледяным покровом к полной площади поперечного сечения, ограниченной сверху линией уровня воды в лунке $F_{полн}$:

$$a = \frac{F}{Fполн} = \frac{Fполн - Fпл}{Fполн}, \qquad (11.7)$$

где: $F_{полн}$ представляет площадь живого сечения потока при данном уровне и свободном состоянии русла;

$F_{пл}$ - площадь погруженного льда.

Площади мертвых пространств в обоих случаях (для вычисления F и $F_{полн}$) должны исключаться.

При отсутствии переменного подпора и постоянной шероховатости нижней поверхности льда $К_{зим}$ является однозначной функцией α, выражающейся кривой параболического вида рисунок 10.9. Когда значения α равны нулю или единице, соответствующие значения $К_{зим}$ также равны нулю и единице (что ясно из физического смысла рассматриваемых коэффициентов).

Отчетливая зависимость $К_{зим}$=f(α) получается преимущественно дли средних рек, реже для малых, с небольшой глубиной, соизмеримой с толщиной льда, и при однообразной толщине льда на участке станции.

Если такую кривую $К_{зим}$=f(α) для данного створа и для данного зимнего сезона (точнее, для периода сплошного ледостава) можно построить по точкам значений $К_{Эим}$ и α при измеренных расходах, а в то же время измерения толщины льда позволяют получить значения α на любой день в промежутках между измерениями расходов, то промежуточные значения $К_{Эим}$ могут быть получены по указанной кривой.

Вычисление стока в этом случае производится в следующем порядке.

Вычисляются значения $К_{зим}$ и α для измеренных расходов (данные для вычисления а берутся непосредственно из таблицы измеренных расходов воды) за период сплошного ледостава, и точки соответствующих значений наносятся на график ($К_{зим}$, α). Через поле точек проводится плавная кривая с вогнутостью, обращенной к оси $К_{зим}$, причем направление кривой при экстраполяции ее по продолжению освещенной части в общем случае следует выводить на точки α =0, $К_{зим}$ = 0 и α =1, $К_{зим}$=1.

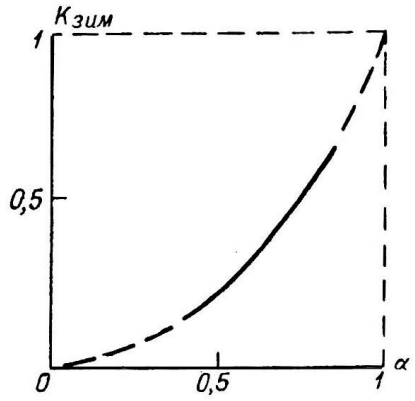


Рисунок 11.9 - Вид кривой $К_{зим}$=f(*а*)

Критерием применимости способа является величина отклонения вычисленных по измеренным расходам точек (Кзим. α) для основного ледоставного периода от кривой, при отклонениях по ординате свыше ±15–20 % способ не может быть использован.

Устойчивая связь между α и $К_{зим}$ для начального ледоставного периода, как правило, и для предледоходного весеннего периода в некоторых случаях отсутствует. Границы, в пределах которых возможно использование связи $К_{зим}$=f(α) устанавливаются на основе анализа положения точек измерений на графике.

Для вычисления значений в промежутках между измерениями расходов предварительно строится по данным ледомерных наблюдений хронологический график изменения толщины погруженной части льда (наносится пунктирной линией на график полной толщины льда, входящий в состав комплексного графика).

Далее намечаются характерные моменты времени в промежутках между моментами измерения расходов, для которых необходимо вычислить α. Такие моменты должны отвечать переломным точкам графика уровня (начало, вершина и конец повышения уровня и т. д.) и графика толщины погруженного льда.

При вычислении α для указанных характерных моментов следует различать два случая:

- гидроствор совпадает со створом водомерного поста и створом измерений толщины льда;

- гидроствор со створом водомерного поста и створом измерений толщины льда не совпадает.

В первом случае для выбранных характерных моментов (дней) с комплексного графика снимаются -значения толщины погруженного льда $h_{пл}$. Затем, принимая найденные значения $h_{пл}$ за средние по сечению и умножая их на ширину реки, соответствующую середине слоя погруженного льда (по профилю гидроствора), вычисляют на эти дни значения $F_{пл}$ и α.

Значения $F_{полн}$ снимают при этом с кривой F=f(H).

Во втором случае для выбранных характерных дней значения $F_{пл}$ вычисляются по данным водомерного поста, а именно - снятые, как указывалось выше, с комплексного графика значения $h_{пл}$ умножаются на ширину, соответствующую середине слоя погруженного льда по профилю водомерного поста. Значения площади $F_{полн}$ находятся также по профилю в створе поста.

Необходимо иметь в виду, что в данном случае значения а, полученные указанным путем по данным створа ледомерных наблюдений для моментов измерения расхода, могут отличаться от значений, полученных по гидроствору. Если при этом отклонения точек ($К_{зим}$, а), полученных на день измерения расхода по данным створа ледомерных наблюдений, от точек, полученных по данным гидроствора, не имеют систематического характера и не превышают ± 16-20% по ординате, то для вычисления $К_{зим}$ используется кривая, построенная по точкам гидроствора. Если отклонения значений а и точек ($К_{зим}$, а), полученных по данным створа ледомерных наблюдений, от значений и точек, полученных по данным гидроствора, носят систематический односторонний характер, то следует перестроить кривую $К_{зим}$=f(*а*), проведя ее заново по точкам ($К_{зим}$, а), полученным по данным створа ледомерных наблюдений на дни измерения расходов, и в дальнейшем использовать эту последнюю кривую.

После того как тем или другим из перечисленных способов определены значения а для выбранных характерных моментов времени, значения $К_{зим}$ для указанных моментов снимаются с кривой $К_{зиМ}$=f(α).

Точки $К_{Зим}$, полученные по измеренным расходам и по кривой $К_{зиМ}$=f(α) для характерных моментов, наносятся на хронологический график зимних переходных коэффициентов, по ним строится кривая $К_{зиМ}$=f(t) и далее сток вычисляется в порядке, указанном в 10.27.

Возможность использования рассматриваемого способа определяется устойчивостью зависимости $К_{зим}$ от α. Однозначная зависимость между $К_{зим}$ и α имеет место в условиях отсутствия переменного подпора от ледообразовании и постоянства шероховатости нижней поверхности льда. Практически в ряде случаев, когда влияние переменного подпора и изменений шероховатости нижней поверхности льда выражено слабо [разброс точек ($К_{Зим,}$ α) по ординате не превышает ±15-20%], зависимость $К_{Зим}$ от α может быть использована для вычислений.

11.29 Зимние кривые расходов

Вычисление по зимним кривым расходов целесообразно использовать в целях сокращения числа измерений расходов в период сплошного ледостава, при устойчивом ледоставе без оттепелей. Однако нужно иметь в виду, что в данном ва-

рианте зимнего режима применение кривых для вычисления стока оправдывает себя, как правило, только на крупных реках. На средних и малых реках при рассматриваемом режиме могут иметь место колебания уровня, обусловленные только ходом ледообразования, учет которых при вычислении стока ошибочен. При отсутствии указанного обстоятельства кривые расходов используются в следующем порядке. По завершении начального периода работы поста (когда ведутся учащенные измерения расходов) полученные сезонные кривые сопоставляются и выясняется, имеют ли они сходный друг с другом вид. Если это имеет место, то в дальнейшем следует перейти на сокращенные нормы измерений расходов и строить для каждого последующего сезона кривые, опираясь на имеющиеся измерения данного сезона и учитывая установленный ранее типовой вид кривой.

Другим случаем целесообразности использования зимних кривых является случай получения однозначной связи в условиях сплошного ледостава при наличии оттепелей, вызывающих увеличение расхода, но не нарушающих устойчивость ледяного покрова

При этом рассматриваемый способ дает возможность количественного учета колебаний уровня, вызванных изменениями расхода. Такой случай вполне возможен на крупных реках, где толщина льда мала сравнительно с глубиной, но может иметь место иногда и на меньших реках.

Кроме того, зимние кривые расходов могут применяться для вычисления стока за периоды весеннего вскрытия, что рассмотрено особо в 10.36.

11.30 Срезка подпорных уровней за подпорный период

Рассматриваемый прием применяется, когда подпор от ледяных образований (зажоров, заторов) на нижележащем участке резко выражен, границы начала и конца подпорного периода четко определяются по графику уровня и в то же время указанный период не освещен измерениями расходов. Подпорное происхождение подъема уровня устанавливается на основании анализа хода температуры воздуха и осадков и учета данных о ледовых явлениях. Если анализ указанных элементов показывает, что подъем уровня мог быть связанным с увеличением расхода, то указанный прием применять не следует.

Сущность рассматриваемого приема заключается в том, что наблюденные уровни за подпорный период не учитываются.

Если при этом можно предполагать, что в подпорный период ход изменений расхода был монотонным и плавным (что устанавливается на основании анализа хода температуры воздуха и осадков), то ход уровня не учитывается вовсе и вычисление ведется путем графической интерполяции между известными значениями расхода на границах подпорного периода. Последние вычисляются тем способом, который применяется в периоды, смежные с подпорным периодом (например, путем применения хронологического графика $К_{зим}$ или по зимней кривой расходов).

11.31 Восстановление уровней по кривой связи с бесподпорным постом

В тех случаях, когда на данной реке, кроме рассматриваемого поста, расположен другой достаточно близкий пост и для указанных постов может быть построена устойчивая кривая связи уровней, данные наблюдений над уровнем на смежном посту следует использовать при вычислении стока на рассматриваемом посту в период подпора от ледяных образований (зажоров или заторов), не освещенный измерениями расходов. Необходимым условием для этого является отсутствие влияния подпора на уровни смежного поста, т. е. этот пост должен либо находиться ниже места возникновения подпора, либо (если он лежит выше рассматриваемого) быть вне зоны распространения подпора.

Кроме того, способ применим, как правило, только в тех случаях, когда подпор от заторно - зажорных явлений возникает при свободном состоянии русла на обо-

их постах, так как кривая связи для несвободного состояния русла обычно не получается. На практике наиболее часто такой случай может иметь место в период весеннего вскрытия, когда при свободном состоянии русла в створах постов или при ледоходе невысокого балла, не влияющем на связь между расходом и уровнем, ниже створа рассматриваемого гидрологического поста образовался затор.

Сущность способа заключается в том, что за подпорный период вместо наблюденных уровней на рассматриваемом посту принимаются уровни, полученные по кривой связи с бесподпорным постом. После этого сток вычисляется по кривой свободного состояния русла.

Ценность рассматриваемого приема заключается в том, что он позволяет (при отмеченных выше благоприятных условиях) исключить влияние подпора даже в тех случаях, когда в подпорный период имеет место немонотонный и неплавный ход изменений расхода.

11.32 Особенности вычисления стока в начальный ледоставный период. При сравнительно длительном сплошном ледоставе начальный ледоставный период отличается, как правило, некоторыми особенностями, которые не позволяют применить способы вычисления стока, используемые в наиболее продолжительный основной ледоставный период.

Указанные особенности заключаются в том, что в начальный ледоставный период очень часто наблюдаются явления переменного подпора от подледных скоплений шуги, образовавшихся при установлении ледостава, и резко изменяющаяся шероховатость нижней поверхности льда. Эти обстоятельства затрудняют применение способа вычисления стока посредством построения хронологического графика коэффициентов и делают невозможным использование связи $K_{зим}=f(\alpha)$. Также нецелесообразным в силу указанного делается и построение кривых расходов. Только в сравнительно немногочисленных случаях, когда процесс замерзания происходит спокойно, ледяной покров образуется в результате срастания заберегов и подпорные явления отсутствуют, могут быть использованы способы, основанные на учете хода уровня. В то же время в рассматриваемый период обычно имеют место колебания расхода, вызванные или потерями стока на ледообразование, или оттепелями. Последнее обстоятельство затрудняет и применение интерполяции между измеренными расходами, если измерения производились недостаточно часто, чтобы захватить максимумы и минимумы гидрографа. Следует заметить, что частое измерение расходов в начальный ледоставный период не всегда бывает возможным (из-за непрочного льда, выхода воды на лед, закраин и т. д.).

При выборе способа вычисления стока в начальный ледоставный период следует различать два основных случая:

- отсутствие или весьма слабое развитие подпорных явлений, вызванных подледными скоплениями шуги;
- значительное развитие переменного подпора от подледных скоплений шуги.

Основанием для установления того или другого характера режима являются данные наблюдений над ледовыми явлениями (в основном наличие или отсутствие сведений о шуге) и анализ хода температуры воздуха и осадков, который ведется по комплексному графику. Такой анализ дает возможность выявить колебание уровня, не связанные с изменениями величины расхода и, следовательно, имеющие подпорное происхождение.

В первом из указанных случаев в качестве основного способа вычисления стока следует применять вычисление при помощи хронологического графика $K_{зим.}$ Только в случае очень частых измерений расходов, когда имеется уверенность, что переломные точки гидрографа достаточно четко определены имеющимися

измерениями, следует вычислять сток по интерполяции между измеренными расходами.

Во втором из указанных случаев в качестве основного способа вычисления стока следует применять интерполяцию между измеренными расходами, используя при этом некоторые вспомогательные приемы для уточнения вида гидрографа на недостаточно освещенных участках.

Ниже указаны такие приемы для случая наиболее сложного хода изменений расхода, когда имеют место значительные потери стока на ледообразование.

Одним из вспомогательных приемов является установление для данного створа типового вида гидрографа начального ледоставного периода путем анализа гидрографов предыдущих зимних сезонов, исключая те, которые недостаточно обоснованы измерениями расходов и не могут считаться надежными. Такой анализ полезно вести при помощи совмещения рассматриваемых гидрографов на общей шкале времени, за начало которой принят момент начала ледостава. По шкале откладываются не календарные даты, а время от начала ледостава $t_л$.

Наличие представления о типовом виде гидрографа позволяет сравнительно легко произвести графическую интерполяцию для рассматриваемого конкретного сезона, опираясь на имеющиеся измерения и руководствуясь типовым ходом расходов в интервалах между измерениями. При этом предварительно нужно установить, что данный сезон не является аномальным ни в отношении гидрологической обстановки (водоносность, ход осеннего замерзания), ни в отношении метеорологических условий. В противоположном случае использовать типовой гидрограф нельзя.

Наиболее сложным вопросом обычно является вычисление минимального расхода, приходящегося на 1-й день ледостава, ввиду того, что нередко ни в этот день, ни в ближайшие предшествующие и последующие дни не производятся измерения расходов (густой ледоход перед становлением ледяного покрова и малая прочность льда в первые дни). Экстраполяция гидрографа или графика $К_{зим}$ в прямом или обратном направлении (т. е. со стороны периода осеннего замерзания или со стороны периода сплошного ледостава) при значительных ее размерах и неопределенности угла наклона той или другой линии не обещает удовлетворительных результатов.

Более или менее надежное решение можно получить только после накопления достаточного материала наблюдений за прошлые годы, не менее чем за 4 - 5 сезонов, в которые удалось выполнить измерения в близкие к началу ледостава дни. При наличии таких измерений в указанные прошлые годы значение расхода на первый день ледостава может быть получено путем короткой экстраполяции линии гидрографа. В рассматриваемый менее освещенный сезон значение расхода на первый день ледостава может быть получено либо путем экстраполяции гидрографа (в обратном направлении, т. е. со стороны ледоставного периода) по аналогии с хорошо освещенными прошлыми сезонами, либо путем установления связи между уровнем на первый день ледостава $Н_1$ и значением зимнего коэффициента $К_{зим}$ на этот же день. Такая связь в некоторых случаях существует и получается достаточно тесной и пригодной для практического использования. При этом связь в рассматриваемых условиях получается обратная: с повышением значений $Н_1$ значения $К_{зим}$ падают, что естественно, так как большее наполнение русла способствует большему развитию шугоносности, а это влечет снижение $К_{зим}$

Пользуясь надежным значением $К_{зим}$, определяют значение расхода на первый день ледостава, таким образом, создается возможность построить начальный участок гидрографа на первые дни ледостава.

11.33 Особенности вычисления стока в весенний предледоходный период.

Предледоходный весенний период после устойчивого ледостава, как правило, имеет некоторые особенности, в связи с которыми может возникнуть необходимость применения в этот период других способов вычисления стока или других расчетных зависимостей, чем применяемые в основной ледоставный период того же сезона.

В предледоходный период после зимы с устойчивым ледоставом, как правило, имеет место увеличение расхода, отражающееся на ходе уровня. В то же время подпорные подъемы в рассматриваемый период представляют сравнительно редкое явление (это может произойти только в условиях вскрытия реки на нижележащем участке и затем образования там затора). Поэтому в общем случае в предледоходный период учет уровня необходим, и, следовательно, если вычисление в основной ледоставный период велось по интерполяции между измеренными расходами, то здесь необходимо переходить на вычисление с помощью хронологического графика $К_{зим.}$ Впрочем, при весьма частых измерениях расходов интерполяция может быть продолжена и до момента вскрытия.

Другой иногда наблюдающейся особенностью предледоходного периода является заметное снижение шероховатости нижней поверхности ледяного покрова. В указанных условиях для предледоходного периода может образоваться самостоятельная кривая неустойчивой связи, ответвляющаяся от кривой основного ледоставного периода, если такая была построена.

11.34 Особенности вычисления стока в осенний и весенний переходные периоды и в периоды временных вскрытий.

В переходные периоды, а также при временных вскрытиях изменения расхода во времени, как правило, носят достаточно резкий характер и колебания расхода могут иметь разный знак. В то же время проведение частых измерений расходов, позволяющее применить интерполяцию между измеренными расходами, нередко бывает невозможным по объективным причинам (густой ледоход, непрочный ледяной покров). Поэтому учет хода уровня при вычислении стока в рассматриваемые периоды в большинстве случаев является необходимым. Однако учет хода уровня в условиях переходных периодов и периодов временных вскрытий осложняется следующими обстоятельствами:

а) сложным влиянием ледяных образований на участке станции, отличающихся в рассматриваемые периоды большим разнообразием в качественном отношении и различным количественным развитием;

б) невозможностью в общем случае учесть степень стеснения сечения потока льдом посредством коэффициента α, поскольку сплошной ледостав наблюдается в рассматриваемые периоды вообще редко, а если и наблюдается, то обычно сопровождается шугообразованием;

в) влиянием ледяных образований, главным образом зажоров и заторов, на нижележащем участке реки. Переменный подпор от зажоров и заторов является фактором, наиболее осложняющим учет уровня при вычислении стока. В некоторых случаях подпор от зажора или затора может настолько резко нарушить связь между расходом и уровнем, что учет хода уровня в подпорный, период становится нецелесообразным. Поэтому в переходные периоды применение изложенных выше простых приемов учета хода уровня недостаточно.

Кроме хода уровня, должен учитываться ряд других элементов гидрологической обстановки, а кроме того, могут привлекаться косвенные соображения для уточнения вычислений в интервалах между измерениями расходов.

Основным способом вычисления стока в переходные периоды и при частом чередовании ледоставов с вскрытиями является построение хронологического графика зимних переходных коэффициентов с учетом гидрологической обстановки и в сочетании со срезками уровней, изложенном ниже. В отдельных случаях

при весьма частых измерениях расходов, когда переломные точки гидрографа освещены измерениями (или имеются измерения, близкие к указанным точкам по времени), может применяться интерполяция между измеренными расходами для всего рассматриваемого переходного периода или наиболее освещенной части его.Также в отдельных случаях в период весеннего вскрытия при монотонном ходе изменения расхода (.непрерывное нарастание) для вычисления стока может быть построена кривая неустойчивой связи расхода и уровня.

11.35 Построение хронологического графика $К_{зим}$ =f(t) следует начинать с установления внешних границ рассматриваемого переходного периода осенью и весной, на которых значение $К_{зим}$ равно единице. При наличии частых измерений расходов за указанную границу принимается: осенью — последний, а весной — первый день, когда фактическое значение $К_{зим}$, вычисленное по измеренному расходу, равно (с учетом допустимой ошибки измерений) единице. Если частота измерений расходов не позволяет установить границы указанным путем, то следует ориентироваться на имеющиеся сведения о характере ледяных образований. Как правило, сало, редкий ледоход, забереги суммарной шириной менее 10—15% ширины реки (если не наблюдается прилипшая к их нижней поверхности шуга) не оказывают практически ощутимого влияния на связь между расходом и уровнем. Поэтому ориентировочно можно принимать, что отклонение значения $К_{зим}$ от единицы начинается осенью, с первого дня густого или среднего ледохода или с разрастанием заберегов свыше указанной относительной ширины, а весной кончается с прекращением густого ледохода. Эти ориентировочные указания в каждом конкретном случае должны уточняться путем изучения пограничных участков графика $К_{зим}$ для предшествующих зимних сезонов, лучше освещенных измерениями расходов, чем рассматриваемый.

В некоторых случаях на зарастающих реках значение переходного коэффициента на внешней границе периода осеннего замерзания может оказаться ниже единицы (в силу влияния остатков водной растительности). Величина коэффициента на границе периода в этих случаях должна устанавливаться по ближайшим измерениям расхода.

Значения $К_{зим}$ на первый и последний день сплошного ледостава (на внутренних границах переходных периодов) устанавливается в процессе вычислений стока за ледоставный период. При этом величина расхода на первый и последний день сплошного ледостава может быть получена и не путем применения зимнего переходного коэффициента, а каким-либо другим способом (например, по интерполяции, по зимней кривой расходов и т. д.), но в таких случаях по вычислении расхода следует определить величину $К_{зим}$ на указанные дни для использования ее при построении графика $К_{зим}$ на переходные периоды.

При построении графика $К_{зим}$ для переходных периодов следует учитывать:

- ход температуры воздуха и осадков (по комплексному графику);
- сведения о характере и количественном развитии ледяных образований на участке станции (балл ледохода, ширина и толщина заберегов, особенно данные о шуге и т. д.);
- сведения о ледовой обстановке на нижележащем участке реки, особенно сведения о зажорах *я* заторах;
- ход уровня на других постах, расположенных на данной реке (по совмещенному графику);
- материалы вычислений стока, сведения о ледовых явлениях и комплексные графики за прошлые годы.

Учет хода температуры воздуха и осадков имеет первостепенное значение, так как позволяет отличить подъем уровня, связанный с повышением расхода (в результате оттепели или выпадения жидких осадков), от подпорного подъема, вы-

званного заторно - зажорными явлениями. Для решения этого же вопроса может быть использовано сопоставление хода уровня на данном посту с ходом на других постах по совмещенному графику.

Учет хода температуры воздуха может, кроме того, в некоторых случаях восполнить недостаток сведений о ледовых явлениях, в частности о шуге. Резкое понижение температуры (при отрицательных ее значениях) при полностью или частично открытой поверхности воды, как правило, сопровождается шугообразованием, что необходимо учитывать при построении графика $К_{зим.}$ Наоборот, оттепели вызывают частичное или полное рассасывание шуги, образовавшейся ранее и прилипшей к нижней поверхности заберегов или сплошного ледяного покрова.

Влияние ледяных образований, наблюдаемых непосредственно на участке поста, в ряде случаев может быть количественно приближенно учтено путем использования материалов прошлых лет, лучше освещенных измерениями расходов, Например, если в прошлые годы при ледоходе определенного балла или при заберегах определенной ширины и толщины имелись измеренные расходы, а в рассматриваемом зимнем сезоне при аналогичной ледовой обстановке измерений расхода выполнить не удалось, то значения $К_{зим}$ полученные в предшествующие годы, могут быть использованы и в рассматриваемом году. При этом непосредственный перенос значения коэффициента допустим только при полном соответствии ледовой обстановки и при близких значениях уровня в прошедшем и рассматриваемом зимних сезонах. В ином случае в величину коэффициента, полученную по измерениям прошлых лет, должны быть внесены соответствующие коррективы (необходимо исходить из того, что при повышенной водоносности реки при данной ледовой обстановке значение $К_{зим}$ должно повышаться и наоборот).

При достаточно подробных сведениях о ледовых явлениях на участке поста, во всяком случае, возможен качественный учет изменений в ледовой обстановке в промежутках между измерениями расходов (повышение густоты ледохода, увеличение размеров заберегов и т. п. должны отражаться на графике $К_{зим}$ понижением его значений).

Сведения о ледовой обстановке на нижележащем участке дают основу для установления наличия или отсутствия подпора от ледяных образований.

В те периоды, когда можно выделить подъем уровня чисто подпорного характера, ход уровня при вычислении ежедневных расходов не учитывается. Вычисление стока внутри такого периода производится, как правило, путем непосредственной графической интерполяции между измеренными расходами или между значениями расхода, вычисленными путем применения $К_{зим}$ на границах подпорного периода. Колебания уровня, обусловленные изменениями величины расхода (переменный подпор отсутствует), следует по возможности учитывать при построении графика $К_{зим}$ путем увеличения значения $К_{зим}$ при повышении уровня и наоборот. Для периодов осеннего замерзания этот прием тем более необходим, что повышение расхода в данных условиях обычно связано с повышением температуры воздуха и разрушением ледяных образований. Полезно иметь в виду, что в периоды осеннего замерзания наинизшее значение $К_{зим}$ в большинстве случаев имеет место в момент образования сплошного ледяного покрова. Данное положение является правилом, когда ледостав наступает при резком понижении температуры воздуха и происходит путем смерзания плывущею льда. Если процесс установления ледостава происходил путем разрастания заберегов в сочетании с ледоходом и шугообразованием, причем наблюдались временные понижения температуры воздуха, указанное положение может оказаться нарушенным и

Наинизшее значение $К_{зим}$ может иметь место ранее момента образования сплошного ледяного покрова, в момент наибольшего развития шугообразования.

При частых колебаниях уровня небольшой амплитуды, не связанных или почти не связанных с изменениями расхода, следует использовать график $К_{зим}$ только для вычисления отдельных характерных точек гидрографа, а в промежутках строить гидрограф путем графической интерполяции.

Конкретизировать указания о построении графика $К_{зим}$ для переходных периодов не представляется возможным ввиду чрезвычайного разнообразия случаев, которые могут встретиться в практике. В каждом частном случае исполнитель, вычисляющий сток, должен самостоятельно проводить анализ гидрометеорологической обстановки периода и применять тот или иной метод вычисления, руководствуясь изложенными выше общими положениями.

Для пояснения применения указанных общих положений к конкретным случаям ниже приводятся некоторые характерные примеры.

На рисунке 10.10 показан ход изменения $К_{зим}$ в осенний и весенний переходные периоды в наиболее простых условиях: постепенное плавное понижение температуры воздуха и расхода осенью и такое же повышение весной при отсутствии заторно -зажорных явлений. Балл ледохода осенью постепенно повышается, а весной после вскрытия остается приблизительно постоянным вплоть до момента прекращения густого ледохода. Среднее значение $К_{зим}$ для данного

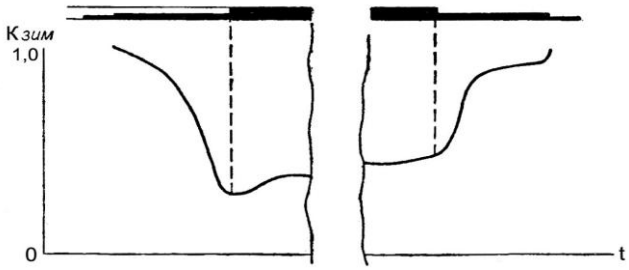


Рисунок 11.10 - График $К_{зим}$ = f(t) в простых условиях переходных периодов

балла весеннего ледохода установлено приблизительно, по аналогии с измерениями расходов, которые удалось провести в близких условиях в прошлые годы. Переход к этому среднему значению $К_{зим}$ от значения, имеющегося на последний день ледостава, и от среднего значения к единице (при редком ледоходе) выполнен скачкообразно. Проведение линии графика $К_{зим}$ в осенний переходный период не требует пояснений.

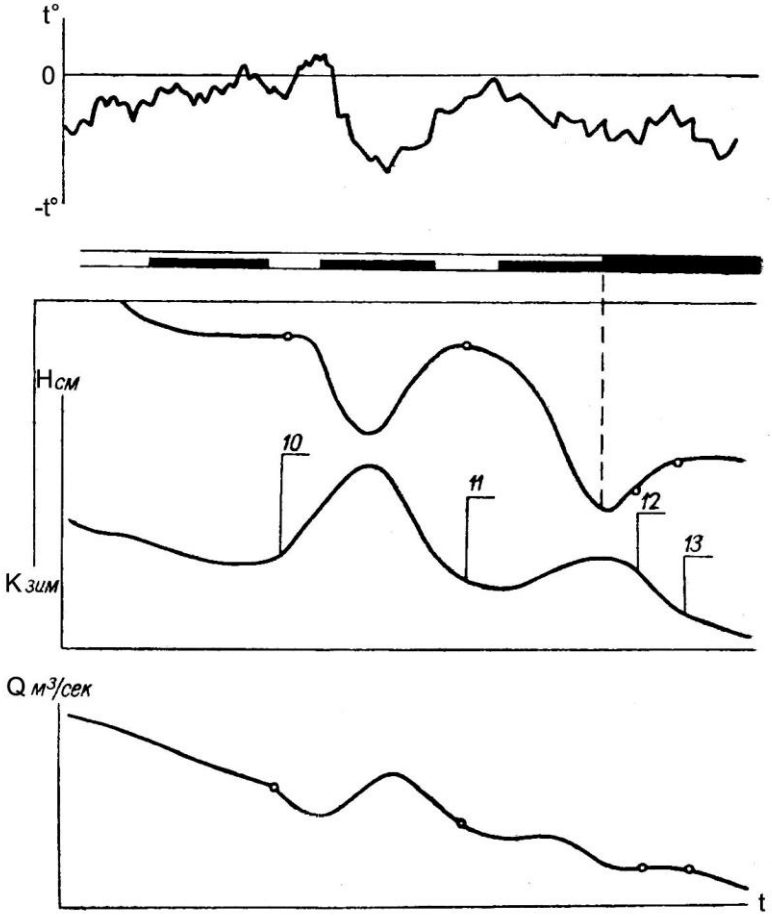


Рисунок 11.11 - График $К_{зим}$ = f(t) в сложных условиях замерзания.

На рисунке 10.11 показан несколько более сложный случай: сравнительно длительный период осеннего замерзания, во время которого имело место троекратное понижение температуры воздуха. При вторичном понижении температуры наблюдалось шугообразование. В то же время в результате предшествующей оттепели и выпадения жидких осадков и верхней части водосбора имело место увеличение расхода (сформировавшийся паводок в это время достиг створа). Таким образом, подъем уровня, совпадающий с периодом вторичного понижения температуры, обусловлен и подпором, и увеличением расхода.

Основанием для проведения начального участка графика $К_{зим}$ служит измеренный расход № 10. Вплоть до начала вторичного резкого понижения температуры значение $К_{зим}$ принято постоянным, равным значению при расходе № 10 (возможностью некоторого понижения величины коэффициента в начале всего периода при низких температурах для упрощения пренебрегаем). Следующей опорной точкой графика является точка $К_{зим}$ при измеренном расходе № 11. В промежутке линия графика проведена с понижением с целью учесть подпор от скоплений шуги. Если возможности оценить наименьшее значение $К_{зим}$ на данном

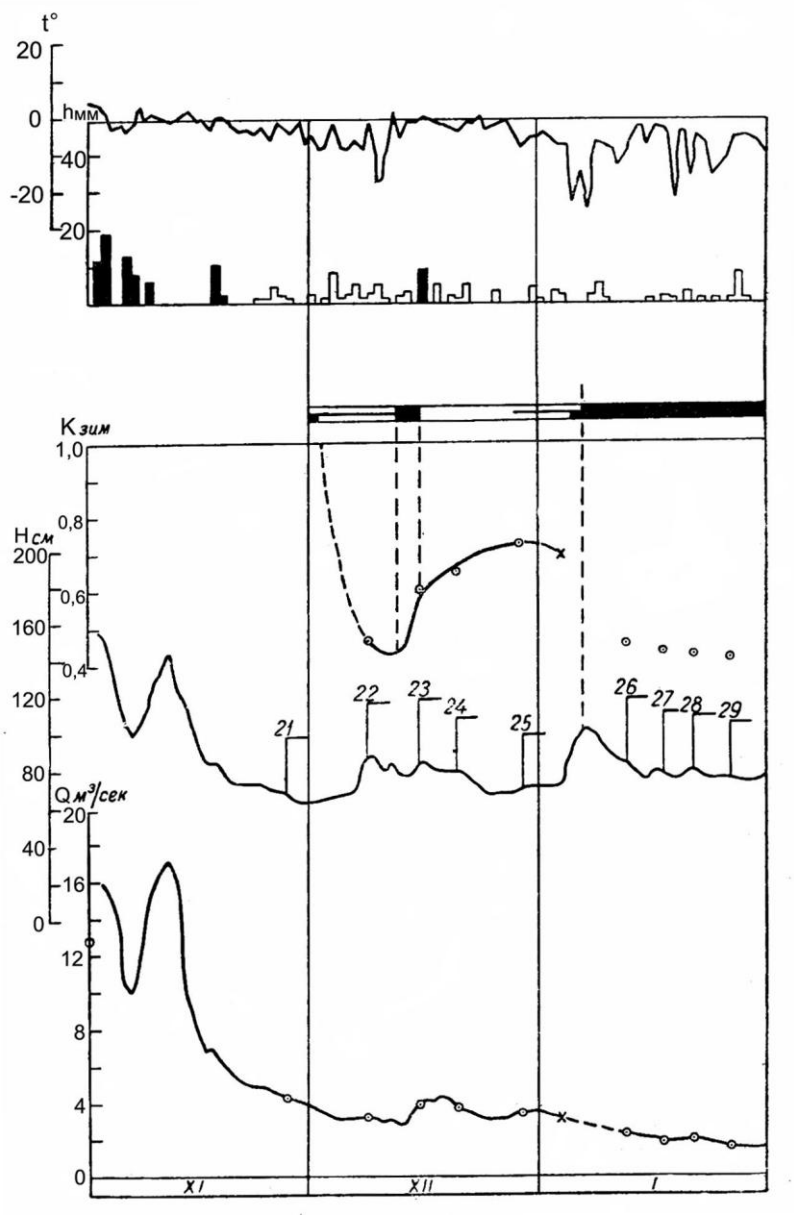


Рисунок 11.12 – Сложный случай построения графика $К_{зим}$ = f(t)

участке графика по аналогии с прошлыми годами нет, то это можно сделать только грубо приближенно, например, исходя из предположения, что отклонение $К_{зим}$ от единицы для первого дня сплошного ледостава и при значительно более низком уровне будет вдвое больше, чем в рассматриваемый момент. Величину $К_{зим}$ на первый день ледостава в данном примере считаем известной (допустим, что она получена экстраполяцией от значения $К_{зим}$ по расходу № 12).

Такое предположение носит в значительной мере произвольный характер, но все же, исходя из него, получим большее приближение к истине, чем при спрямленном проведении графика между точками коэффициентов расходов № 10 и 11. Также явно неверным будет уменьшение значения $К_{зим}$ на рассматриваемом участке до значения $К_{зим}$ на первый день ледостава.

Проведение линии графика на участке между точкой, отвечающей расходу № 11, и первым днем сплошного ледостава основано на предположении о постепенном увеличении влияния ледяных образований на связь между расходом и уровнем вплоть до момента ледостава. На рисунке 10.12 показан случай значительной сложности, однако задача облегчается наличием нескольких измеренных при ле-

довых явлениях расходов. В данном случае имел место сложный ход температуры воздуха и развития ледовых образований, приводящий к кратковременному ледоставу в середине декабря, в то же время происходят колебания расхода, вызванные оттепелями и выпадением жидких осадков. Вопрос о повышении точности вычислений имеет важное значение, так как весь переходный период охватывает более месяца.

За начальную границу графика $К_{зим}$ принят момент разрастания заберегов на ширину свыше 20% ширины зеркала. Опорой для проведения начального участка графика является точка $К_{зим}$ при измеренном расходе № 22. Следующий расход № 23 был измерен в последний день временного ледостава. Спрямленное проведение графика на участке между моментами измерений указанных расходов было бы неправильным: резкое понижение температуры 9 декабря и последовавший затем ледостав должны были повлечь снижение величины коэффициента. Также неправильно и распространять значение $К_{зим}$ равное 0,60 (по расходу № 23), на весь период временного ледостава

Следует считать, что в начальный момент ледостава значение $К_{зим}$ было ниже, так как шуга, образовавшаяся при упомянутом понижении температуры, должна была при ледоставе образовать подледные скопления и вызвать подпор. К концу периода ледостава в результате повышения температуры должно было произойти рассасывание скоплений шуги. Поэтому значение $К_{зим}$ на первый день временного ледостава принимаем равным значению $К_{зим}$ при расходе № 22.

Далее график проведен по точкам $К_{зим}$ при измеренных расходах № 23—25. На участке расход № 23 — расход № 24 линия графика проведена осредненно. После момента измерения расхода № 25 и до 3 января график экстраполирован, экстраполяция проведена с отклонением вниз с целью учесть похолодание и отмеченное в водомерных книжках увеличение размеров заберегов.

С 3 января начинается резкий подъем уровня и почти одновременно быстрое понижение температуры. Выпадения жидких осадков ни в эти дни, ни в ближайшие предшествующие не было; следовательно, подъем уровня имеет чисто подпорное происхождение. Поэтому от учета хода уровня на протяжении периода указанного подъема следует отказаться и применить интерполяцию между расходом, вычисленным на 3 января посредством графика коэффициентов (отмечен на рисунке 11.12 крестиком), и измеренным расходом № 26.

В дальнейшем при сплошном ледоставе ввиду наличия сравнительно частых измерений расходов и отсутствия оттепелей вычисление стока ведется по интерполяции между измеренными расходами.

На рисунке 11.13 показан случай, аналогичный предыдущему, но наиболее сложный в отношении развития ледяных образований периоды оказались не освещенными измерениями расходов. В рассматриваемом случае также имел место временный ледостав, но, в отличие от предыдущего, образование сплошного ледяного покрова в первый раз произошло при сравнительно плавном понижении температуры; шугообразование при этом не отмечалось (в то время как при вторичном, окончательном ледоставе шуга отмечена). Начальный участок графика Кзим обоснован коэффициентами по измеренным расходам № 33 и 34.

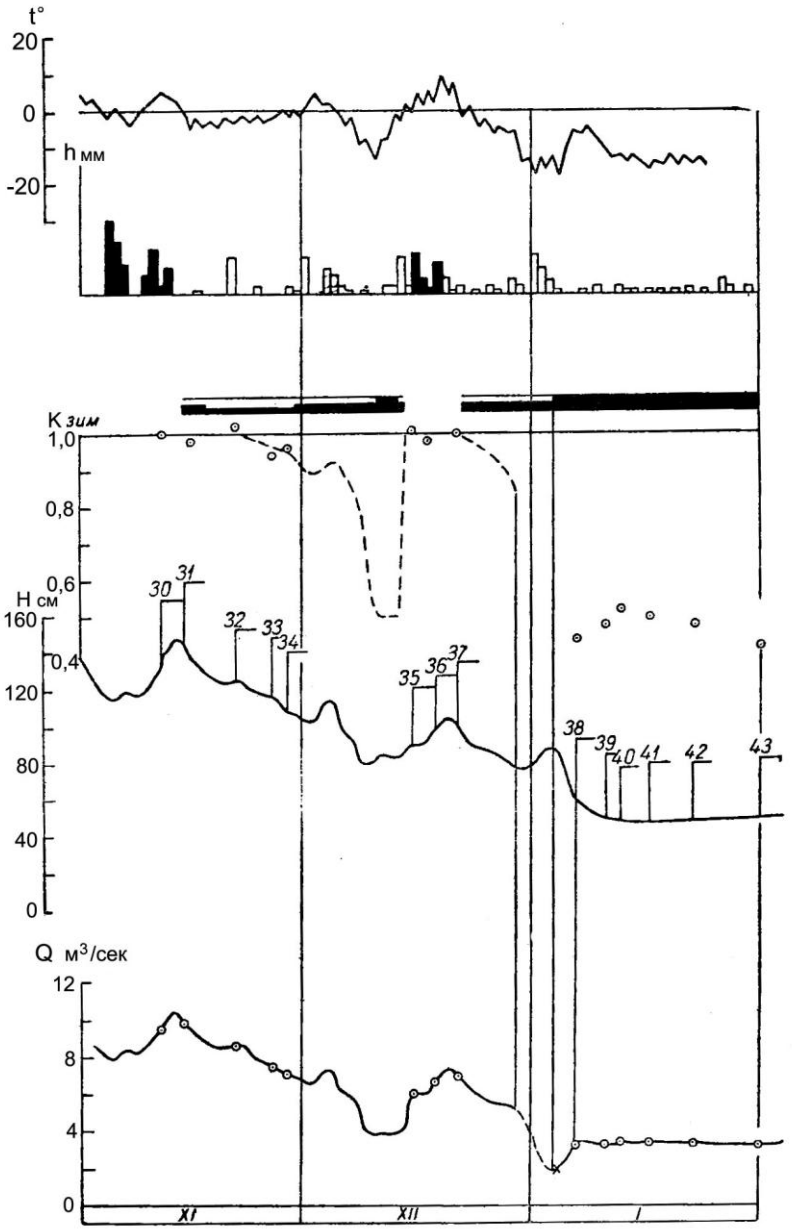


Рисунок 11.13 – Сложный случай построения графика $К_{зим}$ = f(t)

Далее наклон линии графика несколько увеличен с целью учета возрастания густоты ледохода и увеличения ширины заберегов. 2–6 декабря имел место подъем уровня, очевидно, связанный с увеличением расхода в результате оттепели. Кроме того, оттепель вызвала частичное разрушение заберегов.

Для учета этих обстоятельств линии графика в указанный период придано повышение.

Далее график $К_{зим}$ очевидно, должен иметь минимум, отвечающий периоду временного ледостава. Ввиду отсутствия измерение указанное минимальное значение $К_{зим}$ приходится устанавливать косвенным путем. В прошлые годы при временном ледоставе в приблизительно сходных условиях, но при более высоком уровне был измерен расход, который дал коэффициент 0,55. Учитывая более низкое стояние уровня в рассматриваемом году, назначаем величину $К_{зим}$ в период временного ледостава равной (с округлением до десятых долей) 0,50. Линия графика в предшествующий временному ледоставу период проведена на

основании предположения о нарастании влияния ледяных образований с похолоданием, начавшимся после 4 декабря. Расходы, измеренные при наступившем далее временном очищении, показывают, что влияние ледяных образований при этом исчезло. Линия графика проведена по прямой между значениями $К_{зим}$, равными 0,50 в последний день, временного ледостава и 1,0 в первый день очищения от льда.

Для решения вопроса о проведении графика за период ледохода предшествующий вторичному (и окончательному) ледоставу, данных, полученных по аналогии, нет. Единственный остающийся путь — принять значение $К_{зим}$ на последний день перед началом резкого похолодания, подъема уровня и появлением шуги (20 декабря), равным значению на 7 декабря, когда обстановка была приближенно сходной.

Подъем уровня в ближайшие к моменту ледостава предшествующие и последующие дни имеет явно подпорное происхождение (очевидное отсутствие поверхностного стока и отмеченное наличие шуги). Ход уровня за период указанного подъема учитывать не следует. Однако нужно иметь в виду, что для данного створа, как показывают материалы прошлых лет, характерен минимум расхода в первый день ледостава. Поэтому ограничиться простым спрямлением гидрографа здесь нельзя, нужно, во всяком случае, установить минимальное значение расхода (отвечающее первому дню ледостава). Это можно выполнить тем или другим из приемов, рекомендованных в 10.32 для решения данного вопроса (например, путем установления связи между уровнем и $К_{зим}$ на первый день ледостава).

Гидрограф на рассматриваемом участке построен на глаз между точками расходов, вычисленных посредством $К_{зим.}$ Для моментов начала и конца временного подпорного подъема уровня и первого дня ледостава. Попытки уточнения значений расхода в промежуточные дни, очевидно, не имеют практического смысла.

Специальные примеры построения графиков $К_{зим}$ для зим с неустойчивым ледоставом не рассматриваются, ход рассуждений в большинстве случаев этого типа режима будет аналогичен приведенному в последних двух примерах. Различие будет заключаться в том, что периоды временных ледоставов, как правило, имеют большую продолжительность, поэтому в течение их при соблюдении программы наблюдений должны иметься измерения расходов, что облегчает задачу вычисления стока.

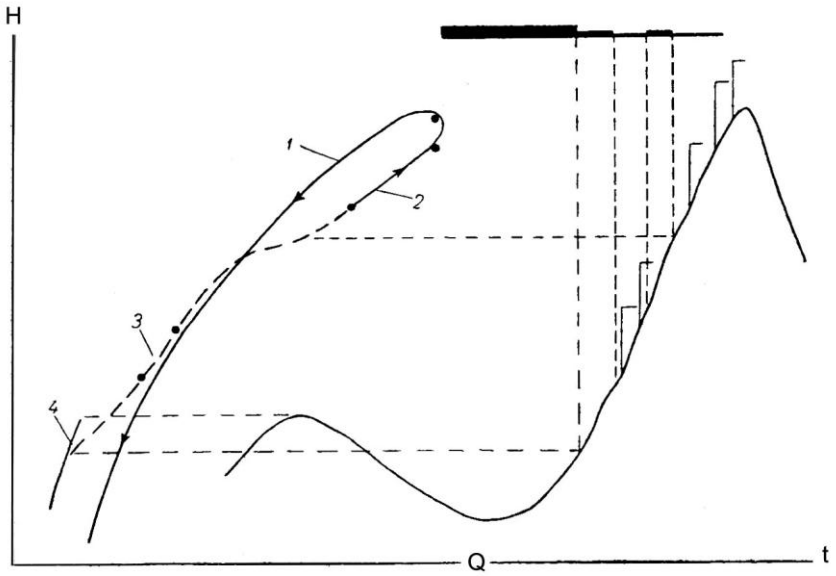
11.36 Для вычисления стока в период весеннего вскрытия рек при условии монотонного хода изменения расхода воды в некоторых случаях может быть применено построение кривой расходов неустойчивой связи. Это особенно удобно в тех случаях, когда вычисление стока за период сплошного ледостава производилось по зимней кривой расходов, а также когда для свободного состояния русла характерна петлеобразная кривая. В последнем случае для применения хронологического графика $К_{зим}$ требуется экстраполяция вниз ветви подъема паводочной петли, т. е. по существу лишняя операция, отпадающая при вычислении стока по кривой. Применение кривой для вычисления стока в весенний переходный период удобно еще тогда, когда пик весеннего половодья проходит при ледовых явлениях.

Подпор от затора осложняет применение кривых, но если такой подпор носит кратковременный и ясно выраженный характер, то кривые все же могут применяться в сочетании со срезкой подпорных уровней.

Кривые расходов периода весеннего вскрытия являются кривыми неустойчивой связи, выражающими связь между расходом и уровнем, изменяющуюся во времени, вследствие постепенного убывания-влияния ледообразовании.

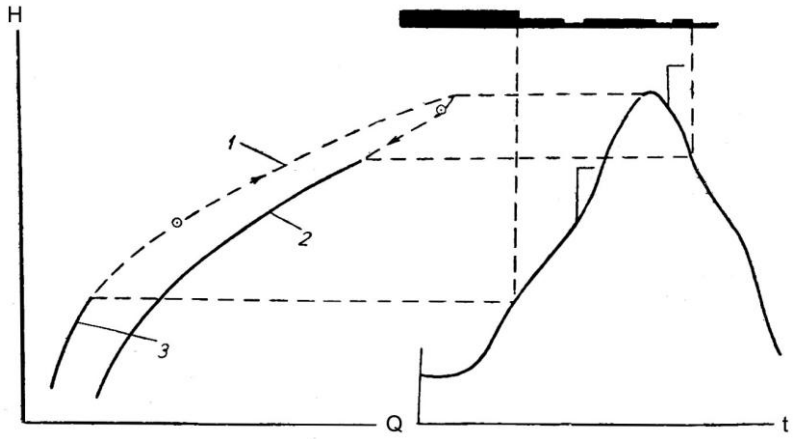
В качестве примера на рисунке 10.14 (а) показана кривая периода весеннего вскрытия при петлеобразной кривой свободного русла, а на рисунке 10.14 (б) — для случая прохождения пика паводка при ледоходе.

а)



1 — кривая спада свободного русла, 2 — кривая подъема свободного русла, 3 - кривая периода весеннего ледохода, 4 — кривая, периода сплошного ледостава.

б)



1 — кривая периода весеннего вскрытия, 2 - кривая свободного русла, 3 — кривая периода сплошного ледостава.

Рисунок 11.14 - **Пример кривой расходов воды периода весеннего вскрытия**.

11.37 Зарастание русла

Влияние зарастания русла водной растительностью на гидравлический режим потока сводится к тому, что находящиеся в воде растения уменьшают площадь живого сечения потока и увеличивают местные сопротивления движению воды. При одном и тоw же уровне пропускная способность русла при зарастании будет меньше, чем в свободном состоянии, а следовательно, точки (Q, H) измеренных при зарастании расходов будут ложиться влево относительно кривой расходов свободного русла.

Сезон зарастания (вегетации водной растительности) можно подразделить на три периода:

- период роста водной растительности, в течение которого влияние ее на связь между расходом и уровнем постепенно увеличивается (т. е. степень нарушения указанной связи возрастает);

- период приблизительно стабильного состояния водной растительности (обычно наиболее продолжительный), в течение которого влияние ее на связь между расходом и уровнем в большинстве случаев сохраняет известную устойчивость. Последняя нарушается только при прохождении значительных паводков, когда под действием увеличившейся скорости течения растительность пригибается или укладывается на дно, а иногда может быть частично вымыта (вырвана);

- период отмирания водной растительности, в течение которого влияние ее на связь между расходом и уровнем постепенно уменьшается.

Начало и конец вегетации водной растительности зависят в основном от хода температуры воды и воздуха. Как правило, начало вегетации приходится на конец спада весеннего половодья или на начало летней межени. Полное отмирание водной растительности обычно предшествует появлению первых ледообразований, а в ряде случаев завершается даже в условиях ледового режима.

Типичным для зарастающих рек — обычно малых и средних равнинных рек в районах с умеренным климатом — в сезон вегетации являются незначительные колебания расхода, нарушаемые отдельными дождевыми паводками или попусками воды из вышерасположенных водохранилищ. Величина паводков и степень их частоты бывают весьма разнообразными и могут значительно различаться даже для одного створа в разные годы. Возможны случаи, когда на рассматриваемой реке в некоторые годы дождевые паводки вообще не наблюдаются.

11.38 Способы вычисления стока воды при зарастании русла. Основным способом является вычисление стока по хронологическому графику переходных коэффициентов (последние выражают отношение расхода в заросшем травой русле к расходу свободного русла при том же уровне) в сочетании с кривыми расходов зарастания.

Способ коэффициентов применяется при малых колебаниях расхода воды, кривые расходов — при прохождении значительных паводков (пример на рисунке 10.15).

В обычных условиях режима зарастающих рек в течение большей части периода зарастания должен применяться способ коэффициентов. В некоторые годы при отсутствии дождевых паводков способ коэффициентов будет единственным, наоборот, в случаях резко выраженного паводочного режима основным явится способ кривых расходов.

Следует отметить, что применение того или иного способа в значительной мере зависит от частоты измерения расходов. Чем меньше в период зарастания частота измерения расходов, тем большее развитие (при тех же условиях режима) получает способ кривых зарастания.

При большой частоте измерений расходов в период зарастания, когда все дождевые паводки освещены полностью или почти по всей амплитуде расходами, измеренными на подъеме и на спаде, и измерения в периоды длительного стояния низких уровней и малых их колебаний достаточно часты, вычисление стока производится по интерполяции между измеренными расходами.

11.39 Вычисление стока по хронологическому графику переходных коэффициентов. Для каждого расхода, измеренного при зарастании, вычисляется переходный коэффициент

$$Кзар = \frac{Qзар}{Qсв} \quad , \qquad (11.8)$$

где $Q_{зар}$ - измеренный расход,

$Q_{св}$ — расход, снятый с кривой свободного русла при том же уровне. Полученные значения наносятся на график ($К_{зар}$, t) входящий в состав комплексного графика результатов гидрометеорологических наблюдений. Далее по нанесенным точкам проводится хронологический график переходных коэффициентов.

Ежедневные и срочные расходы воды вычисляются путем введения в расходы, полученные по кривой свободного русла, соответствующих ежедневных значений $К_{зар}$ снятых с хронологического графика коэффициентов.

При проведении линии $К_{зар}$ = f(t) следует иметь в виду, что отдельные точки могут давать отклонения от общего хода изменения коэффициентов, объясняемые погрешностями измерений, такие отклонения осредняются, и линия графика проводится между точками.

При анализе отклонений обязательно нужно сопоставить хронологический ход уровня воды и переходного коэффициента. Обычно повышение уровня сопровождается увеличением коэффициента, но в отдельных случаях может наблюдаться и обратный ход (например, если при повышении уровня затопляются прибрежные кусты и степень стеснения живого сечения растительностью увеличивается). В примере на рисунке10.15 график $К_{зар}$ проведен между точками расходов № 27 и 28, так как колебания величины коэффициента в этот период не могут быть объяснены колебаниями уровня и, по-видимому, вызваны пониженной точностью измерений (расходы определялись поплавками).

Начало и конец периода зарастания русла определяются по расположению точек расходов на чертеже кривой расходов и по записям наблюдателя в водомерной книжке о водной растительности. При неполноте этих данных дополнительным ориентиром для определения начала зарастания могут служить сведения о температуре воды, в среднем можно считать, что развитие водной растительности в той мере, в какой она начинает оказывать влияние на связь между расходом и уровнем, происходит при повышении температуры воды до 10^0.

11.40 Вычисление стока по кривым расходов зарастания.

Кривые 1расходов в период зарастания могут быть следующих видов:

- кривые однозначной связи, выражающие временно устойчивую, но измененную по сравнению со свободным состоянием русла связь между расходом и уровнем. Такие кривые свойственны периоду относительно стабильного состояния водной растительности;

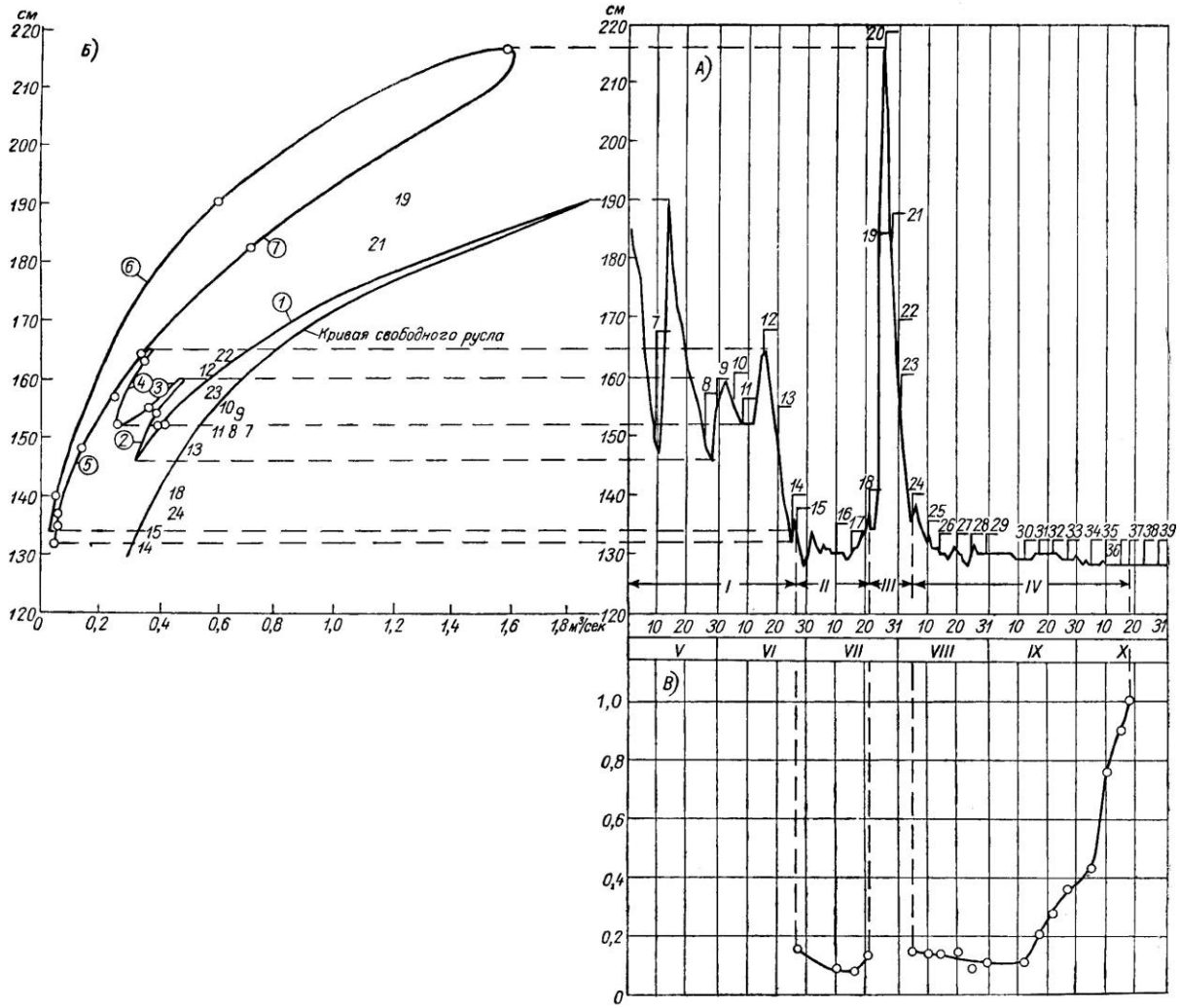
- кривые неустойчивой связи — переходные кривые зарастания, они могут иметь неправильный вид (подробно о способе построения и свойствах их в 10.42 – 10.54). Период действия переходных кривых всегда соответствует одной фазе изменения уровня — подъему или спаду, а границы периода отвечают переломным точкам графика уровня — максимумам и минимумам. Такие кривые обычно свойственны периодам роста и отмирания водной растительности, но могут иметь место и при стабильном ее состоянии, при прохождении, значительных паводков (10.37).

При построении кривых зарастания вид кривых и сроки их действия определяются положением точек (Q,H) измеренных расходов.

При анализе расположения точек (Q, H) одновременно рассматривается график колебаний уровня, на котором отмечены даты и выписаны номера измеренных расходов.

На рисунке 10.15 построена система кривых расходов для начального периода зарастания 1/V—27/VI, характеризовавшегося прохождением нескольких паводков, и для периода интенсивного паводка 22/VII—5/VIII. Для начального периода построено 5 кривых. Кривая I, действующая на спаде весеннего половодья и во время высокого паводка 11—29/V, охватывает несколько фаз уровня и является кривой однозначной связи, неизменность положения кривой до и после паводка

подтверждается положением точек расходов № 7 и 8. Несколько необычная для начального периода зарастания однозначная связь между расходом и уровнем в данном случае объясняется похолоданием 8—25/V (график колебаний температуры воды для упрощения чертежа не нанесен), вследствие



А — выбор способов вычисления стока: I - 1/V-27/VI - кривые расходов, II - 28/VI—21/VII - график коэффициентов, III - 22/VII—5/VIII — кривые расходов,IV - 6/VIII-18/X — график коэффициентов; *Б*- кривые расходов: I - 1-29/V, 2—30/V-3/VI, 3—4—l8/VI, 4-13-16/V1, 5—17—27/VI, 6—22—26/VII, *7*— 27/VII-5/VIII (в нижней части совпадает с кривой 5); В— график коэффициентов

Рисунок 11.15 – **Кривые расходов и график коэффициентов при зарастании русла**

этого похолодания период паводка характеризовался стабильным состоянием водной растительности.

Кривые II-V, охватывающие период интенсивного развития водной растительности, являются кривыми неустойчивой связи, каждая из них действует в течение одной фазы уровня — подъема или спада.

Большой дождевой паводок в июле—августе дал две кривых — ветви подъема и спада, образующие обратную петлю. Смещение вправо положения ветви спада здесь объясняется, по-видимому, частичным срывом водной растительности во время паводка под влиянием увеличившейся скорости течения.

11.41 Интерполяция между измеренными расходами

Интерполяция при большом количестве измерений должна выполняться графически, с криволинейным проведением интерполяционной линии (непосредственное построение гидрографа). Кривая проводится осредненно, т. е. так, чтобы

точки (Q, t) измеренных расходов равномерно распределялись по обе стороны кривой.

Интерполяционный график строится в масштабе, допускающем снятие с кривой значений расходов с требуемой точностью.

11.42 Неустойчивость русла

Явления неустойчивости русла наиболее резко выражены на реках горных и предгорных районов. Именно на этот тип рек и ориентированы главным образом указания настоящего раздела. Они могут быть применены в соответствующих условиях и в случае деформирующегося русла равнинных рек.

Характерные особенности режима горных и предгорных (берущих начало в горах) рек, существенные с точки зрения вычисления ежедневных расходов воды, заключаются в следующем:

а) основной чертой режима стока являются частые паводки, имеющие острые пики, которые в ряде случаев накладываются на постепенный подъем уровня, достигающий максимума к середине лета. Зимняя межень может иметь различную продолжительность, а иногда и совсем отсутствовать (в зависимости от климатических условий).

б) деформации русла в качественном отношении с точки зрения влияния их на гидравлический режим потока на участке станции могут быть подразделены на виды:

1) русло реки на протяжении участка значительной длины, включающего и участок поста, размывается или намывается с одинаковой интенсивностью так, что продольный уклон водной поверхности и уклон линии дна сохраняют свое значение при одном и том же наполнении русла. Таким образом, русло испытывает лишь вертикальные смещения, сохраняя или незначительно изменяя форму поперечного профиля;

2) на протяжении участка реки, включающем и участок поста, деформации русла не сохраняют однообразного характера. Местами русло размывается, местами намывается, причем период размыва сменяется периодом отложения, так что продольный уклон водной поверхности и дна реки на рассматриваемом участке, в том числе и на участке поста, существенно изменяет свое значение при одном и том же уровне. Подобный характер деформации может сопровождаться изменением ширины русла, средних глубин и формы поперечного сечения;

3) происходят резко выраженные деформации в продольном и поперечном профилях, причем русло потока перемещается в плане— блуждает по дну долины;

4) деформации русла на участке поста отсутствуют, но ниже створа они происходят (вынос наносов из притоков, обрушение берегов, размыв гряды наносов) и вызывают изменение уклона поверхности воды на участке станции;

5) режим деформаций тесно связан с режимом стока и степенью сопротивления грунтов русла и берегов реки размывающему действию потока. В зависимости от сочетания этих факторов деформации .могут быть периодическими и непрерывными.

В первом случае деформация обычно связаны с прохождением наиболее высоких паводков а в промежутках между ними, при незначительных паводках, и в периоды межени, деформации русла несущественны или вовсе отсутствуют.

Во втором случае деформации происходят непрерывно, отличаясь лишь в отдельные периоды года своей интенсивностью.

11.43 Выбор способа вычисления стока

Способы и точность вычисления стока обусловлены характером и интенсивностью деформаций русла, режимом стока и частотой измерения расходов воды.

При этом наибольшее значение имеет не средняя частота измерений, а распределение их во времени в связи с ходом уровня.

При выборе и применении способов вычисления стока необходимо обращать особое внимание на точность измерения расхода. В числе особенностей режима рек с неустойчивым руслом, снижающих точность гидрометрических работ, следует назвать высокую степень турбулентности потока, влияющую на показания вертушки, сложный, неправильный рельеф дна в поперечном сечении, косину струй, значительные скорости течения и резкое изменение их по ширине потока, деформации русла за время изменения расхода и т. п.

Не учет возможности существенных погрешностей измерений может привести к тому, что вызванные ими отклонения точек расходов, площадей ,и скоростей на соответствующих графиках могут быть приняты за результат деформаций русла, вследствие чего погрешности измерений будут введены в последующие вычисления, а способы вычисления будут напрасно усложнены.

Окончательную оценку точности измерений можно дать только конкретно для каждого створа в отдельности, с учетом всех местных особенностей и на основе анализа материалов наблюдений за сравнительно длительный период работы поста.

11.44 Выбор способа вычисления стока зависит от результатов анализа характера деформаций русла и расположения точек (Q, H) на соответствующем графике, с учетом количества и распределения измеренных расходов по времени и точности измерений.

Основными материалами для анализа характера деформаций русла являются кривая зависимости площадей водного сечения от уровня воды и совмещенные поперечные профили русла реки.

Вычисление стока рек с деформирующимся руслом может быть выполнено с применением одного из следующих способов:

- построение системы временных кривых.
- приведение кривой расходов к основному сечению.
- способ Стаута.
- интерполяция между измеренными расходами.

Все перечисленные способы могут сочетаться в зависимости от целесообразности применения каждого из них для отдельных периодов года.

Ниже указаны условия, в которых применение того или иного способа является целесообразным:

а) во всех случаях, когда деформации русла происходят периодически и связаны с прохождением пиков паводков (в иных случаях и с прохождением минимумов), а в промежутках между этими периодами русло остается относительно устойчивым, наиболее целесообразным является построение системы временных кривых;

б) в тех случаях, когда деформации русла носят характер лишь вертикального его смещения, без изменения уклона водной поверхности, наравне с построением системы временных кривых может применяться способ приведения кривой расходов к основному сечению.

Если при соблюдении перечисленных условий измерение площадей водного сечения производилось чаще, чем измерение расходов, то рассматриваемый способ заслуживает бесспорного предпочтения перед другими.

В случаях переноса гидроствора для каждого периода его действия в том или ином месте, если эти периоды достаточно продолжительны, все построения, связанные с применением данного способа, производятся особо. В случае частых переносов гидроствора целесообразность использования данного способа отпадает;

в) в тех случаях, когда деформации русла связаны с частым чередованием паводков, что затрудняет построение системы временных кривых, целесообразно применение способа Стаута;

г) при непрерывной и интенсивной деформации русла, приводящей к его блужданию и исчезновению видимой связи между расходом и уровнем и при достаточной частоте измерения расходов воды, позволяющей осветить все характерные переломы гидрографа, единственно целесообразным способом вычисления стока является интерполяция между измеренными расходами.

При том же режиме деформаций, но недостаточной частоте измерения расходов, способ интерполяции между измеренными расходами также остается единственно возможным, но результаты будут получены с заведомо пониженной точностью и могут быть представлены лишь в виде средних декадных или средних месячных значений.

В условиях, перечисленных выше, и при достаточной частоте измерения расходов способ интерполяции не имеет преимуществ перед другими указанными способами, так как последние дают возможность устранения из вычислений случайных погрешностей измерений, а способ интерполяции такой возможности не дает.

В тех же условиях способ интерполяции может применяться как вспомогательный, например, при переходе с одной временной кривой на другую.

11.45 Построение системы временных кривых

Системой временных кривых называется непрерывная совокупность временных кривых, последовательно смыкающихся друг с другом в точках, отвечающих моментам перехода с одной кривой на другую.

Для рек с неустойчивым руслом следует различать два вида временных кривых:

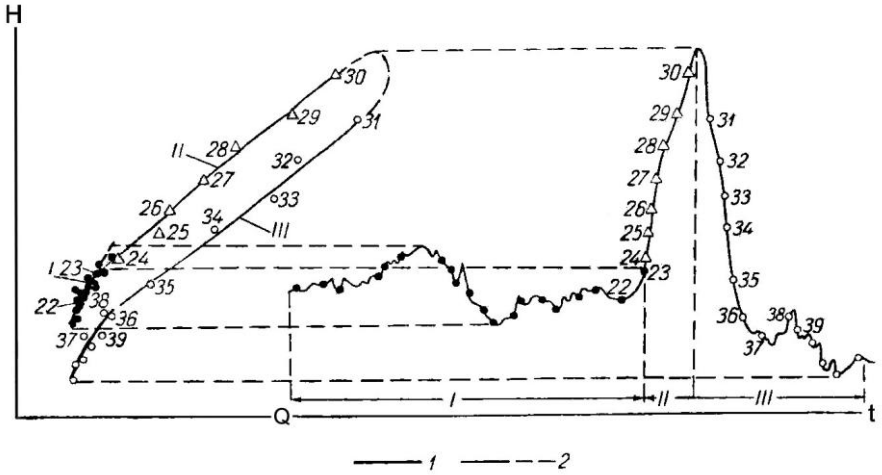
- однозначные временные кривые, выражающие временно-устойчивое состояние русла (т. е. кривые однозначной связи между расходом и уровнем с ограниченным сроком действия), могут действовать в период, включающий несколько фаз уровня. Они должны иметь правильный вид, т. е. вогнутость, обращенную к оси абсцисс, и плавное очертание;

- переходные временные кривые, выражающие неустойчивую связь между расходом и уровнем, имеющую место в периоды деформаций русла. Каждая переходная кривая может отвечать только одной фазе хода уровня и не может включать в срок своего действия несколько фаз.

Сопрягаясь между собою и с однозначными временными кривыми, переходные кривые могут иметь произвольный вид — вогнутость, обращенную в любую сторону, и перегибы.

На рисунке 10.16 показан пример построения системы временных кривых.

В период I при низких уровнях, а также при незначительных паводках, имевших место в середине периода, русло сохраняло устойчивость. Устойчивая связь между расходом и уровнем для этого периода выражается однозначной кривой I. Затем прошел крупный паводок, волна которого с самого начала вызвала интенсивное развитие русловых процессов. На подъеме указанного крупного паводка (период II) произошел размыв, и связь расходов с уровнем выразилась переходной кривой II. На спаде паводка деформации продолжались, что дало верхнюю часть кривой III (до расхода № 35). Эта часть кривой III является переходной. В дальнейшем в нижней части спада паводка и при последующем постепенном понижении уровня деформации прекратились. Этот период дал нижнюю часть кривой III (начиная с расхода № 36), указанная нижняя часть является однозначной.



I — однозначная кривая, II— кривая неустойчивой связи (переходная).

Рисунок 11.16 - Временные кривые при деформациях русла.

11.46 Построение системы временных кривых сводится к следующим операциям:

- выделение хронологически связанных групп точек (Q, H) измеренных расходов, каждую из которых можно отнести к одной временной кривой;
- установление сроков перехода с одной кривой на другую, а следовательно, и сроков действия самих кривых;
- проведение по выделенным группам точек временных кривых.

Выполнение указанных операций заключается в одновременном анализе расположения точек (Q, H) и (F, H). Для этого поле точек (Q, H) и (F, H) должно быть совмещено на одном чертеже с графиком уровня, построенным при общей шкале H. На графике уровня должны быть отмечены дни измерения и порядковые номера расходов.

При выделении хронологически связанных групп точек (Q, H) измеренных расходов необходимо учитывать возможную величину ошибки намерений. Точки расходов могут быть отнесены к одной временной кривой, если полоса их рассеяния не превышает по абсциссе удвоенной возможной величины ошибки. С другой стороны, не следует упускать из виду, что полосы рассеивания точек измерений, относящихся к смежным кривым, могут частично накладываться одна на другую.

При установлении моментов перехода с одной временной кривой на другую необходимо иметь в виду следующие положения.

В период непрерывно происходящих деформаций русла, когда действуют переходные кривые, переходы с одной кривой на другую всегда происходят на максимумах и минимумах графика уровня. На границах между устойчивым и неустойчивым состоянием русла переход от однозначной кривой к переходной и наоборот происходит обычно в момент начала резко выраженного подъема или окончания крутого спада значительного паводка, а часто и при уровнях, близких к наивысшему.

В отдельных случаях весь подъем паводка будет происходить при устойчивом состоянии русла и деформации начнутся только на спаде.

В тех случаях, когда переход между кривыми происходит на максимуме или минимуме графика уровня, указанные уровни следует наносить не по среднесуточным, а по срочным их значениям.

11.47 Проведение временных кривых, кроме экстраполированных их частей, определяется точками (Q, H) измеренных расходов. При построении однозначных кривых необходимо следить только за тем, чтобы эти кривые имели правильный вид. При построении переходных кривых нужно иметь в виду, что относящиеся к

такой кривой точки (Q, H) измеренных расходов располагаются в виде цепи, а не полосы (как при устойчивой связи между расходом и уровнем, т. е. в случае однозначной кривой). Такое расположение точек измерений может подтолкнуть исполнителя на проведение кривой непосредственно по точкам, что будет, однако, неправильным, так как повлечет включение ошибок измерений в вычисления. Поэтому переходные кривые следует проводить по возможности наиболее плавно, так, чтобы точки измеренных расходов распределялись равномерно по обе стороны кривой. На рисунке 10.16 кривая II и верхняя часть кривой III (переходные) проведены осредненно: точки расходов № 25—29 и 32—34 оставлены по обе стороны указанных кривых.

В отношении экстраполяции временных кривых необходимо руководствоваться следующими положениями.

Экстраполяция однозначных кривых (как вверх, так и вниз) выполняется так же, как экстраполяция обычных кривых постоянной связи между расходом и уровнем, избегая при этом сложных приемов. Чаще всего наиболее целесообразным в рассматриваемом случае является непосредственное продолжение освещенной части кривой на глаз.

При экстраполяции переходных кривых следует иметь в виду, что в наивысшей или наинизшей точке такой кривой всегда должен происходить переход на другую смежную кривую. Поэтому, если смежная кривая, с которой сопрягается данная, освещена вплоть до самой точки примыкания (или почти до этой точки), то тем самым определяется положение точки примыкания и направление экстраполяции данной кривой. Когда приходится экстраполировать обе сопрягающиеся кривые, то можно рекомендовать при экстраполяции вверх сопрягать их плавным закруглением, а при экстраполяции вниз смыкать кривые по касательной.

11.48 В случае, когда отдельные фазы уровня освещены лишь одним измеренным расходом или вовсе не освещены, при построении системы временных кривых надлежит руководствоваться следующими указаниями.

Если одиночная неосвещенная фаза уровня лежит внутри периода действия однозначной кривой, сток вычисляется по этой кривой, т. е. считается, что, поскольку связь между расходом и уровнем перед началом указанной фазы уровня была постоянной и потом оказалась ненарушенной, то и в период, относящийся к данной фазе, нарушений не было.

Если неосвещенная фаза уровня соответствует периоду, лежащему между периодами действия различных не сопрягающихся друг с другом кривых (однозначных или переходных), то для данной фазы уровня необходимо построить самостоятельную переходную кривую, связывающую упомянутые кривые (освещенные). Основанием для построения неосвещенной переходной кривой служат точки примыкания ее к соседним кривым и некоторые нижеизложенные соображения относительно наиболее вероятного вида переходных кривых.

Положение по высоте уровня точек сопряжения с соседними кривыми в рассматриваемом случае определяется в соответствии с указаниями 11.45.

Сама точка сопряжения рассматриваемой неосвещенной кривой со смежной освещенной определяется пересечением последней с намеченным уровнем перехода.

Соображения относительно возможного вида переходных кривых сводятся к следующему. При совпадении хода уровня и процесса деформации, а именно когда подъем сочетается с намывом (кривая II на рисунке 11.17) или спад с размывом (кривая III на рисунке 10.17), кривая восходит или опускается (в зависимости от направления хода уровня) круто, приближаясь к вертикальному направлению; вогнутость при этом обычно обращена к оси ординат. При взаимно противоположном направлении хода уровня и процесса деформации, а именно когда подъем

сочетается с размывом (кривая II на рисунке 10.18) или спад с намывом (кривая III на рисунке 10.17), кривая растягивается вдоль оси абсцисс, причем вогнутость такой кривой обращена к оси абсцисс.

Сказанное выше о построении полностью неосвещенных переходных кривых относится также и к тому случаю, когда переходная кривая освещена только одним измеренным расходом. Одна точка измерения не может определить направление кривой (особенно, если эта точка лежит не в средней части кривой), поэтому в рассматриваемом случае необходимо определить согласно вышеизложенным указаниям точки сопряжения данной кривой со смежными и руководствоваться соображениями о виде

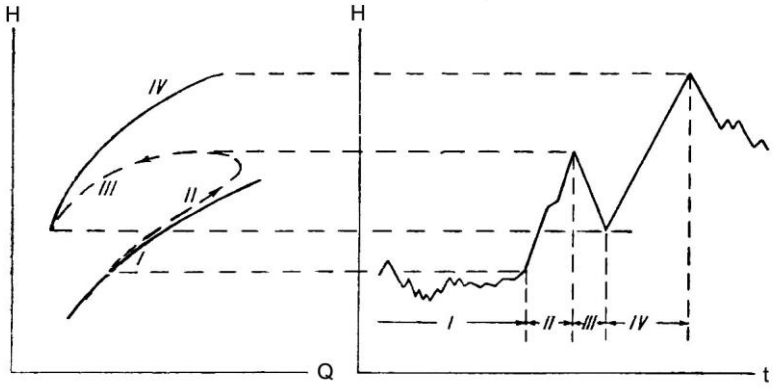


Рисунок 11.17 - Сопряжение временных кривых

кривой с соотношением между направлением деформации и хода уровня. В то же время имеющуюся точку измеренного расхода необходимо учитывать для уточнения направления кривой.

11.49 Способ приведения кривой расходов к основному сечению

Вычисление ежедневных расходов по способу приведения к основному сечению складывается из следующих операций:

- в системе координат (Q, H) и (F, H) на миллиметровую бумагу наносятся точки измеренных расходов и площадей водных сечений, измеренных как при определении расходов, так и в промежутках между последними (рисунок 11.19).

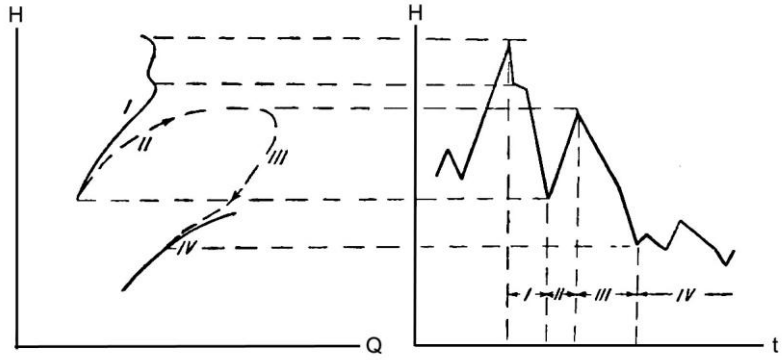
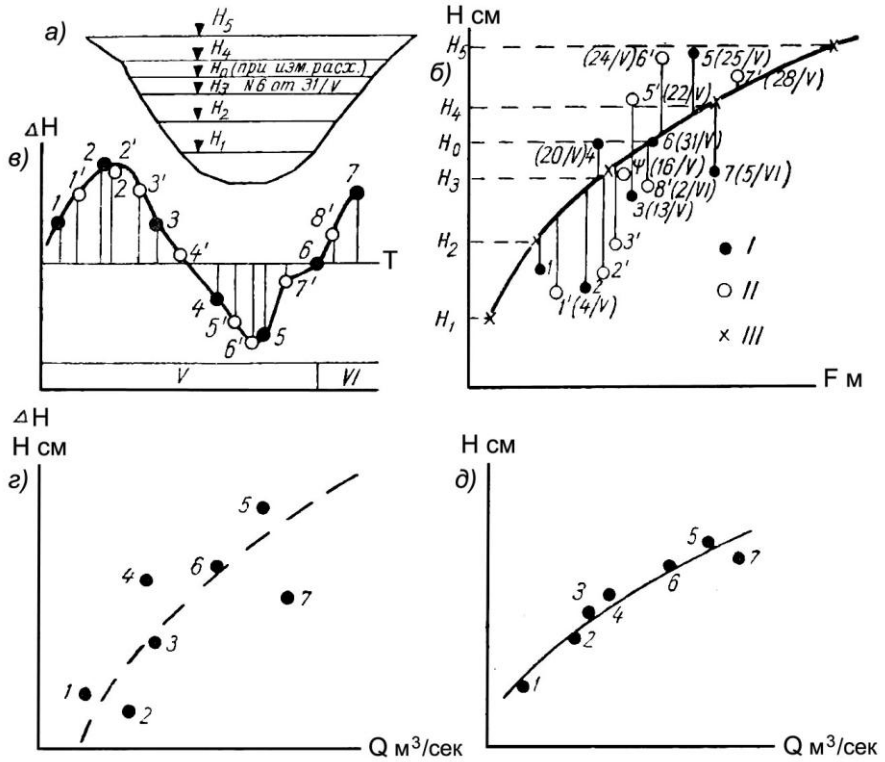


Рисунок 11.18 - Сопряжение временных кривых

- сопоставляются между собой профили гидроствора, полученные при измерениях расходов и при промежуточных измерениях площадей, и из них выбирается тот, который по очертанию ближе всех приближается к среднему профилю, т. е. такому профилю, глубины которого «а промерных вертикалях при совмещении профилей представляли бы средние арифметические величины из всех измеренных.

Такое водное сечение из числа фактически измеренных, наиболее приближающееся к среднему, именуется основным. Производить указанное вычисление средних значений глубин не требуется; такое сопоставление, и выбор основного водного сечения выполняются на глаз.



а — профиль основного сечения; *б* — кривая площадей основного сечения, I— площади, полученные при измерении расхода, II — плошали по промежуточным промерам русла, III - площади, вычисленные по профилю основного сечения; а — кривая поправок; *г* — кривая расходов с неисправленными уровнями; *д* — кривая расходов с исправленными уровнями

Рисунок 11.19 - **Схема построений при применении способа приведения кривой расходов к основному сечению**

При этом нужно проследить за тем, чтобы измеренные за рассматриваемый период уровни не оказались ниже самой низкой точки выбранного основного сечения. В противном случае за основное сечение нужно принять ближайший по времени производства промеров профиль, удовлетворяющий этому условию.

- по выбранному профилю основного водного сечения вычисляются аналитически значения площадей водного сечения для нескольких (4–6) значений уровня, назначаемых через равные интервалы от наинизшего до наивысшего уровня из ряда наблюденных за рассматриваемый период.

- вычисленные значения площадей основного водного сечения при соответствующих им уровнях наносятся в системе координат (F, Н*)* и через полученные точки, а также через точку водного сечения, измеренного фактически (точку того измерения, результаты которого дали поперечный профиль, принятый за основное водное сечение, — точка № 6 на рисунке 11.19), проводится кривая, именуемая кривой основного водного сечения.

- посредством отсчета делений миллиметровой бумаги определяются отклонения точек измеренных площадей от кривой основного водного сечения (поправки уровня на деформацию водного сечения гидроствора ΔН*)*. Измерение ведется с точностью не менее 1,0 см в натуре (что должно обеспечиваться надлежащим выбором масштаба).

-. найденные поправки ΔH откладываются по вертикали на графике поправок, по горизонтальной оси которого откладывается время в сутках. Поправки на графике откладываются в сторону, противоположную отклонению соответственных точек (F, H) от кривой основного водного сечения. При этом поправкам, отложенным на графике вверх от оси, приписывается знак плюс, а отложенным вниз от оси — знак минус.

- по нанесенным на график поправок точкам (соответствующим измеренным площадям) строится кривая, именуемая кривой поправок уровня на деформацию водного сечения. Указанная кривая проводится не непосредственно через точки, а осредненно, и на неосвещенных участках, если они значительны, крутизна ее (наклон к горизонтальной оси) должна находиться в зависимости от хода уровня.

- значения поправок для площадей, измеренных при определении расходов, с приписанными им вышеуказанным образом знаками алгебраически прибавляются к уровням при соответственных измеренных расходах. Таким образом, для каждого измеренного расхода определяется исправленный уровень.

- в системе координат (Q, H) на новый чертеж рядом с основным, указанным в п. 1 расходом наносятся вновь точки измеренных расходов с исправленными («приведенными») уровнями.

Если применение способа приведения к основному сечению является оправданным, то разброс точек (Q, H+ΔH) измеренных расходов с исправленными уровнями резко уменьшится по сравнению с разбросом точек при неисправленных уровнях. При полном соблюдении условий целесообразности применения способа приведения к основному сечению после исправления уровней точки *(Q,* H+ΔH) измеренных расходов должны лежать в пределах полосы, ширина которой не превышает удвоенной величины вероятной ошибки измерений расходов и конфигурация которой позволяет построить кривую расходов правильного вида. По указанной полосе, образованной точками измеренных расходов с исправленными уровнями («приведенных расходов»), строится кривая расходов правильного вида (плавная и с вогнутостью, обращенной к оси абсцисс), именуемая приведенной кривой расходов.

- по построенному ранее графику поправок определяются значения поправок уровня на деформацию водного сечения за каждые сутки, которым приписываются знаки согласно вышеуказанному правилу. Значения ежедневных поправок вычисляются с точностью до целых сантиметров. Найденные значения ежедневных поправок с приписанными им знаками алгебраически суммируются с соответствующими среднесуточными наблюденными уровнями и находятся таким образом ежедневные исправленные уровни.

- по исправленным ежедневным уровням и по приведенной кривой расходов определяются, как по обычной кривой расходов, ежедневные расходы. При продолжительном сроке вычисления ежедневных расходов по способу приведения к основному живому сечению для приведенной кривой надлежит составить расчетную таблицу координат и из нее выбирать значения ежедневных расходов. Наибольшие и наименьшие месячные и годовые расходы определяются не по наивысшим и наинизшим из наблюденных уровней, а по экстремальным из исправленных уровней.

11.50 Кроме указанных в 11.45 условий целесообразности применения способа приведения к основному сечению, критерием применимости данного способа являются еще и результаты приведения измеренных расходов к основному сечению.

Если после приведения измеренных расходов *к* основному сечению (исправления уровней) окажется, что точки приведенных расходов дают отклонения от приведенной кривой, значительно превышающие величину допустимой ошибки,

или же образуют хронологически обособленные группы, то это покажет, что способ приведения к основному сечению в данном случае применять нецелесообразно и следует перейти к вычислению ежедневных расходов то семейству временных кривых или по способу Стаута.

Данный результат показывает, что деформации русла в рассматриваемом случае не сводятся только к вертикальному перемещению, но, кроме того, выражаются в изменении уклона. Следовательно, отпадает одно из основных условий целесообразности применения способа приведения к основному сечению, указанное в 11.45.

11.51 Способ Стаута

Вычисление ежедневных расходов по способу Стаута складывается из следующих операций:

- в поле точек измеренных расходов, нанесенных в системе координат (Q, H), строится согласно указаниям 11.52 кривая расходов, называемая стандартной. Эта кривая не выражает какой-либо имеющий реальный смысл связи между расходом и уровнем и носит вспомогательный характер (рисунок 11.20).

- посредством отсчета делений миллиметровой бумаги определяются отклонения ΔH точек измеренных расходов от стандартной кривой по ординате, именуемые поправками Стаута.

- найденные поправки откладываются по вертикалям на графике поправок, по горизонтальной оси которого отложено время в сутках. Каждая поправка откладывается на абсциссе графика, соответствующей дате измерения расхода, для которого определяется данная поправка. При этом отклонения точек расходов от стандартной кривой вниз откладываются на графике поправок от горизонтальной оси вверх, а отклонения точек расходов от стандартной кривой вверх откладываются на графике поправок от горизонтальной оси вниз. По нанесенным на график поправок точкам (отвечающим измеренным расходам) строится согласно указаниям 11.53 кривая поправок.

- по указанной кривой путем отсчета ее ординат находятся значения поправок на каждые сутки. При этом поправкам, лежащим выше горизонтальной оси графика, приписывается знак плюс, а поправкам, лежащим ниже горизонтальной оси, - знак минус. Значения ежедневных поправок определяются с точностью до целых сантиметров.

Найденные значения ежедневных поправок алгебраически складываются с соответствующим среднесуточным уровнем.

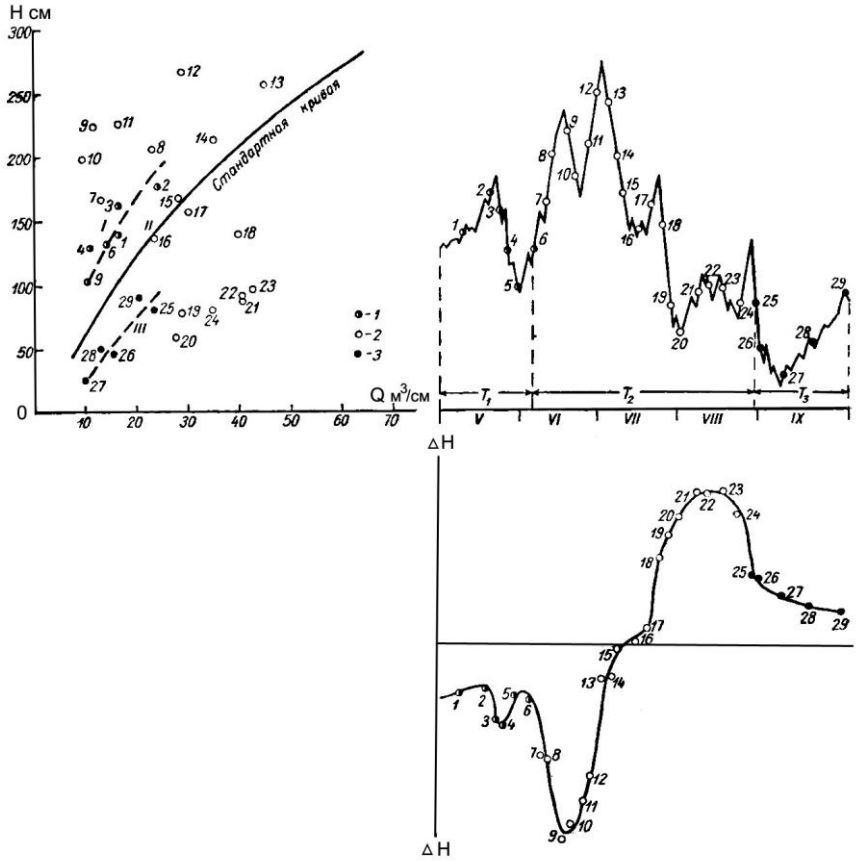
-по исправленным среднесуточным уровням и по стандартной кривой определяются ежедневные расходы воды в том же порядке, как это делается по обычной кривой расходов. При продолжительном сроке вычисления по способу Стаута для стандартной кривой должна быть составлена расчетная таблица координат, в противоположном случае расходы снимаются с кривой по чертежу.

При определении наибольших и наименьших месячных и годовых расходов нужно иметь в виду, что наблюденные экстремальные уровни могут не отвечать экстремальным расходам, так как по исправлении указанные уровни могут утратить свое экстремальное значение.

11.52 Высотное положение стандартной кривой не влияет на результаты вычислений ежедневных расходов, поэтому оно может быть выбрано произвольно (иначе говоря, стандартная кривая заданного вида может быть смещена параллельно самой себе вдоль оси ординат на любую величину).

Однако вид стандартной кривой имеет некоторое значение для результатов вычисления ежедневных расходов в зависимости от степени освещенности измерениями. При большом количестве измерений расходов очертание кривой не имеет существенного значения, но это значение возрастает с уменьшением сте-

пени освещенности измеренными расходами. Поэтому следует вид стандартной кривой выбирать не произвольно, а на основе некоторых соображений, изложенных ниже.



1— расходы, относящиеся к периоду T_1; 2 — расходы, относящиеся к периоду T_2; 3 - расходы относящиеся к периоду T_3.

Рисунок 11.20 - **Схема построений при применении способа Стаута**

Для того чтобы обосновать вид стандартной кривой, необходимо предварительно проследить в хронологическом порядке расположение точек (Q, H) измеренных расходов (так же, как это делается при построении системы временных кривых), найти наиболее четко выраженные связанные хронологические группы точек и наметить по этим группам временные кривые. Однако при этом отнюдь не требуется выполнять все построение системы временных кривых или даже части ее, намечаются только отдельные, наиболее ясно выраженные временные кривые.

После того как намечено несколько таких характерных для данного створа временных кривых, устанавливается вид стандартной кривой, как некоторой средней кривой из всех предварительно намеченных.

11.53 График поправок строится как плавная кривая, проведанная так, чтобы точки поправок измеренных расходов равномерно распределялись по обе стороны кривой. Механическое проведение графика поправок путем прямолинейной интерполяции между точками не допускается.

При высокой степени освещенности проведение графика целиком определяется точками поправок измеренных расходов. В тех случаях, когда между измерениями расходов имеются значительные промежутки, при проведении графика поправок надлежит руководствоваться следующими указаниями. Наибольшая крутизна кривой поправок (наибольший наклон ее к горизонтальной оси) должна отвечать пикам паводков. В периоды, относящиеся к прохождению низких уровней,

кривая поправок должна иметь наименьшую крутизну или даже быть параллельна горизонтальной оси,

11.54 Интерполяция между измеренными расходами

При достаточно частых измерениях расходов, когда имеется уверенность, что измерениями освещены все характерные точки перелома гидрографа (или точки, близкие к ним), ежедневные расходы воды получаются путем непосредственного построения гидрографа по измеренным расходам. Для этого точки измеренных расходов откладываются на графике $Q=f(t)$ и по нанесенным точкам проводится плавная кривая (гидрограф), с которой снимаются значения расходов для дней в промежутке между измерениями. При малых колебаниях величины измеренных расходов в периоды устойчивого состояния кривая может быть проведена осредненно, с учетом того, что колебания в величине измеренных расходов могут являться следствием погрешности при измерениях.

При недостаточной частоте измерений, когда характерные точки перелома гидрографа остались неосвещенными (но все же все основные паводки захвачены измерениями), на основании измеренных расходов вычисляются лишь средние декадные или средние месячные значения расходов.

11.55 Переменный подпор

При выборе и применении способов вычисления ежедневных расходов воды в условиях переменного подпора необходимо выявить характер и причину переменного подпора.

В некоторых случаях, например при ветровых нагонах и сгонах на водоприемнике, при изменениях режима работы гидротехнического сооружения, лежащего ниже гидрометрического створа, подпор изменяется резко, иногда скачкообразно. В других случаях, например, когда подпор возникает в результате паводка на главной реке или притоке, весеннего повышения уровня водоприемника (озера, водохранилища), при намыве или размыве гребня нижележащего переката, изменения подпора носят постепенный характер. В некоторых случаях подпор проявляется лишь в виде кратковременных нарушений обычно устойчивой связи между расходом и уровнем (отдельные ветровые нагоны, заторы сплавного леса).

При любом характере подпора режим стока рассматриваемой реки может также иметь различный характер. Большинство причин, вызывающих переменный подпор, может встретиться на реках с любым характером питания и режима стока.

Основную роль при выборе способа вычисления стока в условиях переменного подпора играет наличие достоверных данных об уклоне поверхности воды на участке станции. Наличие надежных измеренных ежедневных уклонов радикально облегчает задачу вычисления ежедневных расходов.

Значительную ценность при вычислении ежедневных расходов в условиях переменною подпора имеют данные о причинах, вызывающих подпор, особенно если эти данные содержат количественные характеристики. Например, в тех случаях, когда подпор вызывается гидротехническим сооружением, такими данными являются сведения о колебании уровня в верхнем бьефе сооружения, о режиме работы сооружения, об открытии или закрытии его затворов и т. п.

11.56 Выбор способа вычисления ежедневных расходов воды при переменном подпоре

а) При отсутствии надежных измеренных уклонов поверхности воды и возможностей косвенного определения уклона вычисление стока может производиться путем интерполяции между измеренными расходами, по кривым расходов неустойчивой связи и путем срезки подпорных уровней.

Выбор между перечисленными способами вычисления определяется характером подпора и характером режима расходов. Ниже перечислены основные случаи

сочетания указанных факторов и соответствующие этим случаям способы вычисления ежедневных расходов:

1) быстро изменяющийся подпор (от стонов и нагонов на водоприемнике, от гидротехнического сооружения) в сочетании с любым типом режима расходов — рекомендуется интерполяция между измеренными расходами;

2) медленно изменяющийся подпор (при паводке на принимающей реке или притоке и т. д.) в сочетании с быстрыми изменениями расхода (острые пики гидрографа, например дождевые паводки и т. д.) кривые расходов неустойчивой связи;

3) медленно изменяющийся подпор в сочетании с медленно изменяющимся расходом — интерполяция между измеренными расходами и кривые расходов являются равноценными. При высокой точности измерений, позволяющей пренебрегать ошибками измерений, следует предпочесть интерполяцию, при меньшей точности — кривые расходов;

4) кратковременный подпор, вызывающий значительный подъем уровня при медленно изменяющемся расходе (отдельный значительный ветровой нагон), — срезка подпорных уровней с (последующим вычислением стока по кривой расходов.

Кроме того, интерполяция между измеренными расходами может применяться в любых условиях при наличии весьма частых измерений расхода, освещающих все переломные точки гидрографа.

В некоторых случаях способы интерполяции и временных кривых могут применяться в сочетании друг с другом в зависимости от изменений характера подпора. Например, если подпор вызывается гидротехническим сооружением и при этом в некоторые периоды носит постоянный характер (открытие отверстия водосброса не изменяется), а в другие периоды претерпевает значительные изменения (манипулирование затворами при сбросе паводка), то в первые периоды для вычисления стока могут быть использованы неустойчивой связи, а во вторые — интерполяция между измеренными расходами.

б) при наличии надежных измеренных уклонов поверхности воды или возможности косвенного определения уклона (падения) на участке поста вычисление стока производится по кривой модулей расхода. Если этот способ не дает удовлетворительных результатов, а также при наличии значительного числа измеренных расходов за сравнительно длительный период работы станции при полном или почти полном охвате амплитуды уровней измерениями расходов, следует применять построение семейства кривых расходов, помеченных значениями уклона (падением) или значением уровня, или разностью отметок на основном и дополнительном постах.

в) в тех случаях, когда подпор носит временный характер (отдельные ветровые нагоны, затор сплавного леса и т. п.), при этом на данной реке выше рассматриваемого поста имеется водомерный пост, расположенный вне пределов распространения подпора, и, кроме того, кривая связи уровней между указанным бесподпорным постом и рассматриваемым постом в периоды отсутствия подпора носит вполне устойчивый характер, вычисление стока за периоды влияния подпора может быть произведено по кривой расходов и уровням, восстановленным по кривой связи.

11.57 Интерполяция между измеренными расходами

Вычисление ежедневных расходов воды производится путем прямолинейной или криволинейной графической интерполяции между измеренными расходами.

При медленно изменяющемся расходе можно применять прямолинейную интерполяцию. При быстрых и значительных колебаниях расхода более целесообразна графическая интерполяция. Графическую интерполяцию также следует применять и в случае медленно изменяющегося расхода, при наличии весьма

частых измерений расхода, что допускает осредненное проведение интерполяционной кривой, исключающее погрешности отдельных измерений (т. е. кривая проводится так, чтобы точки измерений равномерно распределялись по обе стороны ее).

11.58 Построение кривых расходов неустойчивой связи при переменном подпоре

При построении кривых неустойчивой связи в условиях переменного подпора в целом надлежит руководствоваться указаниями относительно построения кривых при неустойчивости русла, изложенными в 10.45 – 10.48.

В отличие от случая неустойчивости русла, переходные кривые при переменном подпоре могут иметь любой произвольный вид. Из этого следует, что надежное обоснование построения кривых при переменном подпоре возможно только при достаточной освещенности измерениями расходов.

Для ориентировки при построении кривых в условиях переменного подпора нужно иметь в виду следующее. В тех случаях, когда подпор вызывается стеснением живого сечения ниже участка поста, носящим более или менее устойчивый характер (повышение гребня регулирующего переката, поддержание уровня на заданной отметке

посредством соответствующего регулирования его затворами гидросооружения, возведение временного сооружения в русле при производстве строительных работ и т. д.), и в рассматриваемый период происходят колебания величины расхода, кривая подпорного состояния в верхней части будет сливаться с кривой устойчивой связи между расходом и уровнем (рисунок 11.21 а).

В тех случаях, когда подпор вызывается постепенным, но по величине сравнительно значительным изменением уровня в регулирующем сечении (подпор от паводка на главной реке или на притоке), кривая подпорного состояния может в верхней части отклоняться от кривой устойчивой связи между расходом и уровнем. В ряде случаев подпор от паводка на главной реке, проходящего приблизительно синхронно с паводком на притоке, может вызвать в рассматриваемом створе на притоке образование обратной петли (рисунок 11.21 б).

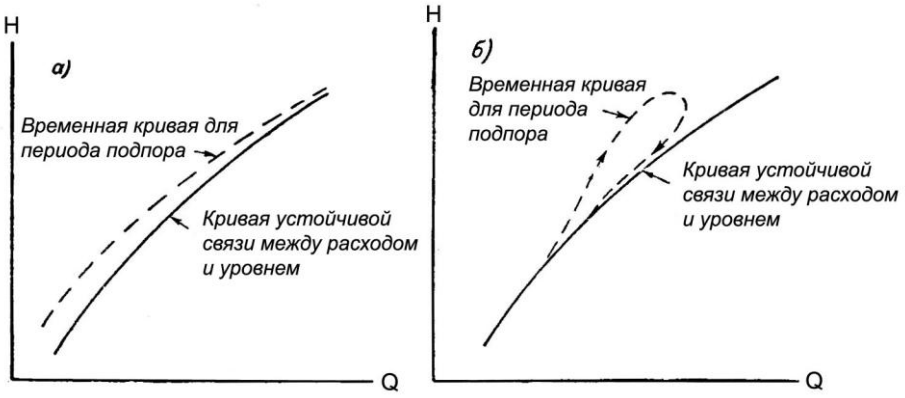


Рисунок 11.21 - Схема кривых расходов при переменном подпоре

Вид временной кривой подпорного состояния, определяющийся положением точек (Q, H) измеренных расходов, сам по себе является критерием применимости рассматриваемого способа. Когда кривая имеет направление, обратное по сравнению с кривой устойчивой связи между расходом и уровнем, т.е. когда при повышении уровня расход уменьшается и наоборот, использование рассматриваемого способа перестает быть целесообразным. В этом случае вид кривой на неосвещенных участках и направление ее экстраполяции не могут быть подчине-

ны каким-либо даже самым ориентировочным правилам, поэтому преимущества данного способа по сравнению с интерполяцией теряются.

11.59 Срезка подпорных уровней**.** Сущность приема ясна из рисунка 11.22. Фактически измеренные в период подпора (период $T_п$) уровни заменяются фиктивными («срезанными») уровнями, последние получаются путем соединения точек начала и конца подпорного периода на графике уровней плавной кривой или просто прямой (в зависимости от вида смежных участков графика). Вычисление ежедневных расходов за период подпора производится по срезанным уровням и кривой устойчивой связи между расходом и уровнем или по ветви подъема паводочной петли.

Применение рассмотренного приема в тех случаях, когда подпорный пик уровня и его границы достаточно четко выражены, а режим реки достаточно хорошо изучен (так что подъем уровня, вызванный увеличением расхода, не может быть принят за подпорный подъем уровня), возможно и тогда, когда измерений расхода в период подпора не было (в чем и заключается основная ценность данного приема)

Средством для выявления подпора в подобных случаях и уточнения границ подпорного периода может служить сопоставление хода уровня с соседним вышележащим постом, куда подпор не распространяется, и использование графика связи уровня по этим постам, построенного за период отсутствия подпора.

11.60 Предварительные замечания к способам вычисления ежедневных расходов воды, основанным на использовании уклона поверхности воды.

Наличие надежных уклонов поверхности воды, измеренных при определении расходов, не дает еще непосредственной возможности использования уклона для вычисления ежедневных расходов. Для этой цели необходимо иметь ежедневные значения уклона.

Если уклоны водной поверхности в период подпора ежедневно не измерялись, то при постепенных и плавных изменениях подпора ежедневные значения уклона могут быть получены путем интерполяции между их значениями, определенными при измерении расходов. Для этой же цели может служить кривая I=f(H), построенная по значениям уклонов, определенным при измерении расхода. Кривая I=f(H), если для построения ее имеется достаточное количество измерений, дает возможность исключить отдельные погрешности измерений, а

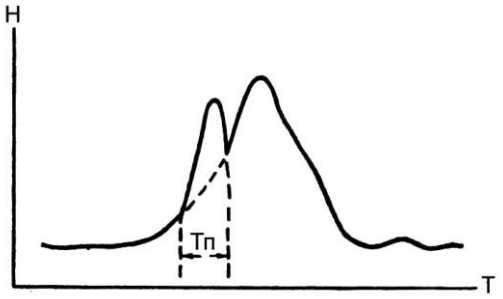


Рисунок 11.22 - Срезка подпорного уровня

экстраполяция ее до наивысшего уровня путем продолжения на глаз дает возможность получить значения уклона при высоких уровнях, если в этот период они не были измерены непосредственно. При быстрых изменениях подпора, а следовательно, и уклона целесообразно строить хронологический трафик уклона, т. е. для определения ежедневных величин уклона вести интерполяцию между измерениями графически. При этом следует учитывать характер подпора и согласовывать построение графика с имеющимися данными о ходе изменений подпора.

В тех случаях, когда данных измерения уклона не имеется или они недостаточно надежны, но на реке имеется другой гидрологический пост, сравнительно близкий к рассматриваемому, или пара смежных с рассматриваемым, причем боковая приточность на участке между постами (и в том и в другом случае) незначительна, величина уклона может быть приближенно определена по разности уровней на водпостах (рассматриваемом и смежном или паре смежных, между которыми лежит рассматриваемый).

Указанный прием дает хорошие результаты (иногда даже при значительном расстоянии между постами) при высоких уровнях. При низких уровнях значение местного уклона на участке рассматриваемого поста может отличаться от осредненного на большом протяжении реки уклона вследствие влияния ближайшего нижележащего переката.

11.61 Вычисление ежедневных расходов воды по кривой модулей расходов

Модулем расхода К называется отношение расхода Q к квадратному корню из уклона поверхности воды I.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}}, \qquad (11.9)$$

Модуль расхода в большинстве практических случаев (особенно при подпертом состоянии потока) для данного наполнения русла, т. е. для данной отметки уровня Н, остается приблизительно постоянным при любых изменениях уклона и соответствующих изменениях расхода.

Вычисление ежедневных расходов воды по рассматриваемому способу ведется в следующем порядке:

- на основании совместного анализа расположения точек измеренных расходов на графике (Q, H) и графика уровня устанавливается период (периоды) действия переменного подпора и период (периоды) устойчивой связи между расходом и уровнем. Для последнего, если его возможно выделить, строится кривая устойчивой связи между расходом и уровнем.

- для каждого из измеренных расходов Q_1, Q_2....., Q_n вычисляется значение модуля расхода.

- вычисленные значения модулей измеренных расходов наносятся на график 1 (К, Н). При этом удобно строить указанный график на общей шкале уровней с графиком (Q, H). На график наносятся точки модулей расходов, измеренных не только при подпоре, но и в период устойчивой связи между расходом и уровнем воды.

- по точкам модулей измеренных расходов проводится, если это позволяет расположение точек, кривая модулей расходов K=f(H). Возможность построения однозначной кривой модулей при ограниченном разбросе точек измерений около указанной кривой (допустимые отклонения должны лежать в пределах ±10% по абсциссе) определяет возможность применения рассматриваемого способа: Если разброс точек модулей превышает указанные пределы или точки образуют обособленные хронологически замкнутые группы (иначе говоря, образуется несколько кривых модулей), то рассматриваемый способ вычисления не может быть применен. Точки модулей расходов, измеренных в бесподпорный период, должны также ложиться на кривую модулей (с указанным допустимым разбросом), что является дополнительным контролем правильности применения способа.

- по кривой К = f(H) и ежедневным уровням вычисляются ежедневные значения модуля расхода (путем снятия их с кривой), после чего ежедневные расходы вычисляются по формуле:

$$Q = K\sqrt{I}\ , \qquad (11.10)$$

где ежедневные уклоны I получаются одним из способов, указанных выше.

За бесподпорный период ежедневные расходы снимаются с кривой устойчивой связи между расходом и уровнем воды.

Следует иметь в виду, что разброс точек (К, Н), превышающий допустимые пределы, или образование замкнутых групп точек может явиться следствием как ненадежности значений уклонов, так и неприменимости формулы Шези к данному конкретному случаю.

В рассмотренном способе вместо модуля расхода К можно использовать другую величину, которая пропорциональна модулю расхода, а именно величину

$$K_1 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta H}}, \qquad (11.11)$$

где ΔН - падение уровня на участке, служащее для вычисления уклона.

11.62 Вычисление ежедневных расходов по семейству кривых расходов, помеченных уклоном или разностью отметок

Рассматриваемый способ может применяться в тех случаях, когда имеются надежные измерения уклонов или значения падений между гидрологическими постами, принятыми за уклонные (если допустимо применять прием, указанный в 11.61). Также в случаях, когда основной и принимаемый за уклонный гидрологический посты не имеют единой системы отметок и, следовательно, величина падения между ними не может быть установлена. В последнем случае вместо величины падения условно берется алгебраическая разность отметок уровней указанных гидрологических постов.

Вычисление стока ведется в следующем порядке.

Значения измеренных расходов наносятся на график (рисунок 11.23), и около каждой точки выписывается значение измеренного уклона (или падения) или алгебраической разности отметок уровня на гидрологических постах.

Далее выбирается ряд значений уклона (или падения) через равные интервалы, которые намечаются в зависимости от амплитуды наблюдающихся колебаний величины уклона (падения). Если измеренные уклоны колеблются в пределах от 0,01 до 0,13 ‰, удобно выбрать следующие значения уклонов: 0,01; 0,04; 0,07; 0,10; 0,13 ‰ (как сделано в примере, показанном на рисунке 11.23). В поле точек (Q, H) измеренных расходов проводятся кривые расходов, отвечающие выбранным значениям уклона (падения), и помечаются указанным значением уклона (падения). Кривые проводятся как линии, разграничивающие совокупность точек измеренных расходов, при которых уклоны (падения) лежат в пределах смежных интервалов. В то же время кривые должны иметь правильный вид (вогнутость обращена к оси абсцисс), плавное очертание и быть приблизительно подобными друг другу. Соблюдение этих требований может привести к тому, что некоторые единичные точки измерений придется оставить вне надлежащего интервала.

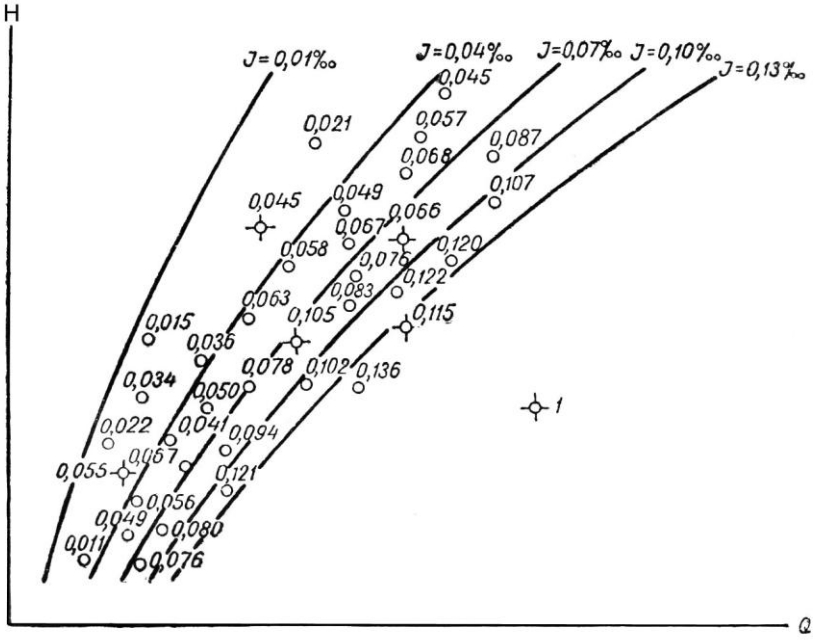
В пределах 15-20 % амплитуды уровня кривые, помеченные уклоном (падением), могут быть экстраполированы посредством продолжения освещенной части на глаз.

Значения ежедневных расходов при известном уровне и уклоне получаются путем интерполяции на глаз между значениями расходов, взятых по двум смежным кривым, ограничивающим интервал, внутри которого лежит данный уклон, при соответствующем ежедневном уровне. Критерием возможности применения

рассматриваемого способа является процент неучтенных (оставленных вне соответствующих интервалов) точек измеренных расходов, а также величины отклонений указанных точек от кривых, ограничивающих соответствующий интервал. Ориентировочно в среднем можно считать допустимым выход за пределы соответствующих интервалов 15-20 % точек, причем наибольшие отклонения точек от ограничивающих соответствующий интервал кривых не превышают 10-15 %

по абсциссе. При этом необходимо учитывать размеры выбранных интервалов уклона, чем больше интервалы, тем меньший процент отклонений и меньшие отклонения могут быть допущены.

Рассматриваемый способ может дать удовлетворительные результаты и в тех случаях, когда использование кривой модулей расходов не дает их вследствие неприменимости к данному случаю формулы Шези.



I — точки расходов, выпадающие из соответствующего интервала уклона

Рисунок 11.23 - **Семейство кривых расходов, помеченных уклоном**

12 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ежедневные расходы воды»

12.1 Ежедневные расходы воды представлены в форме таблицы (в ежегоднике – таблица 1.3).

Таблица «Ежедневные расходы воды» (далее – ЕРВ), является основным отчетным документом структурного гидрологического подразделения, ведущего учет речного стока. Гидрологическое подразделение обязано вычислить сток воды по всем постам и составить таблицу ЕРВ во всех случаях, используя все имеющиеся материалы, применяя любые наиболее подходящие способы и приемы вычислений, имея в виду получение наиболее точных величин стока за наиболее длительный период.

Таблицу 1.3 получают с помощью программного комплекса на ПЭВМ, по двум формам:

- А – для рек с устойчивым ледоставом;
- Б – для рек с отсутствием устойчивого ледостава.

Перед ЕРВ помещается титульный лист, где кратко описаны правила, которыми руководствовались составители таблицы.

После ЕРВ помещаются частные пояснения для каждого поста, если это необходимо.

Пояснения к ЕРВ содержат краткое описание существенных изменений условий формирования стока в данном году и "Заключение о полноте и точности учета стока воды" .

В кратком описании существенных изменений условий формирования стока приводятся сведения о происшедших в данном году изменениях условий формирования стока и водности рек в результате хозяйственной деятельности или естественных процессов, в том числе сведения о введении в строй ГЭС, водохранилищ, каналов, соединяющих различные водные системы или осуществляющих переброску стока, крупных водозаборов, осушительных мелиоративных систем, о прорыве плотин (водохранилищ), отводе вод, образовании рукавов (выше постов) и других водохозяйственных мероприятиях или природных явлениях, обусловивших существенные изменения речного стока.

В «Заключении о полноте и точности учета стока воды" приводятся сведения о неполноте и пониженной точности учета стока (с указанием периода), выявленных при гидрологическом анализе навязках стока по длине рек и в пространстве и их причинах, пояснения к методике подсчета стока, не отраженные в таблице «Оценка надежности подсчета стока» (Таблица 1.4). В частности, обязательно оговариваются случаи неучтенного стока в пойме (пойменных протоках), восстановления стока (с указанием методики).

Возле номера поста, для которого даются пояснения, ставится знак сноски.

Таблица ЕРВ содержит следующие сведения:

- значения среднего расхода воды за сутки, декады, месяцы;
- значения наибольшего и наименьшего расходов воды за месяцы;
- значения среднего, наибольшего и наименьших (периода открытого русла и зимнего периода) расходов воды за год, с указанием даты;
- значения среднего, наибольшего и наименьших (периода открытого русла и зимнего периода) расходов воды за многолетний однородный период, с указанием даты .

12.2 При составлении таблицы ЕРВ следует придерживаться следующих правил.

Заголовок таблицы содержит:

- номер гидрологического поста;
- код гидрологического поста;
- основное название водного объекта;
- основное название гидрологического поста;
- объем стока за год;
- годовой модуль стока;
- годовой слой стока;
- площадь водосборного бассейна.

Пересчет среднего годового расхода воды в модуль, слой и объем стока производится по формулам:

Модуль стока М (л/(с км^2)):

$$M = \frac{Q \bullet 10^3}{F} \quad , \qquad (12.1)$$

или

$$M = \frac{Q_1}{F} \quad , \qquad (12.2)$$

Слой стока Н (мм):

$$H = \frac{W \bullet 10^3}{F}, \qquad (12.3)$$

Объем стока W (км^3):

$$W = Q \bullet T \quad , \qquad (12.4)$$

или

$$W = Q_1 \bullet T \, , \qquad (12.5)$$

где Q – средний годовой расход, $м^3/с$;

Q_1 – средний годовой расход в, л/с;

F – площадь водосбора, $км^2$;

T – количество секунд в году, равное $31.54 . 10^6$ или $31.62. 10^6$ для високосного года.

Округление значения объема стока производится при величинах:

- менее 1 $м^3$ - до 0.001 $м^3$;
- от 1 до 10 $м^3$ - до 0.01 $м^3$,
- от 10 до 100 $м^3$ - до 0.1 $м^3$,
- более 100 $м^3$ - до 1,0 $м^3$ то есть до трех значащих цифр.

Для всех других рек объем стока приходится в $км^3$ с точностью до 3-х значащих цифр.

Объем стока малых рек, расход воды которых приводится в таблице в л/с, указывается в $м^3$.

Средние суточные значения расхода воды при плавных колебаниях и отсутствии суточного хода стока вычисляются в основном по средним суточным значениям уровня.

Среднее суточное значение расхода воды при значительных суточных колебаниях стока вычисляется как среднее арифметическое, взвешенное по времени, из срочных значений расхода воды, вычисленных для тех моментов времени (в сутках), в которые был измерен уровень воды. Если уровень воды регистрировался самописцем, то в качестве срочных значений берутся значения уровня воды, снятые с линии записи в переломных точках.

Ввиду того, что указанный способ вычисления среднего суточного расхода воды может оказаться в некоторых случаях неоправданно сложным, рекомендуется для каждого поста сопоставить значения среднего суточного расхода, вычисленного указанным выше способом, со значением расхода, вычисленного по среднему суточному значению уровня воды, для ряда типичных случаев суточного хода уровня (большая, средняя, малая амплитуда колебаний, один, два пика в сутках и т. п.).

Если в результате такого рода сопоставлений выяснится, что для некоторых типичных изменений уровня воды в течение суток разности между указанными значениями расхода воды в общем отличаются не более чем на 5%, то для периодов, когда характерен данный тип изменений уровня в сутках, допускается средний суточный расход воды вычислять по среднему суточному уровню воды.

Могут встретиться случаи пропусков данных за отдельные сутки и периоды по следующим причинам:

- отсутствуют сведения об уровне воды;
- нет возможности установить связь между уровнем и расходом воды или интерполировать между отдельными известными значениями расхода;
- русло сухое (пересохло или промерзло) или в нем стоячая вода.

Пропуски по первой и второй причинам отмечаются в таблице ЕРВ знаком— (тире), причем знак этот ставится во всех местах таблицы, соответствующих периодам времени пропусков. Пропуски по причине отсутствия стока (русло сухое или в нем стоячая вода) в таблице ЕРВ отмечаются знаком «нб».

Средние декадные значения расхода воды вычисляются из средних суточных как средние арифметические за все полные (без знака тире) декады данного года, на местах отсутствующих данных в таблице ставятся тире.

В тех случаях, когда в течение декады наряду с численными значениями среднего суточного расхода имелись знаки «нб» по причине отсутствия стока (река пересохла, промерзла, в русле стоячая вода), среднее декадное значение расхода

воды получается в результате деления суммы имеющихся значений расходов за декаду на число суток в декаде с учетом суток с «нб».

Средние месячные расходы вычисляются за месяцы, для которых имеются средние декадные расходы всех трех декад, по сумме средних суточных расходов, деленной на число суток в месяце.

Наибольшее и наименьшее значения расхода воды за месяц вычисляются по срочным измерениям уровня воды.

Следует иметь в виду, что эти значения могут и не совпадать с фактически измеренными наибольшими и наименьшими расходами, поскольку при построении графиков Q=f(H) и K=f(t) линии проводятся по середине поля рассеяния точек (Q, H) и (K, t).

Если в данном месяце имеются пропуски наблюдений, то наибольшее и наименьшее значения расхода воды за месяц приводятся только в тех случаях, когда имеется уверенность в том, что они не приходились на периоды пропусков, в чем следует убедиться анализом наблюдений на соседних постах.

На месте не установленных вследствие пропуска наблюдений наибольшего или наименьшего расхода воды в таблице ЕРВ пишется тире.

Если отсутствие стока воды наблюдалось в течение ряда месяцев не подряд, не следует выписывать все даты отсутствия стока, а дается первая дата, затем перечисляются месяцы (с указанием в скобках количества суток каждого месяца) и последняя дата.

Среднее годовое значение расхода воды за данный календарный год вычисляется как среднее арифметическое из средних месячных значений, если эти данные имеются за все месяцы года. Среднее выписывается в таблице, а при отсутствии данных ставится тире.

Наибольшее и наименьшее значения расхода воды и даты, когда они наблюдались в данном календарном году, выбираются аналогично месячным значениям. Выбранные значения заносятся в таблицу ЕРВ с указанием дат, а при отсутствии данных ставится тире. Если наибольший или наименьший расход воды отмечался в течение нескольких суток, то следует указать первую дату последнюю дату и число случаев в соответствии с 10.2.

Значения расхода воды в таблице ЕРВ должны быть оценены в отношении точности. Недостаточно точными, но не грубо приближенными считаются такие значения расхода воды ,которые по оценке точности всех исходных данных (точности отдельных единичных измерений уровня и расхода воды, частоты измерений ,степени освещенности кривой расходов и т.д.),вероятно, отличаются от истинных более чем на ± 6%, но не менее чем на ±20%.Грубо приближенными значениями считаются такие , которые отклоняются от истинных ,вероятно, более чем на ±20%.

Строка выводных характеристик за многолетний период заполняется по описанным выше правилам. Приближенные значения расходов воды в выводах заключаются в скобки.

При отсутствии по отдельным створам данных о расходах воды, прошедших при высоких уровнях по пойме и в протоках (недоучет стока) приводится пояснение (как к таблице, так и к выводам), в котором дается приближенная оценка доли неучтенного стока.

13 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Оценка надежности подсчета стока»

13.1 Оценка надежности подсчета стока в ежегоднике представлена в форме таблицы (таблица 1.4).

Таблица носит вспомогательный характер и поясняет предыдущую таблицу. В ней перечисляются в хронологической последовательности методы, использованные для подсчета стока в определенные периоды года. Надежность каждого метода подсчета определяется совокупностью характеристик, к которым относятся количество измеренных расходов воды, использованных для подсчета стока, степень освещенности ими кривой расходов, измеренные и вычисленные величины экстремальных для каждой кривой расходов воды.

13.2 Заполнение графы «количество измеренных расходов воды данного года» зависит от метода, использованного для подсчета стока. Для многолетних кривых расходов и кривых прошлых лет приводится количество измеренных расходов воды данного года, подтверждающих зависимость Q(H). Для кривых текущего года приводится число измерений, обосновывающих кривую. Для временных кривых оценка надежности подсчета стока не производится. При использовании интерполяционных методов подсчета стока (включая методы поправочных коэффициентов) приводится количество измеренных расходов воды, принятых для подсчета стока. В последнем случае при неравномерном расположении измерений во времени, что особенно часто имеет место в переходные периоды, возможно разделение периода использования одного метода подсчета стока на несколько подпериодов с относительно равномерным расположением измерений.

Пример – $К_{зим}$ 12.11 - 15.12 I
$К_{зим}$ 16.12 - 31.12 4

13.3 В качестве характеристики надежности подсчета стока приводится освещенность амплитуды колебания уровня воды измеренными расходами. Под амплитудой колебания уровня в данном случае понимается диапазон изменения уровня воды за период действия метода подсчета стока в данном году. Эта графа заполняется только для методов подсчета стока, связанных с использованием зависимости Q(H). Разность освещенности амплитуды колебания уровня, выраженной в процентах, и ста процентами определяет величину экстраполяции зависимости Q(H). При использовании интерполяционных методов подсчета стока недостаточная освещенность амплитуды колебания уровня измеренными расходами воды отмечается в пояснениях к таблице 1.3 в словесной форме.

13.4 Показателем надежности экстремальных расходов воды, вычисленных по кривой, является различие измеренных и вычисленных величин. За период действия зависимости Q(H) приводятся наибольшие и наименьшие (из срочных) расходы, снятые с кривой, и расходы воды, измеренные при наиболее высоком и наиболее низком уровнях воды. При использовании многолетней кривой расходов приводятся наибольший и наименьший измеренные расходы за многолетие, принятые для обоснования кривой. Обозначение принятых кривых не должно включать более трех лет общего периода действия кривой Q(H)/.

При наличии в течение года многих временных кривых, по усмотрению редактора, вместо конкретного перечня пронумерованных кривых может использоваться для всего периода их применения общее обозначение Q(H) BPn, где n - количество временных кривых, по которым считался сток в данном году (периоде года).

13.5 При использовании для подсчета стока других методов сокращенные названия их, образованные аналогично приведенным, дополнительно включаются в список. На титульном листе называются методы, использованные для подсчета стока в данном выпуске ежегодника.

Наличие частных пояснений в таблице 1.4 отмечается знаком сноски поставленным у номера пункта наблюдений.

14 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Измеренные расходы воды»

14.1 Измеренные расходы воды в гидрологическом ежегоднике представлены в форме таблицы.

Таблица «Измеренные расходы воды», сокращенно называемая «таблица ИРВ», составляется структурными гидрологическими подразделениями постепенно, в течение всего года, по мере обработки полевых записей измерения расхода воды.

В таблицу ИРВ помещаются все верные измерения расхода воды, выполненные с целью учета речного стока непосредственно, а также с целью тарирования гидрометрических устройств и водопропускных отверстий гидротехнических сооружений, приспособленных для учета речного стока.

Таблица ИРВ вместе с таблицей ЕУВ является основным материалом для вычислений стока и получается в программном комплексе на ПЭВМ.

14.2 Таблица ИРВ содержит следующие сведения:

- номер расхода;
- дата измерения;
- номер створа;
- состояние реки на участке гидроствора;
- уровень воды над нулем графика основного гидрологического поста и поста на гидростворе;
- расход воды ($м^3$[сек);
- площадь водного сечения ($м^2$);
- скорость течения средняя и наибольшая (м/сек);
- ширина реки (м);
- глубина средняя и наибольшая (м);
- уклон водной поверхности (‰);
- способ измерения;
- метод вычисления;
- площадь мертвого пространства, погруженной шуги и мостовых опор ($м^2$) .

Результаты измерений расхода воды, выполненные гидрометрической вертушкой с целью тарирования мерных водосливов или лотков, турбинных трактов ГЭС, водосливных отверстий плотин сводятся также в таблицу ИРВ, форма которой в каждом конкретном случае должна быть приспособлена к условиям и обстоятельствам тарирования. В этой таблице в соответствии с условиями и объектом тарирования должны быть указаны:

- степень открытия турбины;
- мощность на шинах генератора;
- величина напора;
- степень открытия отверстий;
- величина напора над порогом водослива или центром отверстия;
- ширина отверстия;
- прочие сведения, характеризующие характер истечения.

Таблица ИРВ, включающая сведения о расходах воды, измеренных с целью тарирования, должна быть обязательно иллюстрирована чертежами-схемами, на которых должны быть в плане и продольном профиле показаны:

- размеры сооружений
- размещение сооружений;
- размещение тарируемых отверстий;
- положение затворов;
- расположение гидрометрического тарировочного створа;

-расположение водомерных устройств.

Таблица ИРВ не помещается в гидрологическом ежегоднике, а хранится в государственном гидрометеорологическом фонде структурного подразделения ответственного за выпуск ежегодника.

14.3 При заполнении таблицы ИРВ сведениями, касающимися места, времени и обстановки измерений следует придерживаться следующих правил:

а) нумерация расходов воды для каждого поста в таблице принимается самостоятельной. Она должна строго соответствовать хронологической последовательности измерений расхода воды на данном посту.

Расходам воды, измеренным практически одновременно в обособленных частях гидрометрического створа, в таблице ИРВ придается один номер с разными буквами, а суммарному расходу, вычисленному по измерениям в обособленных частях створа, придается тот же номер, но без буквы.

Для данного гидрологического поста, имеющего обособленные участки гидрометрического створа, значения букв при номерах расходов должны быть стабильными, т. е. если частичные расходы воды в основном русле в таблице ИРВ данного ежегодника имеют номера с буквой «а», то и во всех других гидрологических ежегодниках они должны приводиться с этой же буквой «а».

Если в зимнее время в обособленных частях русла река протекает двумя потоками — надо льдом и подо льдом, то номеру расхода при букве придаются значки: один штрих, два штриха и т. д. Например, расход измеренный подо льдом в протоке «б», обозначается 15б′ а в той же протоке поверх льда — обозначается 15б″.

б) дата измерения расхода воды – указывается число и месяц.

в) номер створа указывается в соответствии с нумерацией гидрометрических створов, принятой в описании данного поста, с указанием расположения (выше, ниже) относительно основного поста и расстояния от него.

В случаях, когда измерения расхода воды производятся во временных гидростворах в пределах участка поста, в графе пишется «вр» и так же указывается расположение (выше, ниже) относительно основного поста и расстояния от него.

г) состояние реки указывается для участка гидроствора. Если на участке основного водомерного поста состояние реки не такое, как на гидростворе, в то через дробь указывается то состояние реки, которое наблюдалось на участке поста во время измерения расхода воды.

Если при измерении расхода воды на реке был ледостав или (в летний период) водная растительность, но на участке гидроствора лед был взломан или водная растительность выкошена, что делается для удобства измерения, то в графе «Состояние реки на участке гидроствора» следует указывать «лдст» или «тр», а в примечании (под таблицей) указать, что гидроствор был расчищен.

Дополнительные сведения о ледовой обстановке приводятся в случаях:

а) когда во время измерения расхода воды на участке поста обстановка была резко отличной от той обстановки, какая наблюдалась в непосредственной близости к посту;

б) когда расход воды измерялся сразу же после резкого изменения ледовой обстановки.

14.4 При заполнении таблицы ИРВ основными данными, полученными в результате измерения, следует придерживаться следующих правил:

- числа, выражающие величины: уровень воды, расход воды, площадь, скорость, глубина, ширина и уклон, пишутся с соблюдением правил, указанных в ТКП 17.10-08/1.

- уровень воды — указывается расчетный, полученный в результате обработки измеренных значений уровня воды на основном посту во время измерения расхода воды.

В тех случаях, когда представляется важным указать также и уровень на гидростворе (на котором уровень воды измеряется только во время определения расхода воды), тогда уровни пишутся в виде дроби: в числителе — уровень на основном посту, в знаменателе — на гидростворе.

Для каждого расхода воды, имеющего номер в виде числа с буквой, в графе указывается соответствующий этому расходу уровень воды на основном посту и, если есть, то и на гидростворе. Для расхода воды, выражающего сумму расходов с буквенными номерами, в графе указывается уровень воды, вычисленный как среднее взвешенное по величинам расходов с буквенными обозначениями из уровней при них.

- площадь водного сечения приводится для той высоты уровня воды, которая указана для данного расхода. Для расходов воды, измеренных под ледяным покровом, в графе приводятся два значения в виде дроби: в числителе — полная площадь по уровню воды в лунках с включением площади погруженного льда и неподвижной шуги, в знаменателе — площадь водного сечения. В тех случаях, когда вода течет поверх льда, лежащего на дне, в графе «состояния водного объекта» указывается «впл», и дается одно значение площади водного сечения, а под таблицей дается пояснение - «лед на дне».

Если в водном сечении имеются мертвые пространства, то в графе «площадь мертвого пространства» приводятся их значения.

Если мертвое пространство является характерным для данного гидрометрического створа и было отмечено в данном сезоне при нескольких измерениях расхода воды, то наличие его следует отмечать и при последующих измерениях.

При наличии под ледяным покровом неподвижной шуги значение ее приводится в графе «площадь погруженной шуги». Если при измерении расхода воды была обнаружена под льдом шуга малой концентрации, движущаяся вместе с водой, то о такой подвижной шуге в таблице ИРВ не упоминается. Если в полевой книжке наблюдатель не отметил движение шуги, то следует по косвенным признакам решить, какая была шуга — подвижная или неподвижная.

В том случае, когда расход воды был измерен между опорами моста, в графе «площадь водного сечения» приводится суммарная площадь водных сечений между опорами. В графе «площадь мостовых опор» приводится при том же уровне воды суммарная площадь сечений опор моста. Для получения полной площади сечения реки площадь водного сечения между опорами следует сложить с площадью опор моста.

При наличии небольшого числа пролетов каждый из них может быть помещен в таблицу как самостоятельный проток под номером с буквой, если эти русла между опорами гидравлически достаточно обособлены.

- средняя скорость течения вычисляется делением величины расхода воды на величину площади водного сечения. Для расхода, измеренного между опорами моста, средняя скорость не вычисляется.

Наибольшая поверхностная скорость течения (при измерении расхода воды поплавками) вычисляется как среднее арифметическое значение из скоростей, показанных двумя-тремя поплавками, плывущими в стрежневой части потока.

- ширина реки приводится для той высоты уровня воды, которая указана для данного расхода. Для расходов, измеренных между опорами мостов, в графе указывается ширина реки с включением ширины опор, причем ширина береговых устоев учитывается до урезов воды.

Бывает, что ледяной покров, образовавшийся при высоком стоянии уровня воды, позднее оказывается, после понижения уровня, лежащим в пределах береговой отмели непосредственно на аллювии. В этом случае следует на чертеже профиля по створу найти два значения ширины реки: первое — по уровню воды, установившемуся в лунках при измерении расхода воды, и второе — по нижней поверхности ледяного покрова в пределах водного сечения. Оба значения ширины записываются в графу «ширина реки» дробью: числитель — первое значение, знаменатель — второе.

- средняя глубина вычисляется делением площади водного сечения на ширину реки. При наличии ледяного покрова в расчет принимаются площадь и ширина, соответствующие высоте уровня воды в лунках. Исключение составляет случай льда, лежащего на береговой отмели, когда в расчет принимается ширина реки по нижней поверхности льда в пределах водного сечения.

В этом случае и площадь сечения, соответствующая уровню воды в лунке, принимается в пределах ширины реки по нижней поверхности ледяного покрова.

Средняя глубина не вычисляется для гидрометрического створа, разбитого по мосту с промежуточными опорами.

- уклон водной поверхности указывается в ‰ (в метрах на 1 км*).*

Если уклон определяется не по уклонным постам, а нивелировкой, то необходимо в конце таблицы привести частное пояснение.

14.5 При заполнении таблицы ИРВ сведениями, касающимися способа измерения и вычисления расхода воды, следует придерживаться следующих правил:

- способ измерения расхода воды (графа 14) – приводятся сведения о приборе, которым измерены скорости течения, о числе скоростных вертикалей в створе, числе скоростных точек в сечении, для поплавочных расходов — о числе поплавков. Перечисленные сведения указываются следующими условными обозначениями в соответствии с ТКП 17.10-17/1.

- способ вычисления расхода воды указывается следующими условными обозначениями: а — аналитический, г — графический. Число, стоящее после обозначения метода вычисления при поплавочных расходах, выражает переходный коэффициент *К* от фиктивного расхода к действительному.

- перед таблицей ИРВ помещается титульный лист, где даны общие пояснения, касающиеся всего материала, помещенного в таблице ИРВ, в которых кратко излагается основное содержание таблицы, даются расшифровки условностей в написании и расположении числового материала и приводятся расшифровки условных обозначений.

В тех случаях, когда некоторые частные пояснения в конце таблиц оказываются однообразными для всего ежегодника, их рекомендуется вынести и поместить в виде общего пояснения перед таблицей.

15 Правила проведения гидрологического анализа сведений о стоке воды

15.1 Анализ сведений о стоке воды имеет целью установить отсутствие ошибок, допущенных в процессе учета стока, которые существенно искажали бы естественный характер величин стока. Результаты анализа могут быть использованы для составления обзора режима стока за данный год и, кроме того, для разработки мероприятий по усовершенствованию работы структурных гидрологических подразделений, в частности, для выявления мест, в которых необходимо вновь организовать планомерный учет речного стока, и выявления малоэффективных постов, подлежащих закрытию.

Элементарной формой текущего анализа результатов гидрологических наблюдений одного гидрологического поста является комплексный график (ТКП 17.10-08/1). Следующим этапом является анализ результатов вычисления стока для нескольких постов совместно за один конкретный год в связи с составлением таблиц ЕРВ (14.3—14.9).

15.2 Заключительным этапом является анализ многолетнего ряда сведений о стоке воды для одного гидрологического поста и для нескольких гидрологических-постов совместно в связи с составлением таблицы многолетних данных (ТКП 17.10-25-2010). Заключительный анализ выполняется в структурном подразделении, ответственном за выпуск ежегодника.

Для выполнения анализа необходимо иметь в распоряжении по возможности достаточно подробные и последние сведения по гидрографии бассейнов, сведения, освещающие использование вод, географические характеристики водосборов сведения о почвах, рельефе, растительности и т. п.

Особое внимание следует уделять сбору и ежегодному пополнению сведений о водохозяйственном использовании рек в данном бассейне, характере и интенсивности этого использования с точки зрения его влияния на природный режим.

15.3 Анализ сведений по стоку воды в связи с составлением таблицы ЕРВ рекомендуется начать с построения гидрографов. В первую очередь следует построить гидрографы для постов, расположенных на одной реке. Гидрографы строятся для каждых 3-5 гидрологических постов совмещенно, т. е. на одной общей оси времени и в одном масштабе расхода по оси ординат. На совмещенные гидрографы наносятся в том же масштабе значения измеренных расходов воды. При большой амплитуде стока для удобства анализа масштаб расходов может быть принят разным:

- более мелким – для периода половодья;
- более крупным – для зимней и летней межени.

Рассмотрение совмещенных гидрографов по гидрологическим постам, останавливая внимание на случаях несогласованности хода, дает первую ориентировку для выявления ошибок, допущенных в процессе учета стока, и выявления своеобразных черт режима отдельных рек.

На совмещенные гидрографы условными знаками наносятся и ледовые явления на постах.

15.4 Основным и к тому же наиболее простым приемом анализа сведений по стоку воды в связи с составлением таблицы ЕРВ является сопоставление величин стока, вычисленных за данный год, для смежных постов на участках и постов в гидрографических узлах (в форме таблицы). Возможность такого сопоставления основана на том общем положении, что обычно расход воды увеличивается по мере нарастания площади водосбора и что расход воды в створе непосредственно ниже слияния двух рек равен сумме расходов этих рек.

Пример такого сопоставления сведений по стоку воды для ряда гидрологических постов, расположенных на одной реке и в гидрографическом узле, представлен в приложении В.

При сопоставлении и анализе материала, сведенного в подобного рода табличную форму, следует придерживаться следующих правил:

- сопоставление ведется по отдельным участкам реки между смежными постами. Для каждого участка (или гидрографического узла) в первой строке таблицы выписываются площадь водосбора и значения расхода воды для верхнего поста основной реки, затем в нижеследующих строках выписываются сведения по замыкающим постам ее притоков, впадающих на рассматриваемом участке, и, наконец, в последней строке — данные по гидрологическом посту основной реки, замыкающему участок.

На бесприточных участках гидрологические посты основной реки помещаются в таблице один под другим и данные по ним сопоставляются между собой непосредственно, с учетом приращения площади водосбора. На участках, где боковая приторность основной реки между створами хотя бы частично учтена измерениями, в таблице перед сведениями по нижележащему створу основной реки оставляется строка, в которой приводится суммарная площадь водосбора, сток с которой учтен измерениями, и суммарный сток с этой площади как сумма соответствующих расходов основной реки в верхнем створе и боковой приточности.

Суммарные значения расхода воды сопоставляются с данными по нижнему посту, замыкающему участок.

- в первую очередь сопоставляются значения среднего годового расхода воды.

Когда боковая приторность на рассматриваемом участке учтена в достаточной мере, то сумма средних годовых значений расхода в верхнем створе участка и на притоках должна быть близкой по величине к расходу на нижнем посту и отличаться от него в пределах точности учета стока.

В том случае, когда боковая приточность на участке между исследуемыми постами учтена частично, полученная разность сопоставляется с расходом, вычисляемым для неучтенной измерениями площади водосбора по карте средних годовых модулей стока (в соответствии с14.7).

Для этого на карте выделяются площади водосбора, сток с которых не учтен измерениями. Для этих площадей на основании проведенных изолиний определяется величина среднего годового модуля стока и вычисляется приращение расхода как произведение модуля на приращение площади бассейна.

Расхождение между расходом, вычисленным в графе 16 как приращение и в графе 19 по среднему годовому модулю стока, не должно превышать 15-20% суммарного учтенного расхода воды на участке (в зависимости от процента не учтенной измерениями площади бассейна, от количества притоков на участке и сложности условий стока в данном районе).

Приближенное восстановление по среднему значению годового модуля и детальное сопоставление стока по длине рек рекомендуется производить лишь для тех участков рек, где не учтенная измерениями площадь водосбора составляет не более 30% ее величины в замыкающем створе. В случаях, когда эта площадь составляет более 30%, данные по постам выписываются в таблицу, но без заполнения граф 16-21, с целью убедиться в отсутствии грубых несоответствий.

Обнаруженная невязка значений среднего годового расхода воды на участке требует тщательной проверки исходных материалов. Для того чтобы выявить хотя бы ориентировочно, где следует искать источник несоответствия, рекомендуется в первую очередь сопоставить суммы средних месячных значений расхода воды в створе верхнего поста на участке основной реки и в створах на притоках, впадающих на этом участке, со средними месячными значениями расхода воды в створе нижнего поста, замыкающего участок (в примере приложения Р месячные суммы А+Я с месячными значениями Б).

- сопоставление указанных величин за отдельные месяцы производится, как правило, приближенно, без учета руслового регулирования стока, так как осуществить этот учет в структурных подразделениях затруднительно ввиду отсутствия обычно в их распоряжении крупномасштабных карт. При сопоставлении средних месячных значений расхода воды рекомендуется проследить, чтобы суммарный расход воды на участке в каждый из месяцев года не превышал величины расхода в замыкающем участок створе основной реки. Порядок величины разности расхода в створах нижнего и верхнего постов должен в общем соответствовать приращению площади бассейна на участке.

- следует иметь в виду, что могут быть случаи, когда расход воды в замыкающем створе основной реки оказывается меньшим, чем суммарный расход воды на участке.

Подобная несогласованность может быть следствием либо природных или искусственно созданных человеком особых условий стока в частных водосборах, либо результатом допущенных ошибок и неточностей в наблюдениях и вычислениях.

К причинам первого рода, вызывающим убывание водоносности реки вниз по течению вместо ее увеличения, относятся:

- отвод воды;
- задержание воды в водохранилище;
- аккумуляция воды половодья (паводка) в русле и понижениях поймы;
- превращение части объема воды в неподвижный ледяной покров;
- временная аккумуляция воды в русле в зимний период (особенно в начале зимы) при повышении уровня вследствие дополнительных сопротивлений от ледяного покрова.

Несогласованность между значениями среднего месячного расхода воды в период высоких вод по длине реки может быть также вызвана сдвигом фазы половодья (паводка) при продвижении его вниз по течению.

Для рек, текущих на север, часто наблюдается, что весной интенсивное нарастание стока в верхних, южных частях, водосбора в пределах данного месяца может дать больший суммарный сток, чем тот сток, который был учтен в данном месяце в нижнем замыкающем створе основной реки, где явления весеннего снеготаяния и формирования стока не получили полного развития. В этом случае рекомендуется сопоставлять по длине реки не средние расходы воды за отдельные месяцы, а суммы средних месячных их значений за весь период половодья (паводка).

Следует, однако, предостеречь при анализе от объяснения причин всех полученных невязок в стоке в районах с разнообразными географическими условиями стока, а также при интенсивном водохозяйственном использовании рек, различием в природных условиях частных бассейнов или проведением водохозяйственных мероприятий. Необходимо хорошо разобраться в том, соответствуют ли величина и знак полученных невязок и период, за который они обнаружены, характеру изменения стока под влиянием указанных местных факторов. Так, например, повышенная лесистость и озерность частного бассейна не могут явиться причиной преуменьшенного меженного стока в нем.

При проверке и анализе исходных материалов по отдельным постам и сезонам на данном участке реки прежде всего выделяются путем сопоставления между собой посты с наименее полными достоверными результатами измерений и обработки. Материалы по этим створам проверяются в первую очередь.

Состав и направленность проверки материалов различаются в зависимости от сезона, в котором обнаружена невязка. По каждому посту проверяются: количество и точность измерений, рациональность их распределения во времени и по амплитуде, соответствие примененного метода вычисления ежедневных расходов воды условиям режима реки и характеру участка, полнота использования дополнительных материалов работ станций (плановой съемки русла, поперечных профилей гидроствора и створа водомерного поста до незатопляемых отметок, записей в полевых водомерных книжках об интенсивности ледовых явлений, состоянии растительности, особенно в период дождевых паводков и др.), обоснованность неучета при вычислении ежедневных расходов воды отдельных измерений, отклонившихся от принятой зависимости.

Независимо от периода, в котором обнаружена невязка при сопоставлении данных о стоке, следует иметь в виду возможность ошибок в наблюденных данных. Эта возможность усиливается в период резких колебаний уровня, особенно на свайных постах.

При обнаружении ошибок в вычислениях или неправильностей в принятом методе вычисления стока данные исправляются, после чего сопоставление производится вторично.

Все случаи несогласованности и отклонений от общей закономерности изменения стока, вызванные природными факторами и водохозяйственными мероприятиями, так же как и те из них, которые были выявлены, проверены, но не смогли быть в настоящее время объяснены, отмечаются в пояснениях к таблице 1.3. На основе анализа структурным подразделениям должны быть даны указания по рационализации или проведению дополнительных работ на створах, нуждающихся в уточнении данных о стоке.

15.5 Анализ сведений по стоку за данный год в связи с составлением таблицы ЕРВ рекомендуется продолжить после выполнения приемов, описанных в 14.3 и 14.4. В частности, в ряде случаев оказывается очень полезным для обнаружения ошибки сопоставление месячных модульных коэффициентов для смежных постов. Последние вычисляются как отношение среднего расхода за каждый месяц к среднему годовому.

В однотипных условиях стока и при близких по величине площадях частных водосборов построенные хронологические графики изменения модульных коэффициентов стока по месяцам, характеризующие внутригодовое его распределение в данном районе, имеют сходное очертание.

Различное внутригодовое распределение стока на постах одного и того же речного бассейна должно быть либо объяснено различными природными условиями частных водосборов, различиями в питании притоков, величиной водосборов рек, влиянием водохозяйственных мероприятий и др., либо исходный материал должен быть пересмотрен и тщательно проверен.

Следует иметь в виду, что внутригодовое распределение стока, сохраняя в общем из года в год основные черты, свойственные определенному типу питания рек, вместе с тем может существенно изменяться в отдельные годы в соответствии с особенностями погоды отдельных лет. Эту изменчивость следует учитывать при сопоставлении между собой внутригодового распределения стока для одних и тех же рек за ряд лет. В одном году для различных рек особенности погоды обусловливают обычно однотипные изменения стока, которые в отдельных частных водосборах отличаются лишь интенсивностью этих изменений.

15.6 Заключительным приемом анализа сведений по стоку воды в связи с составлением таблиц ЕРВ после приемов, описанных в 14.3 – 14.5, является построение карты распределения характеристик стока за данный год. Рекомендуется строить карты:

- среднего годового модуля;
- параметров в общеизвестных формулах максимального стока (15.7);
- слоя стока весеннего половодья (15.8);
- минимального стока (15.9).

При построении и анализе карты среднего годового модуля для данного года рекомендуется придерживаться следующих правил:

- значение модуля (вычисленного по формулам 11.1 и 11.2) наносится на карту у центра тяжести площади водосбора. Местоположение этого центра определяется на глаз, примерно как точка пересечения 2-3 прямых, секущих водосбор в разных направлениях и при этом делящих его на равные части. При достаточном количестве значений среднего годового модуля стока на карте проводятся изоли-

нии. Их проведение при этом не преследует цели получения расчетных характеристик, а рассматривается лишь как прием, облегчающий выявление общей закономерности изменения стока по территории.

При недостаточности данных или при ограниченности исследуемой территории, когда проведение изолиний может явиться затруднительным, к рассмотрению рекомендуется привлечь данные по стоку для смежных речных бассейнов или, в крайнем случае, ориентироваться по карте распределения среднего многолетнего стока в данном районе.

- закономерное изменение на карте модулей среднего годового стока в соответствии с изменением физико-географических условий указывает на надежность вычисленных расходов воды. В случае обнаружения отклоняющихся от общей закономерности значений модуля стока для отдельных водосборов следует производить анализ причин этих отклонений. Прежде всего, пользуясь материалами прошлых лет, следует установить, повторяются ли такие отклонения для одних и тех же бассейнов из года в год с одинаковым знаком или наблюдаются только в отдельные годы, имея разный знак отклонения.

В первом случае причину следует искать в постоянно действующих местных факторах стока в данном водосборе, отличных от тех, которыми характеризуется район в целом (по рельефу, почвам, растительности, степени заболоченности, озерности, водохозяйственному использованию и т. п.). Во втором случае более вероятно предположить, что причинами отклонения являются:

а) особенности погоды истекшего года;

б) влияния мероприятий искусственного регулирования стока, которых ранее не было или не ощущалось;

в) ошибки учета стока.

Обнаруженные ошибки следует исправить, а отклонения вследствие других причин, по возможности, объяснить.

В случаях значительного отклонения от общей закономерности распределения стока вычисленных модулей стока на малых водосборах полезно для оценки их надежности сопоставить эти модули с нанесенными данными по другим малым водосборам этого района.

Необходимо иметь в виду, что распределение средних модулей стока за один конкретный год по территории не имеет той согласованности и правильности, которые свойственны среднему многолетнему стоку. Существенную роль при этом имеет также величина водосбора. Большие реки обладают меньшей изменчивостью годового стока, и модульные коэффициенты стока больших рек в засушливые годы снижаются меньше, чем малых рек.

Распределение средних годовых модулей стока по территории для отдельных лет в значительной мере зависит также от различного распределения *в* бассейне осадков.

15.7 При построении и анализе карты характеристик максимального стока воды за данный год в связи с составлением таблиц ЕРВ в соответствии с14.6 рекомендуется придерживаться следующих правил:

- территориальное сопоставление наибольших значений расхода воды не может быть произведено в виде модулей, так как эти расходы изменяются не пропорционально площади водосборов, как это имеет место для средних годовых величин, а их модули стока убывают с увеличением площади водосбора. Поэтому для сопоставления по территории наибольших расходов воды применяется способ картирования не непосредственных модулей, а параметров *A* и *B,* входящих в приближенные формулы, предложенные Д. Л. Соколовским для определения величины модуля максимального стока.

Для снеговых максимумов формула имеет следующий вид:

$$Q_{наиб} = AF^{0.75} \quad , \qquad (14.1),$$

откуда

$$A = \frac{Q_{уфb,}}{F^{0.75}} \, , \qquad (14.2)$$

Для дождевых максимумов формула имеет вид:

$$Q_{уфb,} = B\sqrt{F} \, , \qquad (14.3),$$

откуда

$$B = \frac{Q_{уфb,}}{F^{0.5}} \quad , \qquad (14.4)$$

где $Q_{наиб}$ — наибольший расход;

F — площадь бассейна.

- значения параметра *А* в однообразных водосборах имеют один и тот же порядок величин или изменяются, отражая общую закономерность их распределения по территории в соответствии с изменениями географических условий. Необходимо иметь при этом в виду, что карты параметра *А* отражают лишь общий фон изменения максимального стока воды по территории и не учитывают своеобразия местных условий, таких, как, например: различная степень озерности, заболоченности и лесистости частных водосборов, их геологическое строение, характер почв, форма водосбора, характер .и степень водохозяйственного использования. В случаях, когда выявлено существенное отличие этих условий для отдельных частных водосборов от средних условий, характерных для всего данного большого бассейна, необходимо тщательно их оценить и решить, могут ли эти местные особенности вызвать такие отклонения параметра *А.*

Ввиду условности показателя степени уменьшения наибольшего расхода воды по площади (0,75), принятого постоянным для всех водосборов независимо от их величины и формы, сравнивать между собой значения параметра *А,* вычисленные для водосборов, имеющих большой диапазон площадей (например, от десятков единиц до десятков тысяч квадратных километров), нецелесообразно.

Для очень малых водосборов (менее 50 км^2) уменьшение модуля максимального стока по площади не вводится вообще, т. е. Qнаиб принимается равным *AF:*

- порядок анализа отклоняющихся значений параметра *А* может быть принят в общем таким же, как и для среднего годового модуля в соответствии 14.6. При случайном характере отклонения, не повторяющегося в другие годы, следует проверить прежде всего, в какой мере методы и точность производства измерений и вычисления ежедневных расходов воды и, в частности, наибольшего годового расхода, соответствуют условиям данного поста;

- если будет установлено, что обнаруженные отклонения параметра *А* не могут быть объяснены влиянием местных условий и, кроме того, будет установлено, что ошибок в вычислениях нет, то рекомендуется построить карту распределения наибольших запасов воды в снеге в бассейне к началу снеготаяния и сопоставить с ней параметр *А,* сообразуясь с дружностью развития весны. Для оценки дружности весны может быть принят способ балловой ее характеристики в виде суммы двух показателей. Один из них — количество суток между устойчивым переходом температуры воздуха через 0° и +5° — характеризует дружность развития весны во времени. Второй показатель количество суток, в течение которых изотерма 0° воздуха проходит весь бассейн — отражает дружность развития весны по территории. Если направление движения фронта тепла (снеготаяния) .направлено при этом вверх по течению реки, то второй показатель берется со знаком плюс, а если вниз по течению, то с минусом. Таким образом, по мере возрастания дружности

развития весны суммарный ее показатель уменьшается, а отрицательные его значения соответствуют наиболее катастрофическим паводкам.

- для сопоставления между собой наибольших расходов воды, вызванных дождями, следует попробовать картировать параметр *B* отдельно для каждого дождя. Сложность процесса образования дождевого паводка требует для анализа:

- наличия сведений о суммарном количестве осадков, продолжительности и ходе изменения интенсивности их выпадения, суточном максимуме, распределении по территории и т. п. Не всегда удается учет потерь воды при стекании осадков вследствие непостоянства процесса инфильтрации в грунт в зависимости от различной интенсивности дождя, характера почв, их предварительного увлажнения, состояния запасов грунтовых вод. Поэтому распределение параметра *B* представляет обычно довольно пеструю картину, но в отдельных случаях бывает все же полезным для выявления допущенных грубых ошибок в вычислениях.

- при анализе необходимо сопоставить карту значений параметра *B* с картой сумм осадков данного дождя.

Сопоставление максимальных расходов воды, обусловленных ливнями, затрудняется также из-за малой площади орошения ливнем, вследствие чего количество постов, учитывающих осадки в пределах каждой из этих площадей, оказывается недостаточным для обобщений, а кратковременность паводка исключает уверенность в том, что наблюдениями был зафиксирован действительно наибольший расход малой реки, особенно тогда, когда не было самописца уровня.

15.8 При построении и анализе карты слоя стока весеннего половодья за данный год в связи с составлением таблиц ЕРВ в соответствии с 14.6 рекомендуется придерживаться следующих правил:

- карту рекомендуется строить только в том случае, когда весеннее половодье является ярко выраженным и доля стока за этот период весьма существенна в объеме годового стока;

- предварительно на гидрографе по каждому посту определяются даты начала и конца половодья. Затем вычисляются объемы стока воды за период половодья путем суммирования чисел в таблицах ЕРВ. Срезка величины грунтового питания не обязательна. Делением вычисленного объема на площадь водосбора находят величину весеннего слоя стока (в *мм).*

При пользовании таблицей ЕРВ слой стока находится по формуле:

$$h = \frac{86.4\sum Q}{F} \qquad (15.5)$$

Полученные значения слоя стока наносятся на карту в центрах площадей бассейнов, замыкаемых створами постов. При достаточном количестве точек и согласованном их расположении намечаются изолиния слоя стока. Отклонившиеся от общей закономерности точки анализируются, в частности, сопоставляются с данными за прошлые годы, производится анализ особенностей погодных и иных условий для отдельных водосборов.

15.9 При построении и анализе карты минимального стока воды за данный год в связи *с* составлением таблиц ЕРВ в соответствии с 14.6 нужно иметь в виду следующее:

- оценка надежности вычисленных за данный год наименьших значений суточного расхода воды на карте распределения в большинстве оказывается очень затруднительной. Дело в том, что минимальный сток обладает некоторыми неясно выраженными закономерностями распределения (в частности, зональностью) лишь при рассмотрении его в многолетнем разрезе и для больших площадей, так как условия формирования минимального стока (гидрогеологическое строение, водоносность пластов, глубина вреза долин и др.) нередко существенно различа-

ются не только для соседних водосборов, но и для соседних участков рек. Наиболее сказывается эта неоднородность в районах недостаточного увлажнения.

Несмотря на это, нанесение модулей минимального стока рек на карту для удобства их рассмотрения и сопоставления, не преследуя цели обобщения, может оказаться полезным при анализе таблиц ЕРВ;

- сопоставлять между собой, очевидно, можно только минимумы одинакового происхождения.

Общие приемы сопоставления между собой значений минимального стока остаются сходными с указанными для среднего и максимального стока в соответствии с 14.4—14.6. При анализе причин, помимо физико-географических характеристик отдельных водосборов, следует учесть водность предшествующих лет для характеристики запасов грунтовых вод в бассейне, степень засушливости или дождливости данного года (влагонасыщенность почв) и однородность этих характеристик в пределах изучаемого бассейна.

Влияние водохозяйственных мероприятий на минимальный сток может быть различным и обусловливать или повышение природного стока из-за переброски воды из другого речного бассейна, или снижение стока до полного истощения (преимущественно для малых рек) вследствие полного разбора воды на водоснабжение. При анализе необходимо дополнительно к результатам вычисления наименьших расходов воды на постах учесть также материалы полевого рекогносцировочного обследования режима малых водотоков в близлежащем к постам районе в низкую межень и разовые единичные измерения расхода воды водотоков.

В ряде областей сплошного использования водотоков, особенно малых, в качестве водохранилищ и прудов сопоставление на карте минимальных расходов для ряда постов вообще нецелесообразно.

16 Правила вычисления стока наносов

16.1 В состав гидрологического ежегодника входят следующие таблицы, содержащие сведения о речных наносах:

- «Мутность воды» (Таблица 1.9);
- «Расходы взвешенных и влекомых наносов» (Таблица 1.10);
- «Гранулометрический состав и плотность наносов» (Таблица 1.11). Получение таблиц осуществляется с помощью программного комплекса на ПЭВМ.

16.2 Вычисление стока взвешенных наносов на основе мутности единичных проб воды

Исходными данными для вычисления стока взвешенных наносов по мутности единичных проб служат:

– мутность единичных проб воды, взятых в определенном месте ежедневно (обозначается $S_{ед}$):

а) в один срок (обычно в 8 час), анализированных отдельно, мутность таких проб принимается в качестве средних суточных значений, если колебания мутности в течение суток незначительны;

б) в один срок (обычно в 8 час.), слитых по пентадам или декадам, мутность таких осредненных проб принимается в качестве средних декадных или средних декадных значений, если мутность мала;

в) в несколько сроков в течение суток, анализированных отдельно; средняя мутность, вычисленная по этим пробам, принимается за среднее суточное значение;

– средняя мутность реки, определенная в результате измерения расхода взвешенных наносов в гидрометрическом створе (обозначается $S_{ср}$);

– мутность контрольных единичных проб воды, взятых во время измерения расхода взвешенных наносов в том же месте, где брались и единичные пробы, тем же прибором и способом (обозначается $S_{ед.контр}$);I

– расходы воды, взятые из окончательно обработанной таблицы ЕРВ.

Средняя мутность реки $S_{ср}$ и мутность контрольных единичных проб $S_{ед.контр}$ позволяют изложенными ниже приемами привести мутность единичных проб $S_{ед}$ к значению, соответствующему средней мутности реки в живом сечении. Произведение величины средней мутности в живом сечении реки на величину расхода воды равно расходу взвешенных наносов. Таким образом, по средней суточной, средней пентадной или средней декадной мутности и по соответствующим этим периодам величинам расхода воды могут быть получены средние суточные, средние пентадные или средние декадные значения расхода взвешенных наносов.

Такой способ вычисления стока взвешенных наносов принимается в качестве основного.

Для вычисления стока взвешенных наносов основным способом необходимо выполнить следующие работы:

- составить таблицу «Мутность единичных проб воды» по форме, приведенной в приложении Г (таблица ТГ-21), и построить необходимые для вычисления средних суточных значений хронологические графики суточного хода мутности и стока воды за все те сутки, когда пробы воды брались несколько раз (см.15.3).

- по данным таблицы «Мутность единичных проб воды» построить хронологический график мутности в составе комплексного графика результатов наблюдений на данном посту и проанализировать его (см.15.4).

- построить графики связи между одновременными значениями средней мутности реки $S_{ср}$ и мутности контрольных единичных проб воды $S_{ед.контр}$ и составить таблицу «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб» по форме, приведенной в приложении Г (таблица ТГ- 22) (см.15.5).

- вычислить средние декадные расходы взвешенных наносов на основе данных таблицы «Мутность единичных проб воды» и провести анализ точности учета стока наносов (см.16.6).

16.3 Таблица «Мутность единичных проб воды» (Таблица ТГ- 21) составляется структурным гидрологическим подразделением отдельно для каждого гидрологического поста постепенно, в течение года, по мере получения сведений.

В графе «Месяц, число» (Графа 1) в случае сливания ежедневных проб по пентадам или декадам проставляются крайние даты периода сливания проб.

В графе «Час» (графа 2» указываются часы взятия проб.

В графе «Место и способ взятия пробы» (Графа 3) указываются:

- номер гидрометрического створа, а если единичные пробы берутся не в гидростворе, то указывается расстояние этого места до поста;

- в числителе дроби указывается расстояние от постоянного начала до вертикали взятия единичных проб, два числа ставятся, если пробы брались на двух вертикалях; в знаменателе указывается число точек, взятые пробы из которых сливались вместе. Если проба на вертикали бралась в одной точке, то в знаменателе пишется единица. Если пробы брались интеграционным способом, то в знаменателе дроби ставится «интегр». В той же графе 3 условными обозначениями (см.16.9) приводятся сведения о приборе, которым брались пробы воды на мутность. Если единичная проба отбиралась 2-кратным или 3-кратным погружением прибора (емкость прибора мала при малой мутности), то перед условным обозначением прибора пишется соответственно число 2 или 3.

В графы 4—6 переписываются из книжек КГ-10 соответствующие значения объема проб, веса наносов и мутности единичных проб.

В графе «Мутность $S_{ед}$» (графа 6), кроме значений мутности единичных проб, должны быть записаны вычисленные значения средней мутности за все те сутки, в течение которых было взято несколько проб, с последующим определением мутности отдельно для каждых суток. Кроме указанных значений единичной мутности, бывает целесообразно записать в конце года, когда таблица уже заполнена, еще и значения $S_{ср}$.

В графу «Расход воды» (Графа 7) переписываются из таблицы ЕРВ соответствующие значения расхода воды. При этом, если единичные мутности даны по пентадам или декадам, то и значения расхода воды записываются средние пентадные или средние декадные.

Графа «Фиктивный расход взвешенных наносов» (Графа 8) заполняется в конце года, после установления параметров уравнения, описывающего связь между одновременными значениями средней мутности реки и мутности единичных контрольных проб воды (см.15.5). За каждую декаду в графе 8 записывается сумма произведений $S_{ед}$, Q и среднее за декаду $S_{ед}$ Q. По этим данным вычисляются значения среднего декадного расхода взвешенных наносов согласно указаниям 15.6, которые записываются в графу «Расход взвешенных наносов средних за декаду» (Графа 9).

В конце таблицы отмечаются в хронологическом порядке все изменения, касающиеся места, времени, приборов и способов взятия проб, а также результаты анализа материалов, на основе которых сделаны те или иные существенные изменения и усовершенствования в работе.

Как указывалось выше, в графе 6 таблицы «Мутность единичных проб воды» должны быть записаны вычисленные значения средней мутности за все те сутки, в течение которых было взято несколько проб с последующим определением мутности отдельно в каждой пробе. Прежде чем вычислять значения средней мутности за сутки, рекомендуется проанализировать суточный ход мутности и водности на специально построенных для этой цели в крупном масштабе совмещенных по времени хронологических графиках мутности, уровня и расхода.

Среднее суточное значение мутности вычисляется как среднее арифметическое из значений мутности в отдельные сроки, взвешенных относительно значений расхода воды в эти сроки. Практически такой прием вычисления средней суточной мутности в большинстве случаев не приводит к существенному уточнению искомой величины. В связи с этим рекомендуется среднюю суточную мутность вычислять без взвешивания ее по значениям расходов воды.

Если пробы брались в течение суток через равные интервалы времени, то среднее суточное значение вычисляется по формуле

$$S_{ед} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \ldots\ldots + S_n}{n} \quad , \qquad (16.1)$$

где: S_1, S_2, ….. S_n— мутность учащенных единичных проб,

n — число единичных проб, взятых за сутки.

В том случае, когда пробы в течение суток брались через неравные интервалы времени, значение средней за сутки мутности находится на указанном выше хронологическом графике хода мутности как средняя ордината для суточного интервала, т. е. как отношение величины площади, оконтуренной графиком за сутки, к длине отрезка на оси абсцисс, соответствующего в масштабе суткам. При построении этого хронологического графика линия хода мутности может быть проведена в виде отрезков прямой, соединяющих в последовательном по времени порядке точки мутности за сроки по отдельным пробам. Линия хода мутности может быть проведена и в виде плавной кривой, осредненно, придерживаясь точек, если имеются серьезные основания предположить, что это будет существенно точнее, отражать истинный ход явления.

Графики суточного хода мутности используется, кроме того, для выяснения необходимости выбора оптимальных сроков взятия единичных проб на данном посту, т. е. таких сроков, когда величина мутности взятых проб менее всего отклоняется от значения средней суточной мутности.

16.4 В составе комплексного графика результатов гидрологических наблюдений (который должен строиться для каждого поста) изменения мутности во времени рекомендуется представить двумя хронологическими графиками, совмещенными во времени с графиками хода уровня, расхода, осадков и температуры воды и воздуха:

а) графиком хода мутности единичных проб;

б) графиком хода средней мутности реки.

Первый график должен строиться постепенно, в течение года, по мере заполнения графы 6 таблицы «Мутность единичных проб воды». Он служит в основном для текущего контроля качества наблюдений с целью своевременного выявления и устранения грубых нарушений методики производства наблюдений.

Второй график должен строиться после окончания года по окончательным значениям средней мутности реки $S_{ср}$. Он служит для заключительного анализа величин учтенного стока взвешенных наносов.

Во всех случаях, когда зависимость между одновременными значениями средней мутности реки $S_{ср}$ и мутности единичных контрольных проб $S_{ед.контр}$ однозначна и устойчива в течение всего года, рекомендуется вместо двух графиков строить только один — график хода мутности единичных проб воды.

При построении хронологического графика мутности единичных проб (в составе комплексного графика) рекомендуется придерживаться следующих правил.

Для удобства пользования графиком в случае большой амплитуды изменения мутности в году на оси ординат могут применяться два масштаба:

-один — для большинства значений мутности в году;

- другой — для особенно повышенных значений мутности за отдельные сутки.

Точки значений мутности, соответствующие датам взятия проб, накладываются для каждых суток, когда пробы анализировались отдельно, и соединяются последовательно отрезками прямой линии. Средние пентадные или средние декадные значения мутности (из соответственно слитых проб) наносятся на график в виде ступенчатой линии. Кроме линии изменения мутности единичных проб, на хронологический график рекомендуется нанести для дат опорных измерений расхода взвешенных наносов еще и значения:

а) средней мутности реки т. е. $S_{ср}$= 1000R: Q;

б) средней мутности, вычисленной по мутности пробы, взятой наблюдателем в 8 часов утра. Последние точки наносятся в конце года, когда будут найдены значения параметров уравнения связи между $S_{ср}$ и $S_{ед.контр}$ (см.15.5). Указанные точки должны быть отмечены особо, например, первые–кружком, вторые — крестом.

Анализ значений мутности, изображаемых на хронологических графиках, заключается:

а) в установлении степени согласованности хода мутности и водности;

б) в выявлении ошибочных значений, мутности с целью исправления или исключения их из дальнейшей обработки;

в) в определении особенностей суточного режима мутности и выяснении того, в какой мере мутность единичной пробы, взятой наблюдателем в 8 часов, соответствует значению средней суточной мутности.

При анализе согласованности хода мутности и водности следует учитывать, что при неизменности места взятия проб, однородности распределения скоростей течения на участке реки и устойчивости русла, в общем, возрастанию водности соответствует и увеличение мутности реки, но очень часто наблюдаются и значи-

тельные отклонения от общей закономерности. Некоторые более или менее типичные случаи соответствия изменений мутности и водности в течение года описаны ниже.

Полное совпадение по времени фаз подъема, пика и спада паводков и мутности может наблюдаться только на малых реках со значительными уклонами водосборов, где склоновый сток талых или ливневых вод одновременно сопровождается активным проявлением эрозии и выноса в русловую сеть всех продуктов смыва. Это явление наблюдается и на некоторых средних реках, характеризующихся формированием взвешенных наносов за счет больших Овражных выносов.

Совпадение по времени увеличения водности и мутности в начале подъема половодья с последующим опережением во времени в наступлении наибольших в году мутностей относительно наступления наибольших расходов воды наблюдается на равнинных реках, характеризующихся ярко выраженным весенним половодьем.

Запаздывание во времени увеличения мутности и срока наступления наибольших ее значений в году (по отношению к гидрографу) обычно наблюдается в областях вечной мерзлоты и глубокого промерзания почвы.

Отсутствие существенных увеличений мутности в периоды дождевых паводков наблюдается у больших и средних равнинных рек с заросшими склонами долин; существенное увеличение мутности в периоды небольших ливневых паводков, иногда совпадающее с наибольшим в году ее значением, наблюдается у малых рек после засушливого периода. Иногда же последующие паводки характеризуются заметно меньшей мутностью.

Значительное увеличение мутности в отдельные сутки при устойчивых в это время расходах воды возможно при некотором одностороннем влиянии отдельных природных явлений, не вызывающих увеличения водности реки, как, например, интенсивный ледоход, особенно с заторами, вызывающий размывы берегов, обрушение и оползни береговых склонов.

Такой же эффект может быть следствием хозяйственного использования реки, как, например, судоходство на реке, вызывающее волнение и размыв берегов, работа землечерпательного снаряда и т.д.

Об отсутствии грубых ошибок в значениях мутности единичных проб можно судить по расположению на хронологическом графике соседних точек мутности, относящихся к однообразному по режиму водности периоду (устойчивая межень, спад половодья), не нарушаемому дождевыми паводками, и др.

Если точки располагаются в полосе шириной по ординате в пределах ±20 %, считая за 100 % ординату середины этой полосы, то точность измерения может быть признана достаточной.

Если точки располагаются в более широкой полосе, причем отклонения их не подтверждаются колебаниями воды, выпадением осадков и другими причинами, то это свидетельствует о возможном наличии ошибок. Такого рода ошибки встречаются иногда в результате небрежной работы:

а) пересылки фильтров в общей упаковке, а не в отдельных конвертиках, что вызывает, потери в весе из-за истирания бумажной основы фильтров;

б) плохой упаковки фильтров с наносами, что вызывает также потери в весе из-за просыпания наносов;

в) пользования при отборе проб грязными бутылками и приборами, что может приводить к увеличению и к уменьшению веса наносов;

г) применения для взятия проб в реке прибора мгновенного наполнения, банок или бутылок с широким горлом, наполняющихся пробой в течение нескольких секунд и не осредняющих влияния пульсации мутности;

д) неверное определение объема отбираемых проб воды.

О том, насколько удовлетворительна была примененная в рассматриваемом случае методика наблюдений мутности в отношении точности учета стока взвешенных наносов, можно косвенно судить по расположению на хронологическом графике мутности пар точек в даты измерений расходов взвешенных наносов, отвечающих значениям средней мутности реки, полученной: по измеренным расходам — $S_{ср}$= 1000R: Q и по вычисленной мутности единичной пробы, взятой наблюдателем в один срок за сутки, по уравнению $S_{ср}=KS_{ед}\pm\alpha$. Этот анализ может быть осуществлен лишь в конце года, когда будут найдены значения параметров уравнения связи между $S_{ср}$ и $S_{ед}$ (см.15.5).

В процессе анализа могут быть выявлены следующие случаи:

а) отклонения на графике пар точек (кружок и крест), относящихся к одним и тем же суткам, не превышают ±20%, что может свидетельствовать о малых изменениях мутности в течение суток и о соответствии значений $S_{ед}$ средним суточным их значениям;

б) отклонения пар точек имеют систематический характер и лежат за границами очерченной полосы в ±20%, что может свидетельствовать о наличии существенных изменений мутности в течение суток и о необходимости в следующем году взятия единичных проб по нескольким срокам за сутки. За данный же год на комплексном графике рекомендуется сделать пометку относительно примерной оценки точности полученных величин стока взвешенных наносов.

При нарушении наблюдателем методических требований ТКП 17.10-08/1 пары анализируемых точек (кружок и крест) на графике могут расходиться больше чем на ±20%, иметь систематический характер, но, главное, расхождения эти происходят независимо от характера изменений гидравлических элементов реки, обусловливающих и изменения мутности воды. Систематически кружки выше или ниже крестов располагаются тогда, когда, например, наблюдатель стал брать единичные пробы воды на мутность в новом месте, а контрольные единичные пробы в новом месте не брались (что, конечно, недопустимо). Систематически кружки ниже крестов располагаются тогда, когда объем взятых единичных проб на мутность был слишком мал или когда срок отстоя этих проб был недостаточен; или когда употреблялись зольные фильтры.

Замеченные нарушения в методике и изменения в условиях работы отмечаются на комплексном графике.

По результатам анализа исходного материала делаются соответствующие пояснения к вычислению стока наносов, а также намечаются соответствующие практические меры по усовершенствованию приемов вычисления стока наносов и дальнейшей организации работ.

16.5 Таблица «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб» (Таблица ТГ-22), так же как и таблица «Мутность единичных проб воды»(Таблица ТГ-21) (см.15.3), составляется отдельно для каждого поста постепенно, в течение года, за исключением графы 9. Пример составления таблицы ТГ-22 приведен в приложении С.

По окончании года заполняется графа 9, таблица сверяется с таблицей ИРН и вместе с подготовленным ежегодником высылается в структурное подразделение, ответственное за подготовку ежегодника ,в качестве вспомогательного материала, используемого в процессе подготовки ежегодника.

Графы 1–3, 5 и 7 заполняются данными из раздела «Принятые данные» книжек КГ-6М(н), а графы 4, 6 и 8 — из книжки КГ-10, В графе 7, если русло в гидростворе имеет обособленную протоку, записывается среднее взвешенное по расходам значение мутности основного русла и протоки.

Графа 9 заполняется в конце года, после того как будут определены параметры уравнения, описывающего связь между одновременными значениями средней

мутности реки и мутности единичных контрольных проб воды, Параметры уравнения определяются при помощи графика связи.

В графу 9 для каждой даты опорного измерения расхода взвешенных наносов записывается значение средней мутности, вычисленное по уравнению связи $S_{ср}=KS_{ед.контр}\pm\alpha$ в котором на место $S_{ед,контр}$ подставлено значение мутности пробы воды, взятой наблюдателем в 8 часов того дня, когда измерялся расход, или же значение мутности проб, слитых за пентаду (декаду), если утренние пробы отдельно не анализировались. Сведения о мутности единичных проб заимствуются из графы 6 таблицы 21 «Мутность единичных проб воды».

Вычисленные указанным способом значения мутности в графе 9 могут быть сопоставлены со значениями средней мутности реки в графе 7. По величине и знаку разностей между названными значениями мутности можно судить о наличии суточного хода мутности (поскольку контрольная проба воды берется не в 8 часов, а позднее) и вместе с тем о систематической ошибке метода учета стока.

График связи средней мутности реки $S_{ср}$ и мутности единичных проб воды $S_{ед.контр}$ строится по данным граф 7 и 8 таблицы 22 «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб воды».

В том случае, когда для данного поста связь между $S_{ср}$ и $S_{ед,контр}$ была уже установлена в прошлые годы, точки ($S_{ср}$, $S_{ед,контр}$) относящиеся к данному году, накладываются на ранее построенный график связи. В этом случае и когда для данного поста связь устанавливается впервые, рекомендуется точки наносить на график постепенно, в течение года, по мере заполнения граф 7 и 8 таблицы 22 «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб воды». Такой порядок построения графика связи $S_{ср}$ и $S_{ед,контр}$ позволит своевременно обнаружить неудовлетворительность места взятия единичных проб воды и ошибки методики наблюдений мутности, а также устранить недостатки, не дожидаясь конца года.

График строится на миллиметровой бумаге. По оси абсцисс откладываются значения средней мутности реки $S_{ср}$, а по оси ординат—мутности контрольной единичной пробы $S_{ед,контр}$. Масштабы на обеих осях принимаются одинаковыми и выбираются с таким расчетом, чтобы все точки, соответствующие наблюденным в данном году (или за многолетие) мутностям по ежедневным единичным пробам воды (в том числе наибольшая и наименьшая мутность), можно было разместить на листе размером 203х288 мм. На чертеже точки ($S_{ср}$, $S_{ед,контр}$) обозначаются кружками. Если точки относятся к разным годам, то рекомендуется кружки разных лет отметить расцветкой.

Посередине полосы точек проводится на глаз линия. В большинстве случаев эта линия представляется в виде прямой, проходящей черта начало координат и удовлетворяющей уравнению: $S_{ср}=KS_{ед}$.

Для оценки удовлетворительности полученной связи $S_{ср}$ и $S_{ед}$ необходимо определить по ординате область ±20-процентного рассеяния точек, положенных в основу этой связи. С этой целью находится численное значение К для полученной прямой (рисунок 15.1), затем отыскиваются уравнения прямых, ограничивающих области ±20-процентного рассеяния точек:

$$S_{ср} = \frac{K}{0.8} S_{ед}, \qquad (15.2)$$

и

$$S_{ср} = \frac{K}{1.2} S_{ед} \quad , \qquad (15.3)$$

и линии проводятся на чертеже.

Точки, выходящие за пределы области очерченного рассеяния, помечаются датами измерения расхода наносов. Затем выясняются причины, вызвавшие их отклонения. С этой целью по исходным материалам проверяются:

а) правильность вычислений мутности контрольной единичной пробы или средней мутности реки;

б) правильность результатов взвешивания чистых фильтров и фильтров с наносами;

в) характерность места взятия единичных проб воды.

Если точки, отклонившиеся вследствие подозреваемых ошибок, не удается исправить, то на чертеже они перечеркиваются и в последующем, при проведении линии связи, не принимаются во внимание. Возможные причины отклонения и обоснование исключения точек следует кратко записать на полях чертежа.

Материал для установления окончательной связи $S_{ср}$ и $S_{ед}$ считается удовлетворительным, если число точек, оказавшихся за пределами очерченной на чертеже полосы ± 20-процентного рассеяния их, не превышает 20 % числа точек, расположившихся внутри этой полосы. В случае, если число точек за очерченной полосой рассеивания превышает 20 %, то в процессе дальнейшего анализа расположения всех точек на чертеже необходимо обратить внимании на

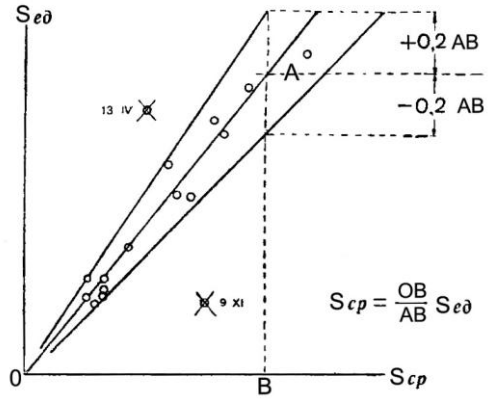


Рисунок 16.1 - Связь средней мутности реки и мутности единичных проб воды

правильность расположения избранной прямой линии связи или на наличие каких-либо хронологически обособленных групп точек, по которым следовало бы провести свои линии связи.

На графике связи средней мутности реки и мутности единичных проб могут встретиться следующие более или менее типичные случаи расположения полос точек (рисунок 15.2).

Первый наиболее часто встречающийся случай, когда точки располагаются и пределах одной, в общем, прямолинейной полосы шириной не более ±20 % по ординате. Это указывает на постоянство связи (в пределах реальной точности измерений) в течение данного года или многолетнего периода. В этом случае связь может быть описана уравнением вида $S_{ср}=KS_{ед.}$

Второй случай — точки располагаются в пределах двух или более прямолинейных полос, каждая шириной не более 20% по ординате. Этот случай встречается когда связь нарушается из года в год или изменяется в данном году место взятия единичных проб воды, или когда переносится гидроствор при неизменном месте взятия единичных проб. В этом случае связь может быть описана двумя уравнениями вида $S_{ср}=KS_{ед}$ с разными значениями К.

Третий и четвертый случаи — в расположении точек обнаруживаются две полосы, сопрягающиеся под некоторым углом. Такое расположение полос точек может иметь место, когда точность измерения малых мутностей систематически

существенно понижена или когда существенно изменяется характер транзита взвешенных наносов на участке реки в разные периоды года. В этих случаях одна связь может быть описана уравнением вида $S_{ср}=KS_{ед}$, а другая — уравнением вида $S_{ср}=KS_{ед} \pm \alpha$.

Пятый и шестой случаи, по всей вероятности, следует всегда рассматривать как результат неправильно избранного места для взятия единичных проб в периоды малой мутности или систематических грубых нарушений в методике работ.

Беспорядочный разброс точек на чертеже может обусловливаться, во-первых, тем, что имеющаяся в действительности связь затушевана несистематическими грубыми нарушениями в методике взятия единичных проб, а во-вторых, тем, что эта связь непостоянна и сложна (например, в условиях блуждающих рек) и не может быть обнаружена обычными измерениями.

Точки ($S_{ср}$, $S_{ед.контр}$) на графике связи, не вызывающие сомнения, после проверки и анализа следует закрепить. Следует закрепить также и окончательно установленную линию связи. Экстраполяция прямой линии связи вверх до наблюденного наибольшего значения мутности единичных проб, т. е. за пределы наибольших значений фактически измеренных (средней мутности реки и мутности контрольных единичных проб), допускается только тогда, когда есть уверенность в том, что характер распределения течений и мутности в реке при высоких уровнях в общем остается таким же, как и в освещенной этими измерениями нижней части амплитуды уровней.

После закрепления линии связи устанавливаются параметры уравнения, описывающего связь, и пределы значений $S_{ед}$ наблюденного, при которых эти уравнения имеют физический смысл и могут быть использованы для вычисления стока взвешенных наносов. Следует иметь в виду два возможных случая:

- первый, наиболее часто встречающийся, когда график связи выражается прямой линией, проходящей через начало координат и отвечающей уравнению вида $S_{ср}=KS_{ед}$

- второй случай, значительно реже встречающийся, когда график связи выражается прямой линией, не проходящей через начало координат и отвечающей уравнению вида $S_{ср}=KS_{ед} \pm a$.

В первом случае для нахождения параметра *К,* т. е. переходного коэффициента от наблюденной мутности единичной пробы $S_{вд}$ к средней мутности реки $S_{ср}$, необходимо для некоторой точки, лежащей на прямой (рисунок15.2, случаи 1 и 2, а также случаи 3 и 4 для линии I), снять значения абсциссы $S_{ср}$ и ординаты $S_{едконтр}$. Значение *К* найдется как отношение абсциссы к ординате, т. е.

$$6\frac{S_{ср}}{S_{ед.контр}} = K\,, \qquad (16.4)$$

Во втором случае параметр α измеряется непосредственно на чертеже, как длина отрезка, лежащего на оси абсцисс между началом координат и точкой пересечения этой оси прямой или ее продолжением (рисунок 15.2, примеры 6 и 3 (для линии III) или 5 и 4 (для линии II)). Для нахождения параметра *К* в этом случае нужно для некоторой точки, лежащей на прямой, снять значение абсциссы $S_{ср}$ и ординаты

$S_{едконтр}$. Значение *К* найдется по формуле:

$$K = \frac{S_{ср} \pm a}{S_{ед.контр}}\,, \qquad (16.5)$$

где: α - берется со знаком минус, когда отрезок лежит справа от начала координат (рисунок 15.2, примеры 3 и 6), и со знаком плюс, когда отрезок лежит слева от начала координат (рисунок 15.2, примеры 4 и 5). Найденные значения пара-

метров *К* и α подставляются в уравнение соответствующего вида, которое записывается на графике, причем *К* записывается с точностью до 0.1, α — с принятой точностью записи величин мутности.

На чертеже, кроме уравнений линии связи, следует указать число измерений расхода взвешенных наносов и число значений $S_{ср}$, принятых во внимание при проведении линии связи между $S_{ср}$ и $S_{ед.контр}$. Если указанная связь оказывается многолетней, то эти сведения рекомендуется указать по годам.

Чертеж с графиком связи $S_{ср}$ и $S_{ед.}$представляется вместе с ежегодником в качестве вспомогательного материала, используемого в процессе проверки ежегодника, а копия этого графика должна находиться в структурном гидрологическом подразделении, подготавливающем данный материал.

Окончательно установленные значения параметров *К* и α записываются в подзаголовках таблиц «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб воды» и «Мутность единичных проб воды», там же указываются условия применения того или иного уравнения связи по периодам данного года.

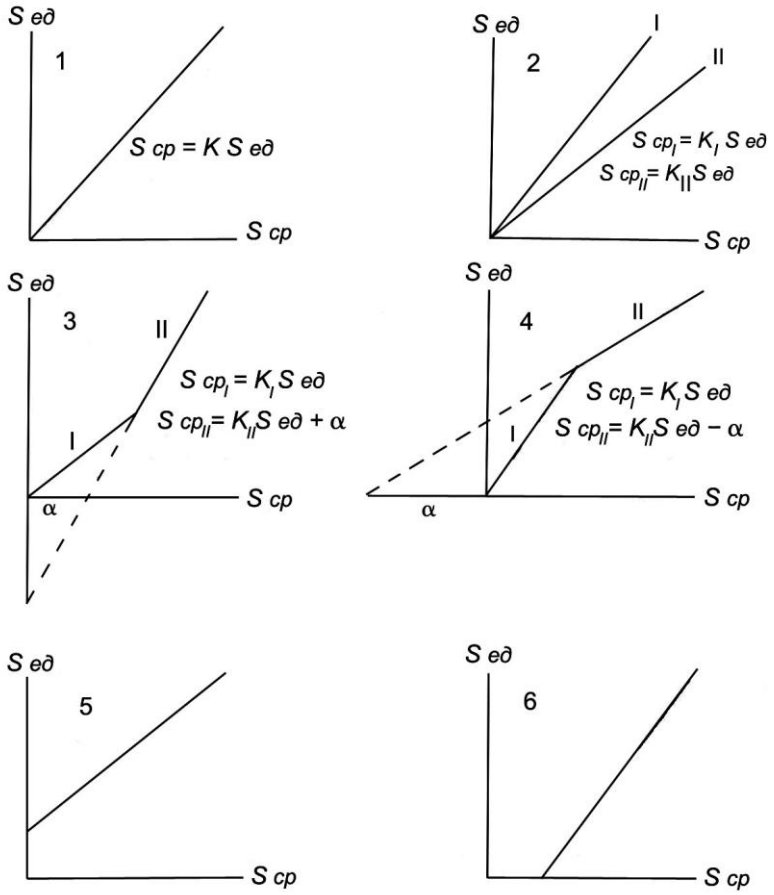


Рисунок 16.2 - Типичные случаи связи между средней мутностью реки и мутностью единичных проб воды

16.6 Средние декадные значения расходов взвешенных наносов вычисляются в конце года по следующей формуле:

$$R_{ср.дек} = 0.1K\sum_{1}^{10} QS_{ед} \pm aQ_{ср.дек} = K(QS_{ед})_{ср.дек} \pm aQ_{ср.дек} \ , \qquad (16.6)$$

где: *К* и α — численные значения параметров в уравнении связи между $S_{ср}$ и $S_{ед}$;

$\sum_{1}^{10} QS_{ед}$ — сумма за декаду произведений среднего суточного расхода воды и средней суточной мутности единичных проб, т. е. сумма средних суточных значений фиктивного расхода взвешенных наносов за декаду (графа 8, таблицы ТГ-21);

$Q_{ср.дек}$ —значение расхода воды, взятое из таблицы ЕРВ.

В большинстве случаев, когда параметр α в уравнении равен нулю, то средний декадный расход взвешенных наносов вычисляется по формуле:

$$R_{ср.дек} = 0.1K\sum_{1}^{10} QS_{ед} = K(QS_{ед})_{ср.дек} \quad , \qquad (16.7)$$

В указанных выше формулах принимаются те значения мутности единичных проб $S_{ед}$ из графы 6 таблицы «Мутность единичных проб воды», которые, как выяснилось в результате описанных выше приемов анализа на комплексном графике (см.15.3), согласуются с режимом водности и другими факторами удовлетворяют принятой точности измерений (15.3). Значения мутности, не удовлетворяющие за отдельные сутки этим требованиям, бракуются, если при повторной их проверке не будут выявлены дополнительные искажающие режим наносов факторы или исправлены допущенные ошибки в вычислениях. О таких случаях и их причинах делаются пометки на графике. Появившиеся в этих случаях пробелы для периода конца паводка и для межени восполняются прямолинейной интерполяцией или снятием значений мутности с осредненной линии хронологического графика, проведенной посередине всей совокупности точек, расположившихся в пределах полосы ±20%.

Забракованные значения в графе 6 таблицы 21 «Мутность единичных проб воды» перечеркиваются, а над ними в той же графе выписывается снятое с графика или полученное вычислением правильное значение, которое и принимается к дальнейшим вычислениям. За период основного паводка забракованные значения мутности не восполняются, и величины расходов взвешенных наносов за этот период, а следовательно, и за год в таблице не приводятся, если только нет возможности вычислить их другим способом.

Как следует из указанных выше формул, принятые значения мутности умножаются на соответствующий для данных суток средний суточный расход воды и полученная величина фиктивного расхода взвешенных наносов записываться в графу 8 таблицы 21 «Мутность единичных проб воды» (см.15.2). Если мутность приведена по пробам, слитым за пентаду или декаду, то ее значение умножается соответственно на средний за пентаду или декаду расход воды и расход взвешенных наносов в графе 8 записывается также в виде среднего пентадного или декадного.

За те сутки, когда измерялся расход взвешенных наносов, независимо от этого, в графу 8 записывается и вводится в вычисление декадного расхода величина фиктивного расхода, найденная по мутности единичной пробы. Средние суточные значения фиктивного расхода взвешенных наносов осредняются по декадам. Полученные по указанным выше формулам средние декадные значения расхода взвешенных наносов записываются в графу 9 таблицы 21 «Мутность единичных проб воды», а из нее — в таблицу ежегодника «Средние расходы взвешенных и влекомых наносов». Результаты анализа исходных данных и точности учтенных величин стока взвешенных наносов используются при составлении пояснений к этой таблице ежегодника.

16.7 Вычисление стока взвешенных наносов по графику зависимости между значениями расхода воды и расхода взвешенных наносов.

Исходными данными для вычисления стока взвешенных наносов по графику зависимости *R*=f(Q*)* служат:

- расходы взвешенных наносов, взятые из окончательно обработанной таблицы ИРН (обозначены *R);*
- расходы воды, взятые из окончательно обработанной таблицы ИРВ (обозначены Q);
- расходы воды, взятые из окончательно обработанной таблицы ЕРВ.

Зависимость *R=f(Q),* построенная по достаточному числу одновременно измеренных расходов взвешенных наносов и расходов воды, позволяет определить на каждый день года среднее суточное значение расхода взвешенных наносов по соответствующему значению расхода воды.

Этот способ в большинстве случаев требует значительно более частых измерений расходов воды и наносов, чем основной способ, описанный в 15.2—15.7.

Он может применяться преимущественно для больших и средних рек с весенним половодьем и устойчивой меженью и главным образом в первые годы проведения наблюдений на посту, когда производятся учащенные измерения расходов воды и взвешенных наносов, достаточно подробно освещающие все фазы режима. Он может применяться также в комбинации с основным способом.

Способ графика *R=f(Q)* не может быть рекомендован для учета стока взвешенных наносов зарегулированных рек, особенно в створах, расположенных непосредственно ниже плотин водохранилищ, где колебания мутности и стока воды значительны и совершаются часто без необходимого соответствия характеристик.

Для вычисления стока взвешенных наносов по графику зависимости *R=f(Q)* необходимо выполнить следующие работы:

а) определить, насколько достаточно произведено в данном году измерений *R и Q* для применения зависимости *R=f(Q)* к вычислению стока наносов;

б) построить график зависимости *R=f(Q)* и проанализировать его;

в) снять с этого графика по среднесуточным значениям расходов воды соответствующие значения расходов взвешенных наносов.

В процессе анализа на комплексном графике (см. ТКП 17.10-08/1-2008) достаточности измерений *R* и *Q* особое внимание обращается на наличие измеренных расходов на подъеме, пике и в начале спада весеннего половодья или основного паводка в зависимости от типа водного режима реки. Кроме того, для горных и некоторых равнинных рек обращается внимание на наличие измеренных расходов в периоды подъемов и спадов существенных по объему летних и осенних паводков. Делают заключение о возможности вычисления стока наносов по графику зависимости *R=f(Q)* и в случае положительного ответа приступают к построению этого графика.

При построении графика накладываются точки *(R,* Q), причем по оси абсцисс — величины измеренного расхода взвешенных наносов *R,* а по оси ординат — измеренного расхода воды Q. Масштабы по осям выбираются с таким расчетом, чтобы график (кривая или петля) вписался в квадрат со стороной 200—250 *мм.*

Около точек *(R,* Q) следует записать даты, точки обвести кружками, диаметром 1,6–2,0 мм*,* а кружки рекомендуется закрасить разными цветами, сообразуясь с комбинацией хода водности и мутности реки, например, точки, соответствующие одновременному увеличению мутности и водности, — красным; точки, соответствующие одновременному уменьшению мутности и водности, — черным; точки, соответствующие увеличению водности, сопровождающемуся уменьшением мутности, — синим и, наоборот, — зеленым.

В расположении точек *(R, Q)* на чертеже при достаточном их количестве почти всегда можно подметить некоторый определенный порядок. Ниже описаны наиболее часто встречающиеся случаи расположения этих точек (рисунок 15.3).

В первом случае точки *(R, Q)* позволяют наметить одну петлеобразную кривую, правая ветвь которой отвечает измерениям, относящимся к периоду увеличения водности и мутности, а левая ветвь- к периоду уменьшения этих элементов. Между этими ветвями часто выявляется участок зависимости обратного характера, совпадающий с периодом времени между датами наступления наибольших значений мутности и водности.

Во втором случае в расположении точек (R, *Q)* намечаются две петли, соответствующие двум паводкам и отвечающие различиям в наступлении паводков и большей интенсивности смыва наносов с водосборов главной реки и ее крупного притока.

В зависимости от длительности времени между датами наступления паводков на главной реке и притоке эти петли могут расположиться на чертеже изолированно или выразиться лишь в виде излома одной петли в области больших расходов.

В третьем случае точки *(R, Q)* в паводочные периоды образуют семейство паводочных петель, каждая из которых похожа на петлю, описанную в первом случае. Каждая петля семейства соответствует определенному паводку, причем полосы точек, отвечающих периодам подъемов разных последующих в данном году паводков, как правило, во времени смещаются влево от ветви подъема основного весеннего половодья или основного летнего паводка.

Расположение точек *(R,* Q) в виде семейства паводочных петель встречается для равнинных рек.

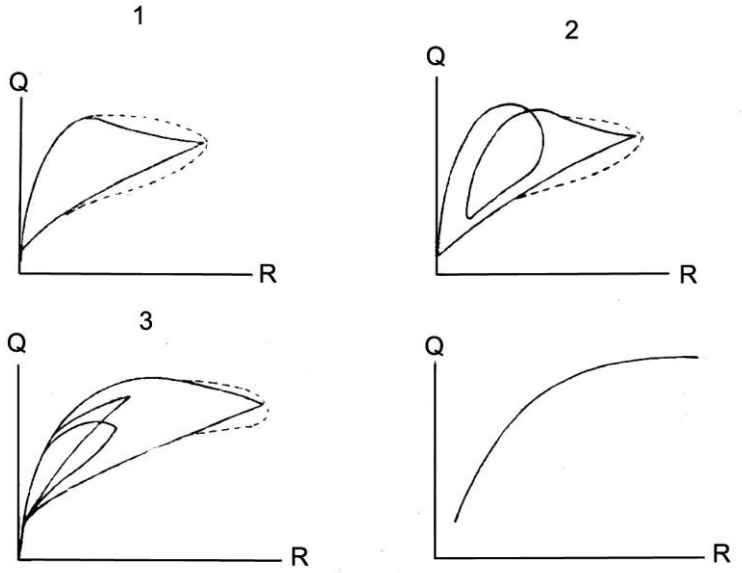


Рисунок 16.3 - Типичные случаи связи между значениями расхода воды и расхода взвешенных наносов

Семейство петлеобразных кривых *R=f(Q)* имеет место при суточном ходе водности и мутности на малых реках в период весеннего половодья, причем за каждый день точки, относящиеся к учащенным измерениям расходов воды и взвешенных наносов за сутки, располагаются в виде самостоятельной петли. Наличие семейства кривых при суточном ходе мутности фактически исключает воз-

можность применения зависимости *R=f(Q)* к вычислению стока взвешенных наносов для малых рек.

В четвертом случае точки *(R, Q),* относящиеся к измерениям, выполненным при разных фазах режима, располагаются в пределах одной полосы шириной ±15%, а внутри этой полосы не обнаруживается каких-либо отдельных групп, объединяющих точки в хронологическом порядке. Полоса точек *(R, Q)* обращена вогнутостью к оси *R.* Однозначная форма зависимости *R=f(Q)* встречается очень редко, следует иметь в виду, что иногда подобное расположение точек *(R, Q)* бывает вследствие недостаточного количества измерений и отсутствия измерений в период подъема паводка.

По точкам *(R, Q),* принятым в результате анализа, проводятся и закрепляются линии связи *R=f(Q).* Точки, отклоняющиеся от кривой больше чем на ±15% (по оси абсцисс), не учитываются, если эти отклонения нельзя объяснить причинами естественного характера.

Вычисляются расходы взвешенных наносов по графику связи $\bar{R}=f(Q)$ и их значения записываются в таблицу.

В эту таблицу записываются с точностью двух значащих цифр средние суточные значения расходов наносов, снятые с кривой *R=f(Q)* по средним суточным значениям расходов воды, в соответствии с установленным периодом действия той или иной ветви этой кривой. По ежедневным величинам расходов взвешенных наносов вычисляются их средние декадные значения, как простое среднее арифметическое.

В период устойчивой межени с кривой снимается средний декадный расход наносов по среднему декадному расходу воды, и в таблицу записывается сразу средний за декаду расход взвешенных наносов. Полученные в таблице значения расходов взвешенных наносов служат для заполнения таблицы «Расходы взвешенных и влекомых наносов» ежегодника.

16.8 Вычисление стока взвешенных наносов для периода межени в случае малой мутности.

Если в соответствии с программой наблюдений (см. ТКП 17.10-08/1) взятие единичных проб воды на мутность и измерение расходов взвешенных наносов в период межени (летней и зимней или зимней) не производились, то сток взвешенных наносов, независимо от этого, вычисляется для целого года.

С этой целью прежде всего необходимо установить по результатам прошедших полных лет наблюдений, какая в среднем доля годового стока взвешенных наносов приходится на меженный период, в течение которого в данном году наблюдения над наносами не производились.

Например, для некоторого поста по данным семи полных лет наблюдений установлено, что сток взвешенных наносов за период апрель—сентябрь составляет в среднем 97% годового, колеблясь по отдельным годам от 96 до 99%. Сток наносов за период январь—март и октябрь—декабрь, т. е. за 6 месяцев, соответственно составляет в среднем 3% от годового.

В данном году сумма средних месячных значений расхода взвешенных наносов по наблюдениям за период апрель-сентябрь составила 69,0 *кг/сек.*

Тогда сумма средних месячных расходов наносов за период январь—март и октябрь-декабрь, считая сток наносов за этот период равным 3% от годового, будет равна $\frac{69.0 \bullet 3}{97} = 2.1$ *кг/сек.* Отсюда средний годовой расход наносов за каждый месяц с отсутствием наблюдений будет равен 2,1: 6 = 0,35 *кг\сек.*

16.9 Правила вычисления стока донных наносов

Исходными данными для вычисления стока донных наносов могут служить:

- расходы донных наносов, взятые из окончательно обработанной таблицы ИРН (обозначены G).

- расходы воды, взятые из окончательно обработанной таблицы ИРВ (обозначены Q).

- сведения о прочих элементах режима потока и русла на случай невозможности получения зависимости *G=f(Q),* такие, как уровни воды *H,* уклоны водной поверхности *I*, средняя по сечению реки скорость течения $V_{ср}$, средняя глубина по створу $h_{ср}$, заимствуемые из окончательно обработанной таблицы ИРВ.

- расходы воды, взятые из окончательно обработанной таблицы ЕРВ.

Для вычисления стока донных наносов необходимо выполнить следующие работы:

- определить, насколько достаточно произведено в данном году измерений *G* и *Q* для построения зависимости *G=f(Q),*и выяснить возможность ее применения к вычислению стока наносов;

- построить график зависимости *G = f(Q)* и проанализировать его;

- снять с этого графика по средним суточным значениям Q соответствующие значения расходов донных наносов;

- если точки *(G, Q)* на чертеже рассеиваются значительно и беспорядочно, так что график однозначной зависимости *G=f(Q)* построить нельзя, то рекомендуется точки пометить значениями уклона или скорости и попытаться найти некоторый порядок в расположении точек, и если он обнаружится, то наметить семейство помеченных кривых *G=f(Q).*

Если опорные измерения расхода донных наносов выполнялись довольно часто и в общем равномерно во времени, то рекомендуется, кроме указанных выше графиков, построить еще и хронологический график по измеренным значениям расхода в составе комплексного графика (см. ТКП 17.10-08/1). В процессе анализа хронологического графика расходов воды в составе комплексного графика накладываются точки против дат измерения расходов донных наносов, и по их расположению в году устанавливается достаточность этих опорных данных для освещения всей амплитуды колебаний водности. Особое внимание следует обратить на наличие измерений расхода донных наносов на подъеме и спаде основного паводка, а также в периоды существенного изменения уклона водной поверхности и скоростей течения на участке гидрологического поста.

В результате анализа выясняется возможность вычисления стока донных наносов по графику зависимости *G = f(Q);*

- в случае достаточности измерений строится график связи *G = f(Q)* по данным таблицы ИРН. По оси абсцисс откладываются значения расхода донных наносов, а по оси ординат — расхода воды. Масштаб по осям подбирается таким, чтобы график вписывался в квадрат со стороной около 200—250 *мм.*

Если точки *(G, Q)* на графике связи располагаются определенной полосой, то посередине полосы точек проводится от руки плавная кривая. Обычно график зависимости *G=f(Q)* обращен выпуклостью к оси Q.

Нормальная связь *G=f(Q)* может нарушаться при появлении в определенный период или при наличии в течение года подпорных явлений в уровенном режиме реки или затухании в паводок на участке реки придонных скоростей течения. В таких случаях с увеличением расходов воды наблюдается уменьшение в расходах донных наносов. Экстраполяция графика вверх и вниз до экстремальных значений расхода воды допускается в пределах не свыше 20% годовой их амплитуды.

При большом разбросе точек *(G, Q)* на чертеже, когда затрудняется проведение даже осредненной линии, следует попытаться построить семейства кривых, помеченных значением средней скорости течения, уклона или глубины, т. е. тем из них, при котором связь получается наиболее тесной. Для этого рядом с каждой точкой *(G ,Q)* выписывается значение выбранной третьей переменной или точ-

ки *(G, Q)* отмечаются различными цветами соответственно изменениям этой переменной. Так, например, красным отмечаются точки, для которых уклон водной поверхности изменяется от 0,1 до 0,2‰; зеленым — от 0,2 до 0,3‰ и т. д.

Если при большом разбросе точек привлечение к установлению связи третьей переменной не упорядочивает связь, то, как правило, следует отказаться от вычисления стока донных наносов. В отдельном случае, когда опорные измерения расхода донных наносов были выполнены довольно часто и в общем равномерно во времени и при этом имеются серьезные основания предположить, что режим стока наносов характеризовался равномерностью в периоды между измерениями, рекомендуется сток донных наносов вычислить интерполяцией между измеренными значениями;

- после того, как будет окончательно принят график связи G=f(Q) с него снимаются по значениям *Q* значения расхода донных наносов на каждые сутки.

В том случае, когда зависимость *G=f(Q)* установлена в виде семейства кривых, помеченных средней скоростью, уклоном или глубиной, необходимо предварительно установить период действия каждой из таких кривых, имея в виду, что эти периоды могут чередоваться между собою в зависимости от того, как в течение года изменяется значение третьей переменной.

Полезно в таком случае построить хронологический график изменения этой переменной и во вспомогательную годовую таблицу ввести дополнительную графу для записи ее значения.

Для периодов устойчивой межени значения расходов донных наносов можно получать по значениям среднего декадного или даже среднего месячного расхода воды.

Во вспомогательной годовой таблице вычисляются средние месячные значения расхода донных наносов.

17 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Мутность воды»

17.1 Сведения о мутности воды приводятся в таблице средних декадных и месячных значений мутности воды.

Таблица "Мутность воды" (таблица 1.9) составляется по всем постам, на которых велись систематические наблюдения за мутностью воды. В таблице помещаются величины непосредственно наблюденной мутности, приведенной к средней мутности потока согласно связи $S_{ср}=KS_{ед}$ *б а*, как характеристики качества воды данного водного объекта.

Таблица средних декадных и месячных значений мутности воды составляется для тех постов, где сток воды имел место более 5 месяцев в году и на которых в течение этого периода производились систематические измерения мутности воды.

Таблица содержит следующие данные:

- номер поста, код поста, название водного объекта, название поста;
- средняя декадная и средняя месячная мутность воды;
- наибольшая и наименьшая мутность воды за месяц;
- наибольшая и наименьшая мутность воды за год и даты их наблюдения;
- число дней в году с мутностью более 50, 100, 200, 500,1000, 5000, 10000, 20000 и 50000 г/м3.

17.2 Номер и код гидрологического поста, название водного объекта и название гидрологического поста приводятся в соответствии со списком гидрологических постов.

Средняя мутность воды за декаду, в течение части которой наблюдался период с отсутствием стока воды (река пересохла, промерзла, в русле стоячая вода), вычисляется как среднее арифметическое значение из числа дней со стоком воды. Полученное значение мутности помещается в таблице 1.9 со знаком звездочка. В пояснении к таблице указывается, что приведенное значение мутности воды является средним за число дней со стоком воды. В этом случае, а также в случае, если стока воды не было в течение одной или двух декад (в графе ср.дек. стоит «нб»), значение средней месячной мутности не вычисляется и в таблице 1.9 не приводится.

За месяцы, в течение которых пробы объединялись по пентадам декадам или за произвольный период, наибольшие и наименьшие значения мутности воды не приводятся.

17.3 Число дней в году с мутностью более определенных градаций приводится в таблице 1.9 по гидрологическим постам, где данные наблюдений имеются за весь год, включая гидрологические посты, где пробы мутности сливались по пентадам или декадам, а также, если в межень наблюдения не производились в связи с учетом стока наносов за этот период по средней многолетней доле от годовой величины. При отсутствии числа дней с мутностью более определенных значений в таблице ставятся нули.

Сначала по гидрологическим постам помещаются сведения о мутности воды, а затем число дней в году с определенным значением мутности, согласно приведенной выше градации.

17.4 Дата наблюдения наибольшего и наименьшего значения мутности за год имеет два вида записи. Если экстремальное значение наблюдалось один раз в году, в последней колонке записывается число и месяц наблюдения, делается пропуск и ставится число наблюдений - 1. Если экстремальное значение наблюдалось несколько раз в году, в последней колонке записывается первая дата (число и месяц) наблюдения экстремального значения, ставится запятая, записывается последняя дата (число в месяц) наблюдения этого значения, ставится запятая и указывается общее число случаев наблюдения данной величины.

17.5 Перед таблицей помещается титульный лист к таблице, где кратко описаны правила, которыми руководствовались составители таблицы.

В конце таблицы помещается пояснение, в котором приводятся сведения (по отдельным постам или группам постов) о нарушении методики измерений, пониженной точности данных, искажении естественного хода мутности в результате хозяйственной деятельности.

18 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Расходы взвешенных и влекомых наносов»

18.1 Расходы взвешенных и влекомых наносов представлены в форме таблицы (таблица – 1.10), составляется после составления таблиц «Измеренные расходы наносов» и «Ежедневные расходы воды».

Таблица 1.10 содержит следующие сведения:

- номер гидрологического поста, код гидрологического поста, название водного объекта и гидрологического поста, площадь водосбора (F, кв.км), объем стока наносов за год (ПS, тыс. т.), модуль стока наносов MS,т/кв.км год);
- средний декадный, средний месячный и средний годовой расходы взвешенных наносов;
- наибольший и наименьший расходы взвешенных накосов за месяц и год.

18.2 Средние декадные расходы взвешенных наносов в таблице 1.10 не приводятся за период межени, если сток наносов был вычислен по средней много-

летней величине доли меженного стока в общем годовом (см.15.8). В этом случае в таблице заполняется строка за месяц повторяющимися величинами среднего за меженный месяц расхода, а в строках, относящихся к декадам, ставится тире.

18.3 При составлении таблицы 1.10 необходимо придерживаться следующих правил:

- номер и код гидрологического поста, название водотока и гидрологического поста, площадь водосбора заполняются данными из списка постов;

- за месяцы, в течение которых пробы объединялись по пентадам декадам или за произвольный период, наибольшие и наименьшие значения расходов взвешенных наносов не приводятся;

- среднее годовое значение расходов наносов за данный год вычисляется как среднее арифметическое из средних месячных значений, если эти данные имеются или их можно восполнить, за все месяцы года. В том случае, когда нельзя вычислить средний за год расход, на соответствующем месте ставится тире;

- все расходы в таблице приводятся в кг/сек или г/сек (если расходы воды в таблице ЕРВ приведены в л/сек) с округлением до двух значащих цифр, но не точнее 0,001, если значения приводятся в кг/сек, или не точнее 0,1 если они приводятся в г/сек.

Если значение среднего декадного или месячного расхода наносов окажется равным или меньшим 0,0005 кг/сек или 0,05 г/сек, то такая величина в таблице записывается соответственно 0,000 или 0,0;

-при отсутствии стока воды (река пересохла или промерзла) в соответствующие декады в графах таблицы ставится «нб», а за те декады, когда расходы не могли быть вычислены, ставится тире.

Перед таблицей помещается титульный лист к таблице, где кратко описаны правила, которыми руководствовались составители таблицы.

Структурное гидрологическое подразделение, составляющее гидрологический ежегодник, каждую таблицу снабжает подробным пояснением, в котором должна быть дана характеристика точности и детальности исходного материала и описан способ вычисления значений расходов наносов (см.17.4).

В процессе подготовки гидрологического ежегодника указанные подробные пояснения к каждой таблице, имеющие в значительной мере однообразное содержание, могут быть заменены ответственным редактором одним пояснением, обобщающим эти сведения по группам постов с более или менее однообразными условиями учета стока наносов, но так, чтобы не затруднялось чтение соответствующего текста.

В ежегоднике должны быть помещены после таблиц следующие пояснения:

а) общая оценка точности публикуемых величин стока и краткое описание условий формирования стока наносов (см. 20.1-20.3),

б) пояснения, касающиеся методики вычислений стока наносов как в общем для групп постов с однообразными условиями, так и по мере необходимости для отдельных конкретных постов.

18.4 Структурное гидрологическое подразделение для каждого гидрологического поста, по которому вычислен сток наносов, должно составить пояснения, касающиеся методики вычисления и характеризующие степень достоверности исходного материала и сведений, помещаемых в таблице 1.10. В том случае, когда эти сведения отмечаются пониженной против обычной точностью, указывается, по возможности, причина этого.

Пояснения следует составить по следующей примерной схеме:

а) номер поста, название реки и поста;

б) перечисление промежутков времени, выделенных по методам вычисления стока наносов (в случае применения разных методов).

в) в том случае, когда вычисления стока были сделаны основным способом, в пояснении следует указать:

1) значения параметров *K* и α в уравнении связи $S_{ср}$ и $S_{ед}$, в году и по периодам года (если их несколько); число измерений, положенных в основу связи $S_{ср}$ и $S_{ед)}$ и тесноту расположения точек этой связи по измерениям данного года или за многолетний период, а также (по возможности) степень устойчивости этих параметров в многолетнем ряду;

2) экстраполяцию связи $S_{ср}$ и $S_{ед}$ вверх от наибольших значений мутности контрольных единичных проб, положенных в основу построения связи, до наибольших значений мутности единичных проб, взятых наблюдателем в данном году, выражаемую в абсолютных значениях мутности.

г) в том случае, когда для вычисления стока взвешенных наносов применялся график зависимости *R=f(Q),* в пояснении указываются:

1) периоды времени действия каждой частной формы общей зависимости, например, каждой ветви петлеобразной зависимости;

2) число измерений расхода наносов, обосновывающих график в целом и каждую фазовую ветвь в частности;

3) степень рассеяния точек *(R, Q)* около осредненного направления каждой фазовой ветви графика *R=f(Q)* данного года;

4) экстраполяция каждой ветви графика *R=f(Q)* вверх и вниз, до наибольших и наименьших значений расхода воды и расхода взвешенных наносов в данном году; величина экстраполяции указывается как в абсолютных значениях, так и в процентах амплитуды колебания в данном году;

5) степень соответствия расположения каждой ветви графиков данного и предшествующего года; в случае смещения ветвей следует указать направление этого смещения и процент отклонения ветвей друг от друга в верхней и средней частях, а также, по возможности, вероятные причины, вызвавшие это смещении;

г) в том случае, когда при вычислении стока взвешенных наносов за период межени были использованы сведения о средней многолетней доле меженного стока в общем годовом, в пояснении указывается (кроме того, что перечислено выше в этом параграфе, еще и нижеследующее:

1) период в данном году, за который сток наносов был вычислен по наблюдениям,

2) доля в процентах суммарного стока этого периода от общего годового стока в среднем по многолетним данным,

3) число лет в выбранном многолетнем периоде.

19 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Гранулометрический состав и плотность наносов»

19.1 Гранулометрический состав и плотность наносов представлены в форме таблицы (в гидрологическом ежегоднике – таблица 1.11), которая составляется на основе данных таблицы ТГ-55М в программном комплексе на ПЭВМ. Для всех категорий наносов (взвешенные, донные) независимо от диапазона их крупности таблица 1.11 имеет стандартную форму. При отсутствии каких-либо данных, соответствующие графы оставляются незаполненными (пустыми).

19.2 Таблица имеет следующее содержание:

- номер гидрологического поста, код гидрологического поста, название водного объекта, название гидрологического поста;
- номер расхода наносов, при измерении которого были взяты пробы для определения крупности наносов;
- дата отбора пробы;
- место отбора пробы (номер створа);
- способ отбора пробы;
- процентное содержание (по массе) различных фракций наносов;
- диаметр наиболее крупной частицы;
- диаметр 50%-ной и 90%-ной обеспеченности;;
- метод анализа;
- процентное содержание (по массе) органических веществ в наносах;
- плотность частиц донных наносов;
- плотность смеси донных наносов в естественном залегании;
- объем пор в %.

19.3 Процентное содержание частиц наносов различных фракций и органических веществ в наносах, а также, объем пор приводятся с точностью до 0,1.

Диаметр наиболее крупной частицы, если он не превышает 3 мм, приводится одной цифрой с точностью до 0,1 им, если он больше 3 мм, то даются три характерных размера частицы (длина, ширина, высота в мм), которые разделяются между собой знаком умножения (х).

Величины параметров гранулометрического состава (диаметр 50%-ной и 90%-ной обеспеченности),полученные на основании интегральной кривой, приводятся с точностью до двух значащих цифр, но не точнее 0,001 мм.

Показатели плотности наносов записываются с точностью до 0,01.

19.4 Метод анализа показывается условными обозначениями:
- П – пипеточный;
- ф – фракциометра;
- С – ситовой;
- 0 – обмера;
- фГ - фотографический;
- В - визуальный;
- при использовании комбинированных методов применяется сочетание принятых буквенных обозначений.

19.5 Объем пор донных наносов вычисляется по формуле :

$$n = 100\,(1 - \frac{\rho_c}{\rho_ч}), \qquad (18.1)$$

г де: ρ_c, - плотность смеси донных наносов в естественном залегании;

$\rho_ч$ - плотность частиц донных наносов.

19.6 Данные по каждому посту располагаются в хронологическом возрастающем порядке дат от начала до конца года. На каждом развернутом листе в шапке таблиц приводится шкала гранулометрического состава. Если данная проба не содержит всех этих фракций, в таблице заполняются графы, соответствующие тем фракциям, которые имеются в пробе, остальные графы не заполняются (остаются пустыми). Графы таблиц, которые содержат сведения о плотности частиц донных наносов, плотности смеси донных наносов в естественном залегании, пористости донных наносов заполняются только для донных наносов.

Для взвешенных наносов эти графы остаются пустыми.

Данные о гранулометрическом составе наносов располагаются в таблице в такой последовательности:

- гранулометрический состав взвешенных наносов по всем постам где производились эти измерения;

- гранулометрический состав донных наносов по всем постам, где производился отбор проб.

Перед таблицей помещается титульный лист к таблице, где кратко описаны правила, которыми руководствовались составители таблицы.

20 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Измеренные расходы воды взвешенных и влекомых наносов»

20.1 Измеренные расходы взвешенных и влекомых наносов представлены в форме таблицы (далее – ИРН), которая составляется структурными гидрологическими подразделениями, ведущими такие наблюдения, постепенно, в течение всего года, по мере обработки полевых и лабораторных записей измерения расхода наносов. В ИРН записываются все измерения расхода наносов.

ИРН вместе с таблицами «Мутность единичных проб воды» и ЕРВ является основным материалом для вычисления стока наносов.

ИРН содержит следующие сведения:

- порядковый номер измеренного расхода наносов;
- порядковый номер измеренного расхода воды;
- дата их измерения;
- номер гидрометрического створа, в котором измерены расходы воды, взвешенных наносов;
- расстояние створа от основного поста;
- состояние реки на гидростворе;
- уровень воды, к которому отнесен измеренный расход воды;
- расход воды в момент измерения расхода наносов;
- расход взвешенных наносов;
- средняя мутность реки;
- мутность контрольной единичной пробы;
- способ измерения расхода взвешенных наносов;
- метод вычисления расхода взвешенных наносов;
- содержание органических веществ;
- особенности измерения расхода взвешенных наносов.

Общие пояснения к таблице приводятся на титульном листе, а по каждому посту наблюдений — под табличным материалом.

20.2 Заполнение граф таблицы ИРН производится с соблюдением следующих правил:

- в графе 1 указывается номер расхода взвешенных наносов; графы 2—8 заполняются в соответствии с 13.2-13.4, в графе 7 во всех случаях записывается только уровень воды по основному посту;
- в графах 9 и 10 записываются значения расходов взвешенных наносов и средней мутности реки из проверенных полевых книжек КГ-6М(н) с точностью, указанной в ТКП 17.10-08/1-2008;
- в графе 12 приводятся сведения о приборах, которыми брались пробы воды на мутность, приводятся в соответствии с ТКП 17.10-17/1;

Далее записываются количество вертикалей, и общее количество точек в сечении или «интегр». При суммарном способе взятия проб к общему количеству точек добавляется буква «с»;

- в графе 13 метод вычисления расхода взвешенных наносов указывается следующими условными обозначениями: а — аналитический; г — графический;
- графа 15 заполняется сведениями, поясняющими и дополняющими материал основных граф;

- в таблице ИРН, после каждого поста, при необходимости, приводятся краткие пояснения и дополнения, имеющие непосредственное отношение к измерениям расходов наносов на данном посту: отклонения от требований ТКП, обстановка на участке, под влиянием которой понижена точность измерения

20.3 Перед таблицей ИРН в виде титульного листа к ней приводятся необходимые общие пояснения и принятые в таблице условные обозначения. Здесь приводятся краткие сведения о методике измерения расходов взвешенных наносов, о способах обработки проб воды на мутность и т. п. Если применялись методы или приборы, не описанные в ТКП 17.10-08/1, то их следует описать несколько подробнее. Кроме того, в пояснениях расшифровываются условные выражения, а также условные обозначения приборов, приведенные в графе 12..

21 Правила проведения анализа и контроля наблюдений за стоком наносов

21.1 Для суждения о точности помещаемых в ежегоднике сведений о стоке наносов, а также для суждения об общих чертах режима стока наносов и изменении условий формировании стока в данном году рекомендуется построить следующие графики и диаграммы:

- график зависимости между средними годовыми значениями расхода взвешенных наносов и расхода воды за весь период наблюдений $R_{ср.год}=f(Q_{ср-год})$. Эти графики, как правило, составляет систематически структурное гидрологическое подразделение по всем прикрепленным к нему постам;

- график связи между средними годовыми значениями расхода взвешенных наносов для пары соседних постов, расположенных в однородных условиях транзита наносов $R'_{ср.год} = f(R''_{ср.год})$, за весь период наблюдений;

- диаграмма с изображением графиков годового хода средних месячных мутностей $S_{ср.мес} = f(t)$, совмещенных по времени для ряда смежных постов, расположенных на главной реке и ее притоках

$$(S_{ср.мес} = \frac{R_{ch/vtc} \bullet 1000}{Q_{ch/vtc}}), \qquad (20.1)$$

- диаграмма с изображением графиков изменения характерных значений мутности по главной реке и ее притокам $S = f(L)$. В качестве характерных значений мутности могут быть взяты среднее годовое ее значение и среднее месячное значение. В каждом конкретном случае выбираются наиболее важные из этих характерных значений.

График связи между средними годовыми значениями расхода взвешенных наносов для пары соседних постов и диаграммы составляются в структурном подразделении которое является ответственным за выпуск ежегодника.

Все графические материалы, использованные при анализе, в подлинниках или в копии представляются ответственному редактору вместе с текстом ежегодника в качестве вспомогательного материала.

21.2 График $R_{ср.год}=f(Q_{ср-год})$. (рисунок 20.1) строится по средним годовым значениям расходов, наблюденным в данном створе. Для этого на миллиметровой бумаге откладываются по оси абсцисс значения среднего годового расхода взвешенных наносов, а по оси ординат — среднего годового расхода воды. Масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы график поместился на листе формата 203Х288 *мм.* Этот график впервые строится после того, как будет накоплен материал по крайней мере за 3 года, и далее ведется, т. е. дополняется, систематически ежегодно.

В большинстве случаев эта зависимость достаточно точно описывается уравнением прямой линии, значительно реже — кривой с вогнутостью, обращенной

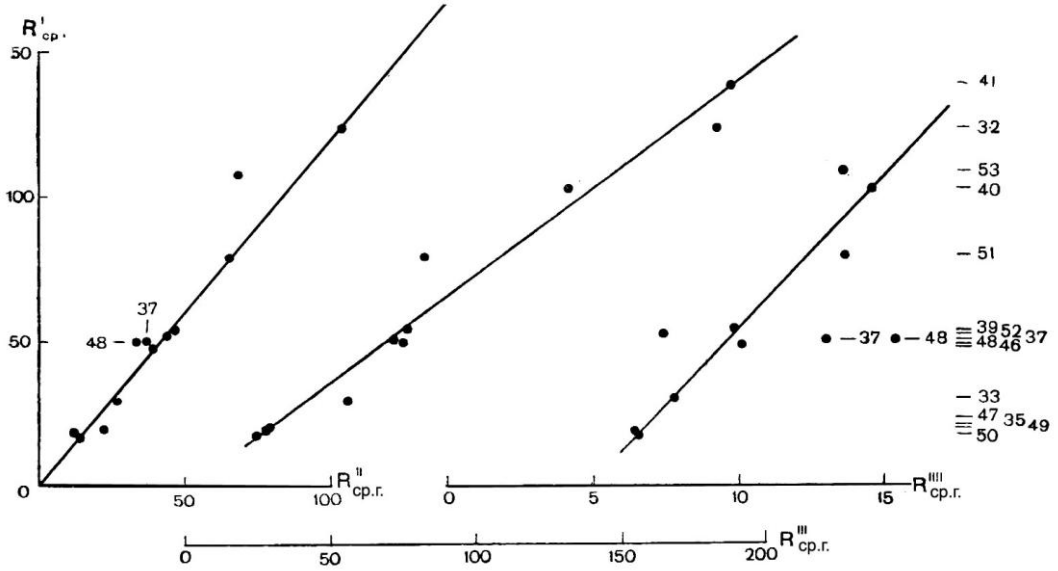
к оси абсцисс. При отклонении точек от осредненной зависимости прошлых лет выясняются причины этого отклонения. Такими причинами могут быть, кроме ошибок наблюдения, также и особенности естественного процесса формирования стока наносов в данном году по сравнению с прошлыми годами, вызванные, например, особым распределением осадков, температуры и водности. Серьезное отклонение точки данного года может быть вызвано также резкими изменениями в режиме реки с вводом в данном году в эксплуатацию искусственных мероприятий по регулированию стока.

Результаты анализа этих графиков по всем постам являются основным материалом для составления обзора режима стока взвешенных наносов.

- график $R'_{ср.год} = f(R''_{ср.год})$, (рисунок 20.2) строится в общем с соблюдением тех же правил, что и график $R_{ср.год}=f(Q_{ср-год})$. Этот график следует рассматривать как дополнение к описанному выше графику $R_{ср.год}=f(Q_{ср-год})$, он может быть полезен для выяснения причин отклонения точек отдельных лет.

- диаграмма $S_{ср.мес} = f(t)$ строится только для данного года по результатам наблюдений на смежных постах, в виде ступенчатого графика. По оси абсцисс откладываются отрезки в масштабе 2 см= 1 мес, а по оси ординат — значения средней месячной мутности в таком масштабе, чтобы график поместился на листе размером 203Х288 *мм.* Допускается для отдельных месяцев, например для половодья, выбирать масштаб более мелкий. Для того чтобы график ясно читался, рекомендуется совмещать на одном листе не более трех-четырех постов и линии, относящиеся к разным постам, показывать разными цветами. Эта диаграмма строится для случаев, когда сток взвешенных наносов вычислялся по зависимости *R= f(Q).* Если же сток был вычислен по мутности единичных проб, то эта диаграмма .может быть заменена совмещением при анализе уже готовых графиков $S_{ед}=f(t)$(см.15.4),

На этих графиках выявляются общие и индивидуальные характеристики в формировании стока взвешенных наносов на отдельных участках реки На рисунке 20.3 представлены примеры построения диаграмм годового хода значений средней месячной мутности реки *NN* .по наблюдениям постов А, Б, В и Г; на рисунке 20.4 — такой же пример для другой реки.



а – до создания водохранилища, б – после создания водохранилища

Рисунок 21.1 – Графики связи между значениями среднего годового расхода воды и среднего годового расхода наносов

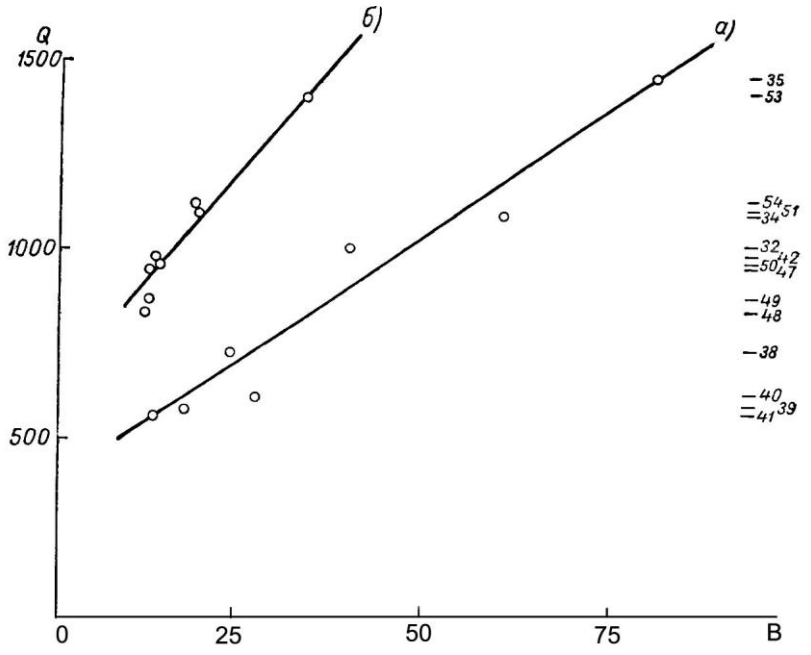


Рисунок 21.2 – График связи между значениями среднего годового расхода взвешенных наносов для пары соседних постов за весь период наблюдений

Рассматривая такие графики за ряд лет, можно определить сезоны, или периоды, года, в которые ввиду исключительно малой мутности, без ущерба для определения годового стока, можно отказаться от опорных измерений расхода наносов и взятия единичных проб воды на мутность (см.15.8).

- график S =f(L) строится только для данного года по результатам наблюдений по постам, расположенным на главной реке и на нижних участках ее притоков. Следует иметь в виду, что эта диаграмма бывает наглядна, когда расстояния между постами невелики. По оси абсцисс откладываются расстояния от устья (или от самого нижнего поста), а по ординате — значения мутности, которые для главной реки соединяются ступеньками, а для притоков— вертикальными штрихами. Масштабы рекомендуется выбирать с таким расчетом, чтобы чертеж поместился на листе формата 203Х288 *мм.* Может оказаться полезным для анализа наложение на этот же график пунктиром средних многолетних значений средней годовой мутности (нормы).

На этих графиках, так же как и на диаграмме $S_{ср.мес}$ = f(t) выявляются общие и индивидуальные характеристики в формировании стока взвешенных наносов на отдельных участках реки. На рисунке 20.5 представлен пример диаграммы изменения значения средней мутности воды по длине реки *NN* по данным наблюдений постов А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И. Вертикальные жирные отрезки соответствуют мутности воды притоков *а, б, в* и т. д

При анализе материала, изображенного на диаграммах, нужно иметь в виду следующие общие закономерности:

а) мутность, как правило, увеличивается от истока до среднего течения реки, а затем до устья происходит постепенное ее уменьшение. Однако на нижнем участке впадение даже сравнительно мелких притоков и балок с весьма повышенной мутностью может нарушать эту картину;

б) река, в бассейне которой имеются озера, болота, большие лесные массивы, имеет мутность, меньшую, чем реки незарегулированные, хотя бы и протекающие в однородных по водному режиму бассейнах;

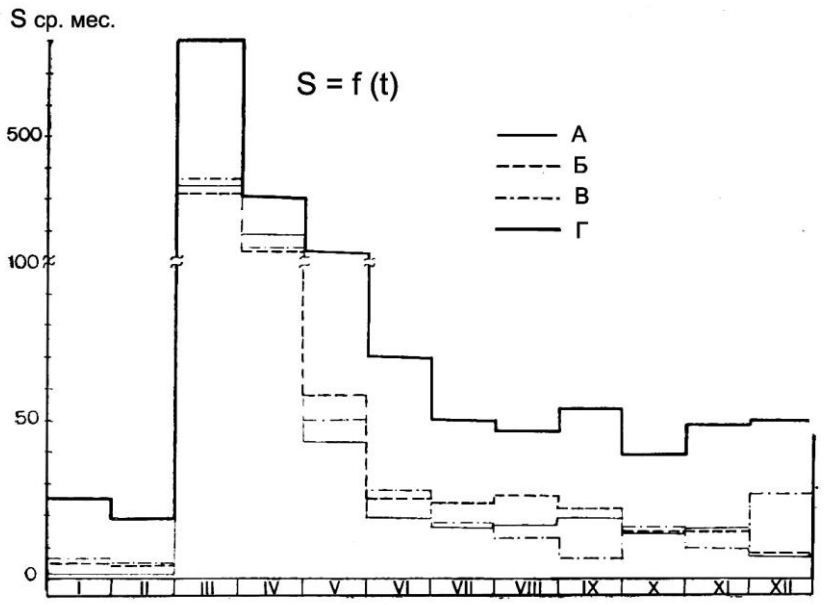


Рисунок 21.3 – Годовой ход значений средней месячной мутности воды для смежных постов

в) незакономерные изменения в бассейне по направлению главной реки, почв и грунтов, растительного покрова, рельефа местности и продольного уклона реки могут обусловить весьма пеструю картину в распределении мутности в бассейне;

г) наличие водохранилищ, задерживающих наносы, ведет к уменьшению мутности на непосредственно ниже расположенных участках реки.

Если за сутки обнаружено наличие значительных колебаний мутности воды, то должно быть организовано учащенное взятие единичных проб воды на мутность в соответствующие сезоны с целью уточнения среднего суточного стока взвешенных наносов. После накопления не менее чем за два года данных учащенных наблюдений над мутностью воды следует обратить внимание на то, нет ли каких-либо закономерностей в суточном ходе мутности, на основе которых

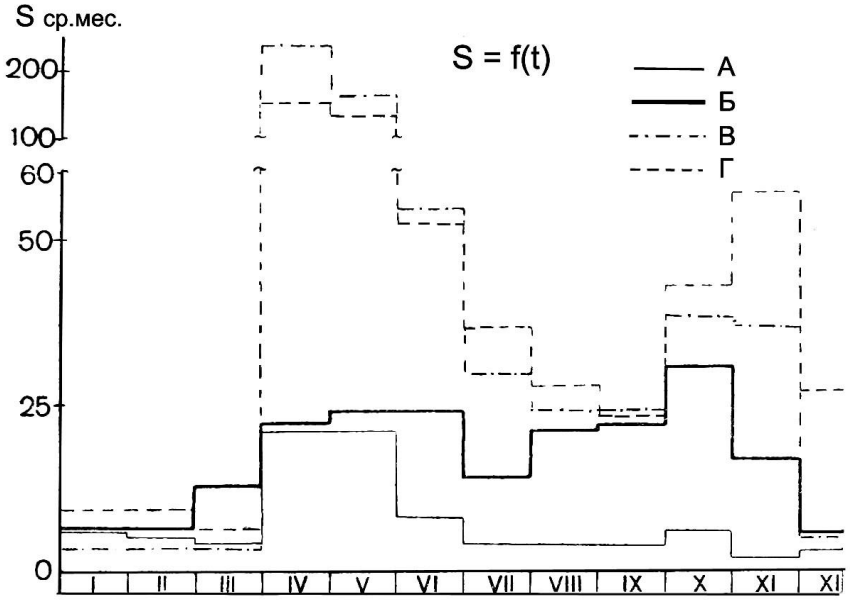


Рисунок 21.4 – Годовой ход значений средней месячной мутности вод для смежных постов

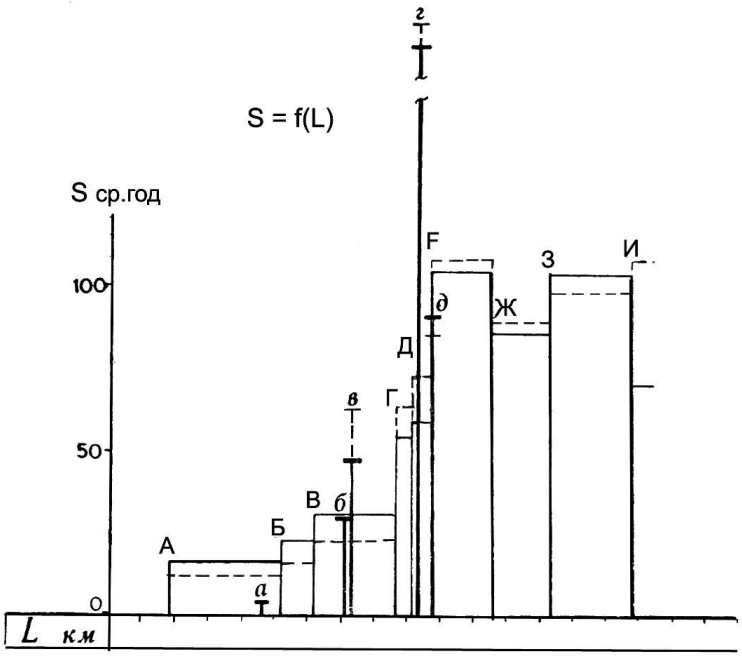


Рисунок 21.5 – Изменение значений средней годовой мутности воды главной реки и притоков $(\rho_{ср.r} = \frac{R_{ср.r} \bullet 1000}{Q_{ср.r}})$

можно было бы установить такой один срок взятия единичных проб, когда мутность была бы близкой, в пределах + 20 %,к средней за сутки.

Если наблюдения на данном посту проводились по широкой программе (ТКП 17.10-08/1), то производятся ниже следующие опытные работы и исследования:

а) сопоставляются величины расхода взвешенных наносов, средние годовые и суммированные средние месячные за периоды основных фаз половодья или основного паводка, вычисленные как по средней суточной мутности единичных проб, так и по хорошо освещенной и обоснованной измерениями зависимости между расходами воды и наносов. В случае близких результатов (в пределах ±10%) из этих способов для дальнейших наблюдений выбирается наиболее экономичный по затратам сил и средств. В случае значительных расхождений в результатах выбирается тот из двух способов, которым обеспечивался бы наиболее полный охват наблюдениями над наносами всех основных фаз половодья или основного паводка, а также значительных дождевых паводков с их особенностями в колебаниях мутности в течение суток;

б) сопоставляются величины расхода взвешенных наносов, вычисленные по наиболее детальному его определению и по вариантам уменьшающегося числа вертикалей по створу и числа точек на вертикалях. Для выводов необходимо располагать сопоставлениями не менее чем по 10, а желательно по 20 измеренным расходам. В случае близких результатов (в пределах ±10%) работа в дальнейшем организуется по наиболее экономичному варианту числа и расположения точек и вертикалей и сопоставляются средние значения мутности по всем вертикалям в створе со средним значением мутности реки по всем измеренным расходам взвешенных наносов (рисунок 20.6). На основе такого анализа выбирается

на будущее для взятия единичных проб воды на мутность такая вертикаль, которая, характеризуясь достаточно тесной связью простого вида

$S_{ср} = KS_{ед}$ располагалась бы вместе с этим в наиболее доступном для наблюдателя месте.

Если для данного поста имеются достаточно надежные наблюдения, из которых выясняется, что систематически, из года в год, независимо от различной водности реки, в некоторые длительные периоды (сезоны) мутность воды меньше 50 *г/м*^{3} и суммарный сток взвешенных наносов составляет менее 5% годового, то рекомендуется тщательно проанализировать это явление с целью выяснения возможности отказа от полевых наблюдений над стоком наносов в определенные месяцы.

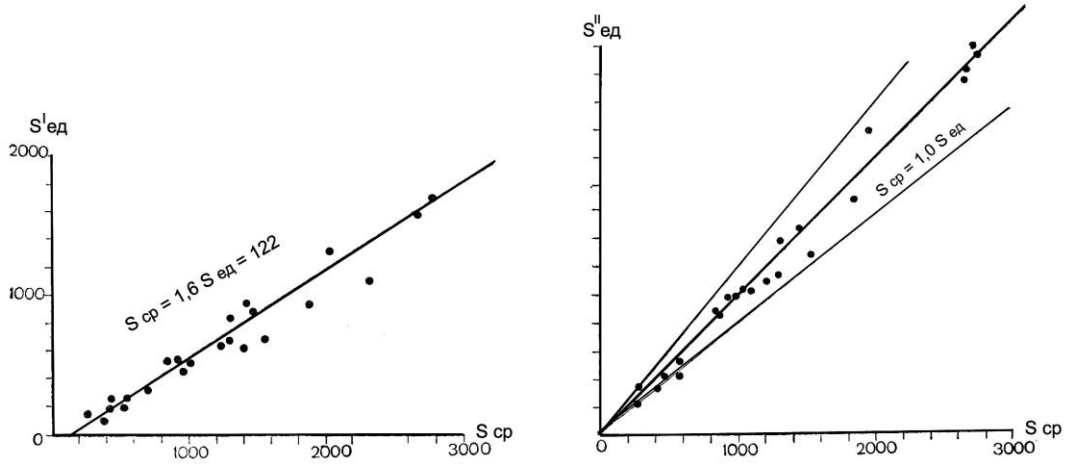


Рисунок 21.6 – Связь между средней мутностью реки и мутностью единичных проб, взятых на разных вертикалях

При анализе следует особое внимание обратить на вероятность появления в отдельные годы резких отклонений в суммарном стоке наносов и водности в те периоды, в которые намечается прекратить наблюдения. Для этого рекомендуется привлечь к анализу данные, опубликованные в климатических справочниках и гидрологических ежегодниках. Если такие отдельные годы встречаются очень редко (не чаще одного раза в 10—16 лет), то можно прекращать наблюдения, но при вычислении годового стока за такой год оценивать процент суммарного стока за этот период особо, например приближенно, по аналогии с пробными годами в прошлом.

22 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Температура воды»

22.1 В ежегоднике температура воды представлена в форме таблицы (Таблица 1.12) и помещается после обработки материалов наблюдений за температурой воды в программном комплексе на ПЭВМ.

Таблица составляется для всех постов, на которых велись систематические измерения температуры воды в 8 ч 00 мин и в20 ч 00 мин ежедневно.

Таблица 1.12 имеет следующее содержание:

- номер поста, код поста, название водного объекта, название поста, номера декад и месяца;

-средние декадные значения температуры воды за каждый месяц ;

- средние месячные значения температуры воды ;

- даты перехода температуры воды через 0,2°С и 10°С весной и осенью;

-высшая температура воды за год с указанием даты, когда она наблюдалась .

Номер, код поста, название водного объекта и название поста в таблице приводятся в соответствии с таблицей 1.1.

22.2 Средние декадные значения температуры воды вычисляются (после возможных восполнений пропусков и анализа) как средние арифметические из измерений в 8 и 20 час. не меньше чем за 8 суток в декаду.

Если сумма температур за декаду получается равной 0,5° и меньше, то в таблице пишется 0,0; если же наблюдения за декаду отсутствуют или их недостаточно для вывода среднего, в таблице 1.12 ставится тире.

При отсутствии измерений вследствие пересыхания реки в течение 5 суток и более в декаде в таблице вместо средней декадной температуры ставится «прсх». При наличии «прсх» в течение 3 или 4 дней в декаду средняя декадная температура воды не вычисляется и в соответствующей графе ставится тире. При наличии «прсх» в течение 1 или 2 дней в декаде средняя температура воды за декаду вычисляется как средняя за число суток без «прсх».

Если в декаде часть дней была с ледоставом, а остальные — с другими ледяными образованиями, находящимися в движении, то среднюю за эту декаду температуру следует вычислить только в том случае, когда имеются измерения температуры по крайней мере за 5 суток.

Вычисляя в этом случае среднее значение, следует принять температуру за те сутки, когда наблюдений не было, сообразуясь с общей тенденцией ее хода за время, освещенное измерениями, и, конечно, имея в виду «0» как предельное низкое значение температуры пресной воды. Например, если измерения показывают, что температура изменялась в среднем за сутки на 0,2°, то можно предположить такой ход и за те сутки, когда измерений не было.

Средние месячные значения температуры воды в таблице вычисляются при .наличии значений температуры воды за все три декады, причем среднее выводится из средних декадных значений.

Даты перехода температуры воды через 0,2° и 10° определены как даты устойчивого перехода среднесуточных значений температуры воды через указанные пределы.

За дату весеннего перехода принимается дата, начиная с которой до осеннего охлаждения (в течение не менее 20 дней) среднесуточная температура воды будет выше соответственно 0,2° и 10°. Если в течение весенне-летнего сезона было два или несколько периодов продолжительностью 20 дней и более, в течение которых температура воды превышала 0,2° и 10°, то за дату устойчивого перехода температуры воды через эти значения принимается первый день первого из таких периодов. Последующее длительное понижение температуры до повторного перехода должно быть оговорено в частных пояснениях к таблице.

За дату осеннего перехода температуры воды через 10° и 0,2° на реках с ледоставом прижимается дата, начиная с которой и до ледостава (зимнего прекращения наблюдений), независимо от продолжительности периода, среднесуточная температура воды во все дни была ниже заданных пределов. Предшествующие периоды (в том числе продолжительностью 20 дней и более), в течение которых температура воды была ниже этих пределов, не учитываются.

На реках, где температура воды измеряется круглый год, за дату осеннего перехода температуры воды через 10° и 0,2° принимается дата, начиная с которой в осенне-зимний период в течение не менее 20 дней температура воды была ниже заданного предела. Если таких периодов было несколько, то дата перехода определяется по первому из них. Наличие последующего периода длительного зимнего повышения температуры воды оговаривается в частных пояснениях к таблице.

При определении дат перехода температуры воды через 10° весной и осенью не следует принимать во внимание кратковременные (до 3-х дней) похолодания или потепления на 0,1-0,3°.

Если устойчивые переходы температуры воды через заданные пределы отсутствовали, соответствующие графы таблицы не заполняются (остаются пустыми). Если даты перехода не определены из-за пропусков в наблюдениях, в соответствующих графах ставится тире.

В целях контроля правильности выбора дат перехода температуры воды через заданные пределы, а также дат наступления высшей температуры воды, рекомендуется проводить сопоставление этих характеристик по территории. Отклонение данных наблюдений по какому-либо посту следует объяснить (выход термальных вод, влияние хозяйственной деятельности, особенность температурного режима реки и т.д.) на титульном листе таблицы.

Высшая температура воды за год выбирается из всех измерений — срочных и дополнительных .Если наибольшие значения температуры наблюдались несколько раз ,то помещается первая дата ее наступления последняя дата и число дней .в течение которых она отмечалась.

При наличии пропусков в наблюдениях выборка высшей температуры допускается только в тех случаях, когда имеется уверенность в том, что период наибольшего нагрева воды не был пропущен.

При отсутствии измерений вследствие пересыхания реки высшая температура выбирается из имеющихся данных.

22.3. Перед таблицей 1.12 в титульном листе даются краткие пояснения, касающиеся правил составления таблицы, помещаются сведения об отступлении от принятой методики наблюдений и обработки материала, о точности публикуемых сведений, об отсутствии данных по постам вследствие отрывочности и прекращения наблюдений, приводятся данные о выходах грунтовых вод, об изменении температурного режима реки под влиянием хозяйственной деятельности (сброс сточных вод, попуски из вышележащего водохранилища и другие виды теплового загрязнения).

23 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Толщина льда и высота снега на льду»

23.1 Толщина льда и высота снега на льду представлена в виде таблицы (таблица ежегодника 1.13) и составляется для всех постов, на которых в данном году велись систематические измерения толщины льда и высоты снега на льду на середине реки. При наличии данных наблюдений на посту на плесе и перекате в таблице могут помещаются и те и другие данные.

Для удобства использования данные в таблице 1.13 приводятся за зиму гидрологического года. Таблица получается с помощью программного комплекса на ПЭВМ.

Таблица не составляется по отрывочным измерениям. Отрывочными измерениями считаются такие, которые продолжались менее месяца, причем не приходились на тот период, когда вероятна наибольшая толщина льда в зиму данного года.

Отрывочными не считаются кратковременные наблюдения в начале или конце календарного года, если они являются началом последующего или продолжением предыдущего календарного года.

Таблица 1.13 не составляется по измерениям, производившимся в неизвестных местах. Сведения о толщине льда по измерениям в постоянных лунках, как правило, в таблицу 1.13 не включаются, хотя в некоторых случаях, по ус-

мотрению редактора, они могут быть помещены в таблицу с обязательным пояснением.

Таблица 1.13 не составляется, если в течение всего зимнего периода на участке поста наблюдались только забереги. Материалами для составления таблицы служат только книжки для записи водомерных наблюдений КГ1М(н), обработанные в соответствии с требованиями ТКП 17.10-08/1.

Перед таблицей 1.13 помещается титульный лист, где даются краткие пояснения, касающиеся методики и условий измерения толщины льда и высоты снега на льду, и по возможности объясняются причины, вследствие которых ход толщины льда по наблюдениям некоторых постов своеобразен, приводятся указания о пониженной точности сведений в таблице для некоторых постов (вследствие недостаточной репрезентативности мест измерений, несовершенства методики и др.)

23.2 Толщина льда и высота снега приводится на 5,10,15,20,25 и последнее число месяца по измерениям на середине реки.

Если измерения производились не в установленные сроки (т. е. не 5, 10 и т. д. или 10, 20 и т. д. числа месяца), а в другие дни, то результаты этих измерений записываются в графы ближайших установленных сроков, причем никаких примечаний об этом не дается.

Таблица 1.13 имеет следующее содержание:

- номер и код поста, название водного объекта, название поста приводятся в соответствии с таблицей 1.1;
- название наблюдаемого элемента: снег, лед ;
- данные о толщине льда и высоте снега на льду на 5-е, 10-е, 1б-е, 20-е, 25-е и последнее число месяца;
- наибольшая толщина льда и дата ее наблюдения.

23.3 Все значения толщины льда в таблице приводятся с точностью до 1 *см.* Если толщина льда или снега была 0.5 *см* и меньше, то в соответствующей графе пишется 0 (нуль). Пропуски отдельных измерений толщины льда в таблице заполняются знаками — (тире). При отсутствии ледяного покрова, графы таблицы остаются пустыми.

При наличии в течение нескольких пентад на участке поста незначительной полынья и при отсутствии наблюдений над толщиной льда выше и ниже участка поста в таблице 1.13 проставляется тире. Если полынья занимает весь участок, то в таблице соответствующие графы оставляются пустыми.

В тех случаях, когда наблюдалось промерзание реки (лед лежит на дне), в соответствующих графах вместо толщины льда проставляется тире, в титуле к таблице дается соответствующее примечание. При полном промерзании реки и отсутствии воды поверх льда в соответствующих графах пишется «прмз».

23.4 В таблице 1.13 приводятся сведения об общей (суммарной) толщине льда, погруженного в воду и находящегося выше ее уровня, безразлично какого происхождения лед (кристаллический, снежный или наледный) входит в состав общей монолитной ледяной толщи. Прослойки незамерзшей воды в ледяной толще не учитываются, если они имеют толщину, меньшую толщины подстилающего слоя льда; если же толщина слоя воды между слоями льда больше толщины льда подстилающего (нижнего), то в таблице приводится только толщина верхнего слоя льда.

В случае многослойного льда, когда бывает затруднительно указать характерную толщину льда, допускается сделать соответствующее пояснение к таблице

Разумеется, правила определения толщины льда при наличии прослоек воды в ледяной толщине имеют значение лишь общих указаний. Всегда следует оце-

нивать сведения не только отдельно, но и в совокупности, имея в виду общий характер процесса образования и разрушения ледяного покрова на данном объекте. Перед таблицей в предисловии указываются номера гидрологических постов, на которых наблюдался лед с прослойками воды.

23.5 В таблице приводится наибольшая толщина льда, дата и число случаев. Если наибольшая толщина льда наблюдалась несколько раз, то приводится первая дата, последняя дата и число случаев с наибольшей толщиной льда.

24 Правила составления раздела гидрологического ежегодника «Ледовые явления на участке гидрологического поста»

24.1 Ледовые явления на участке поста представлены в ежегоднике в форме таблицы (в ежегоднике – таблица 1.14).

Таблица 1.14 включает в себя, непосредственно таблицу «Ледовые явления на участке поста» и таблицу «Дополнительные сведения о заторах и зажорах». Перед таблицей 1.14 помещается титульный лист, где даются краткие пояснения, касающиеся методики составления этих таблиц.

Таблица 1.14 получается в программном комплексе на ПЭВМ, а таблица «Дополнительные сведения о заторах и зажорах» составляется вручную.

Таблица 1.14 составляется за зиму гидрологического года по данным наблюдений на посту, которые приводятся в таблице 1.2 ежегодника, и имеет две формы :

- А - для рек с устойчивым ледоставом;
- Б - для рек с неустойчивым ледоставом.

Форма А используется для рек с преобладанием в многолетнем ряду устойчивого ледостава.

В таблице формы А приводятся даты наступления характерных ледовых явлений и высшие уровни воды, выбираемые из срочных наблюдений (из данных книжки КГ-1М(н)) для наиболее опасных явлений (весеннего ледохода, затора, зажора).

24.2 За дату появления осенних ледовых явлений принимается дата образования устойчивых заберегов, ледохода, шугохода, ледостава. Кратковременные ледовые явления, продолжительностью 1-3 дня, отделенные от последующих ледяных образований периодом «чисто» длительностью 10 дней и более во внимание не принимаются. Появление сала учитывается лишь в тех случаях, когда оно непосредственно сменяется другими ледовыми явлениями, или отделяется от них периодом "чисто" не более 3-х дней.

24.3 За дату начала осеннего ледохода, шугохода принимается первая дата их наступления на фоне устойчивых ледовых явлений. Осенний ледоход (шугоход) учитывается от даты его наступления до даты начала устойчивого ледостава, независимо от того в каком месяце принято начало ледостава. Непродолжительный ледоход, шугоход (1-3 дня), отделенный от последующего ледохода или ледостава длительным периодом с устойчивыми ледовыми явлениями (заберегами, салом), тоже принимается за начало ледохода, шугохода. Кратковременный ледоход, шугоход, отдаленный от последующего периодом «чисто» в 10 дней и более, во внимание не принимается. При отсутствии ледохода, шугохода в соответствующих графах записывается «нб».

24.4 За дату начала устойчивого ледостава принимается дата установления ледостава продолжительностью не менее 20 дней. Ледостав меньшей продолжительности, предшествующий основному, учитывается в случае, если его продолжительность больше, чем последующего безледоставного периода.

Если на реках с устойчивым ледоставом в рассматриваемом году длительность ледостава меньше 20 суток, дата начала его заключается в скобки. Если ледостава не наблюдалось, вместо даты его начала записывается "нб".

24.5 За начало весенних ледовых явлений принимается появление первых весенних ледовых явлений, связанных с притоком талой воды в русло (появление талой воды, текущей поверх льда, промоин, закраин, подвижек, разводий, ледохода, шугохода) Если весенних ледовых явлений не наблюдалось, лед постепенно таял на месте, в графе записывается "нб", а рядом в скобках указывается дата конца ледостава.

24.6 За даты начала весеннего ледохода, шугохода принимаются первые даты их появления. Учитывается и ледоход в крупной промоине, а также ледоход поверх льда. При неоднократных вскрытиях, сопровождающихся ледоходом, в соответствующей графе надо помещать данные о ледоходах, наиболее согласующихся по времени наступления с ледоходами на соседних реках. При отсутствии ледохода, шугохода в графах записывается "нб".

В случае наличия ледохода, шугохода, чередующихся всю зиму с другими ледовыми явлениями в графах « дата начала ледохода» и «дата начала шугохода» ставится «тире».

Кроме того в таблице приводятся дата и высший уровень весеннего ледохода. Принимая во внимание опасность ледохода при высоких уровнях, эти графы следует заполнять только для высшего уровня, наблюдавшегося при ледоходе (уровни, измеренные в промежутках между днями с ледоходом не учитываются). При отсутствии ледохода в графе «дата» пишется "нб", а графа «уровень» оставляется пустой. Высший уровень ледохода выбирается из всех значений за сутки, в которые наблюдался ледоход, независимо от времени прохождения ледохода.

24.7 Дата конца ледовых явлений определяется по последнему дню с ледовыми явлениями. Не принимается во внимание нехарактерный случайный ледоход длительностью 1-3 дня, наступающий после окончания основного: сброс случайно задержавшегося в протоках льда, сброс первичных заберегов, образовавшихся в застойных местах после временного похолодания и т.п.

Если ледяной покров на реке постепенно разрушается под слоем талой воды, наблюдатель не всегда может заметить вынос остатков льда. Дату конца ледовых явлений в таких случаях надо корректировать по наблюдениям на реках-аналогах.

24.8 В графах «Затор», «Зажор» приводятся сведения о наиболее значительных заторах и зажорах, наблюдавшихся ниже поста и вызывавших подпор уровня воды на посту. Выбор таких заторов и зажоров производится после анализа записей о ледовых явлениях и хода уровней в таблице 1.2, а также с привлечением записей в книжке КГ-IМ(н), поскольку в таблице 1.2 заторы и зажоры обозначены одним знаком.

При наличии ниже поста в рассматриваемом году нескольких заторов (зажоров), независимо от величины заторного (зажорного) подъема, в таблицу 1.14 помещаются следующие:

1) затор (зажор) при наиболее высоком уровне воды;

2) затор (зажор), наибольшие заторный (запорный) подъем которого совпадает с пиком половодья или паводка.

При несовпадении заторного (зажорного) подъема с пиком половодья или паводка выбор наиболее значительных заторов (зажоров) для помещения в табл.1.14, а также определение наибольшего заторного (зажорного) подъема уровня воды производится в соответствии с [13]

Наибольший заторный (зажорный) подъем уровня воды определяется над уровнем, который имел бы место на рассматриваемом посту в условиях открытого

русла, т.е. уровнем, снятым с кривой Q (H) при расходе (среднесуточном) на день высшего заторного уровня ($Q_{зтр}$). При отсутствии данных по стоку заторные (зажорные) подъемы уровня определяются путем линейной графической срезки. Способ определения заторного (зажорного) подъема указывается на титульном листе. Для помещенных в таблицу 1.14 заторов (зажоров) приводится таблица «Дополнительные сведения о заторах и зажорах».

Если в данном году наблюдалось несколько заторов (зажоров), удовлетворяющих вышеуказанным критериям, в таблицы.1.14 и дополнительных сведений вносятся данные о наиболее значительном по высоте подъема уровня воды.

Если затор от зажора трудно отделить, сведениями о них заполняются либо графа «Зажор»,либо графа «Затор» в зависимости от преобладания сформировавших их шуги или льдин. К таким заторно - зажорным явлениям дается пояснение. При отсутствии ниже поста заторов (зажоров) в графах «дата начала» и «дата высшего уровня» записывается «нб», графа « высший уровень» оставляется пустой, а в графе «продолжительность» пишется «0». Заторы (зажоры), отмеченные в таблице 1.2 выше поста, в таблицу 1.14 не включаются, сведения о наиболее значительных из них приводятся в пояснениях.

24.9 Продолжительность осеннего и весеннего ледоходов приводятся по фактическим дням с ледоходом, шугоходом. Если в графах «дата начала ледохода» и «дата начала шугохода» проставлено тире, то в графах «продолжительность весеннего ледохода и шугохода» тоже проставляется тире. Если в графах «дата начала ледохода» и «дата начала шугохода» проставлено «нб», то в графах «продолжительность весеннего ледохода и шугохода» ставится «0».

Продолжительность ледостава подсчитывается по разности дат его начала и следующего за последним днем с ледоставом дня. Аналогично подсчитывается продолжительность всех ледовых явлений Кратковременные вскрытия при длительном ледоставе (в 2-3 раза большей продолжительности периода вскрытия) включаются в продолжительность ледостава. Подвижки, не сопровождающиеся ледоходом, а также дни с промерзанием также включаются в его продолжительность .Дни с подвижками и ледоходом (в один день) учитываются дважды – и в продолжительность ледостава, и в продолжительность ледохода При отсутствии соответствующего явления в графы продолжительности ставится «0».

Форма Б таблицы 1.14 составляется для рек с неустойчивым ледоставом. Сведения в них приводятся за зимний период гидрологического года.

Начало и конец ледовых явлений для этой таблицы принимается по первой и последней за холодный период года записи в книжке наблюдений о любом ледяном образовании, в том числе и о сале в период замерзания.

Общая продолжительность ледохода, шугохода, ледостава и всего периода с ледовыми явлениями подсчитывается по фактическому числу суток с этими явлениями (периоды «чисто» не учитываются).

Наибольшая разовая продолжительность подсчитывается по наибольшей продолжительности явления между периодами «чисто».

Приложение А
(обязательное)

Пример написания обзора режима рек

Обзор режима рек

Оценка гидрометеорологических условий, характеристика режима водных объектов и водных ресурсов даны за гидрологический год, началом которого условно считается 1 октября 2005 г., а концом 30 сентября 2006 года. По водному режиму рек территория Беларуси разделена на шесть однородных районов, границы которых показаны на схеме расположения постов: I – Западно-Двинский, охватывающий бассейн Западной Двины; II – Верхне-Днепровский, расположенный в восточной части территории и включающий бассейн Днепра до г.Могилева и Сожа до устья р.Проня и III – Вилейский, охватывающий бассейны Вилии, Березины (бассейн Днепра) до г.Борисова, верховья рек Уллы, Березины (бассейн р.Немана) и Свислочи; IV – Неманский, куда входит р.Неман от истока до границы с Литвой; V – Центрально-Березинский, охватывающий бассейны рек Днепра (от г.Могилева до г.Жлобин), Друти, Березины (от г.Борисова до устья р.Руднянки), Птичи (до устья р.Докольки), а также верховья рек Орессы, Случи, Морочи, Лани; VI – Припятский – включающий бассейн р.Припяти (за исключением верхней и средней части бассейна р.Птичи, верховьев рек Лани, Морочи и Случи), нижнее течение рек Березины, Сожа (ниже устья р.Прони), Днепра (ниже г.Жлобина) и Западного Буга в пределах Беларуси.

Все характеристики даны по гидрологическим сезонам, которые приняты условно: осенний (октябрь, ноябрь), зимний (декабрь-февраль), весенний (март-май), летний (июнь-сентябрь).

Сведения по осадкам, температуре воздуха, запасам воды в снежном покрове и внутригодовому распределению стока приведены обобщенные для районов.

Осень 2005 года характеризовалась теплой погодой, средняя температура воздуха за сезон оказалась выше нормы на 1.3^{0}С. Теплыми были и октябрь (на 1.2^{0}С выше нормы), и ноябрь (на 0.6^0 С выше нормы). Переход среднесуточной температуры воздуха через 0^{0}С в сторону понижения произошел во второй декаде ноября, что близко к средним многолетним значениям, а на юге республики в первой декаде декабря, что на 6-10 дней позже обычных сроков.

Особенностью осеннего сезона этого года было малое количество выпавших осадков. За сезон выпало 58% нормы. Меньше всего осадков выпало в бассейне р.Западный Буг – 43% от средних многолетних значений.

За счет прошедших в конце второй-начале третьей декады ноября снегопадов образовался снежный покров. Высота его составила 10-20 см. К концу месяца, за счет потепления, снежный покров почти повсеместно сошел, но в последний день ноября вновь сформировался снежный покров высотой 1-8 см.

Средний сток за осенний период был ниже средних многолетних значений. Модульные коэффициенты изменялись в Западно-Двинском районе от 0.24 (р.Оболь-п.г.т.Оболь) до 0.47, в Верхне-Днепровском от 0.49 до 0.89, в Вилейском от 0.50 до 0.95, в Неманском от 0.64 до 0.79, в Центрально-Березинском от 0.40 до 1.06 (р.Ухлясть-д.Радьков), в Припятском от 0.35 до 0.86.

Максимальный сток повсеместно был ниже нормы. Модульные коэффициенты изменялись от 0.18 (Западно-Двинский район) до 0.90 (Припятский район).

Минимальный сток был неоднороден, и модульные коэффициенты изменялись в районе I от 0.47 до 0.67, в районе II от 0.79 до 1.32, в районе III от 0.82 до 3.66 (р.Нарочь-п.г.т.Нарочь), в районе IV от 0.93 до 2.66 (р.Котра - Сахкомбинат), в районе V от 0.52 до 1.11, в районе VI от 0.50 до 1.48.

Зима 2005-2006 г. была холодной. Средняя температура воздуха за сезон была на 0.9^0 ниже среднемноголетней. Декабрь был теплым, средняя температура составила -2.5^{0}С

(норма -4.0^0 С). Январь и февраль были холодными, средняя месячная температура воздуха была, соответственно, на 1.5 и 2.5^{0}С ниже среднемноголетних значений.

Осадков за сезон выпало 86% от среднего многолетнего значения, но распределялись в течение зимы они неравномерно. Влажным был декабрь, когда осадков выпало 127% нормы, январь был аномально сухим (21% нормы), февраль, по количеству осадков, был близким к норме.

Снежный покров, который установился в Западно-Двинском районе 18.11, в Вилейском, Неманском районах - 17.12, в Верхне-Днепровском, Центрально-Березинском - 01.12, в Припятском районе - 18.01, сохранялся всю зиму. Максимальных значений он достиг в конце февраля 10-20 см, местами 25-35 см, что близко к средним многолетним значениям.

Устойчивый ледостав на реках образовался в первой-второй декаде декабря (на реках Западно-Двинского, Припятского, отдельных реках Центрально-Березинского и Верхне-Днепровского районов), что на 3-9 дней раньше средних многолетних значений. На реках Вилейского, Неманского, отдельных реках Верхне-Днепровского, Центрально-Березинского районов ледостав образовался лишь во второй декаде января, что на 20-30 дней позже средних многолетних значений, продолжительность ледостава в этих районах была на 15-20 дней меньше средних многолетних значений. На остальных реках продолжительность ледостава были в пределах средних многолетних значений.

Максимальная толщина льда наблюдалась на реках Западной Двины от 50 до 56 см, Днепра от 39 до 54 см, Припять от 36 до 48 см, что на 8-17 см выше среднемноголетних значений. На остальных реках толщина льда была близкой или ниже средних значений.

Средняя водность зимнего периода была ниже нормы. Модульные коэффициенты составили в районе I - М=0.30–0.54, в районе II - М=0.52-0.88, в районе III - М=0.62-0.88, в районе IV - М=0.83-0.89, в районе V - М= 0.58-1.16, в районе VI - М= 0.50 - 0.95.

Максимальный сток был повсеместно значительно ниже нормы. Модульные коэффициенты изменялись в Западно-Двинском районе от 0.25 (р.Оболь -п.г.т.Оболь) до 0.54, в Верхне-Днепровском районе - от 0.33 до 0.67, в Вилейском - от 0.30 до 0.86, в Неманском - от 0.42 до 0.61, в Центрально-Березинском - от 0.32 до 0.78, в Припятском - от 0.15 (р.Меречанка -д.Красеево) до 0.86.

Минимальный сток был ниже нормы в районе I , модульные коэффициенты составили М=0.51-0.82. В районах II - V минимальный сток был близок к норме или выше нормы (М=0.85-1.54). В VI районе модульные коэффициенты составили М=0.56-1.60.

По температурному режиму весна 2006 г. была близка к климатической норме. Март был холоднее обычного на 1.7^{0}С, апрель был очень теплым и превысил средние многолетние значения на 1.4^{0}С, среднемесячная температура мая была на 0.5^{0}С ниже многолетних значений. Переход среднесуточной температуры воздуха через 0^{0}С произошел в третьей декаде марта, что близко к климатической норме и лишь по югу республики он наблюдался на 4-7 дней позднее средних многолетних сроков.

В целом за весенний сезон выпало 110% осадков. Дождливыми были март (128%) и май (121%), апрель характеризовался недобором осадков (82%). Наиболее увлажненной оказалась восточная часть VI района, менее – западная часть VI района, III, IV районы.

Подъем уровня воды в реках начался в районах III - VI в последней декаде марта, а в районах I, II, и на отдельных реках III района в начале апреля. Во второй декаде апреля, что позднее обычных сроков на 5-10 дней на малых и средних реках, на 10-15 дней - на больших, наблюдался высший уровень весеннего половодья.

Значения высшего уровня весеннего половодья были близкими или ниже средних многолетних значений. Особенно низкими эти значения были на реках Западно-Двинского и Верхне-Днепровского районов.

На продолжительность весеннего половодья сказались осадки, выпавшие в весенний период. Весеннее половодье продолжалось на малых реках до конца апреля, на средних и больших до конца мая, и на отдельных реках Припятского района до начала июня.

Последние ледовые явления отмечены во всех гидрологических районах в первой декаде апреля, и только на отдельных реках Центрально-Березинского района в последней декаде марта.

Средняя водность за весенний период была ниже средних многолетних значений в районе I - M=0.49-0.69, в районе III - M=0.71–0.99, в районе IV - M=0.83-0.84. Модульные коэффициенты в районе II составили M=0.59-1.23, в районе V - M =0.66-1.29, в районе VI - M=0.61-1.51.

Максимальный сток был неоднородным по территории. В районах III, IV модульные коэффициенты изменялись от 0.55 до 0.72, в районах I, II, V, VI от 0.37 до 1.71.

Минимальный сток был низким в Западно-Двинском районе (M=0.44-0.70), в остальных районах он был неоднородным (M=0.73-1.54).

Лето 2006 г. было жарким. Средняя температура воздуха за сезон во всех гидрологических районах была выше средних многолетних значений на 1.4^{0}С. Июнь по температурному режиму был близок к норме. Июль был исключительно жарким месяцем. Средняя температура воздуха была выше нормы на 2.2^{0}С. Август, сентябрь также были теплыми, средняя температура воздуха превысила средние многолетние значения на 1.2 и 1.9^{0}С соответственно.

За летний сезон выпало 123% осадков от их среднего многолетнего количества. В течение сезона осадки распределялись неравномерно. Сухими были июнь и июль (65 и 68% от нормы соответственно), а август был исключительно дождливым – 248 % осадков от средних многолетних значений. В сентябре выпало около 80% от нормы. За счет большого количества осадков, выпавших в августе, сформировался дождевой паводок. Высшие уровни воды дождевого паводка на реках Западной Двины и верховья Днепра превысили высшие уровни весеннего половодья.

Наибольшая температура воды в реках наблюдалась в основном во второй декаде июля и превысила средние многолетние значения на 0.9-2.5^{0}С.

Водность летнего периода была высокой. Модульные коэффициенты среднего стока составили в районах I- IV M= 1.29-2.76, в районах V, VI - M=0.85-1.96.

Максимальный сток был высоким в Западно-Двинском и Верхнеднепровском районах (M-1.25-3.48). В Вилейском районе модульные коэффициенты составили M=0.37-2.58, в Неманском, Центрально-Березинском Припятском они изменялись от 0.70 до 1.62.

Модульные коэффициенты минимального стока в районах I, III - VI изменялись от 0.46 (в Центрально-Березинском) до 2.07 (в Припятском), во II районе – M=1.19-1.60.

Средний годовой сток за 2005-2006 гидрологический год был неоднороден по территории. Модульные коэффициенты колебались в районе I от 0.66 до 0.81, в районе II - от 0.91 до 1.17, в районе III - от 0.83 до 1.11, в районе IV - от 0.90 до 0.92, в районе V - от 0.76 до 1.34, в районе VI - от 0.62 до 1.34.

Внутригодовое распределение стока было следующим: осенний сток на реках района I -7%, зимний – 10%, весенний – 40%, летний –43%, в районе II соответственно 7,10,51, 32%, в районе III - 11,17,36,36%, в районе IV –
12,20,39,29%, в районе V –10,18,48,24%, в районе VI – 9,14,48,29%.

Основная часть годового стока формировалась в весенний период и была близка к средним многолетним значениям. Выше средних многолетних значений были доли летнего и осеннего стока, а зимнего ниже.

В 2006 году не наблюдалось нежелательных хозяйственных последствий в результате повышения или понижения уровня воды в реках.

Приложение Б
(обязательное)

Коды состояния водных объектов и их обозначение в таблицах гидрологического ежегодника

Таблица Б.1 - Соответствие кодов состояния водных объектов и их обозначение в таблицах гидрологического ежегодника

Коды явлений	Название группы явлений	Обозначение в ежегоднике	
		Таблица ЕУВ	Таблицы ИРВ, ИРН
1	2	3	4
ЛЕДОВЫЕ РЕЖИМНЫЕ ГРУППЫ			
1. 511	Сало	:	САЛО
2. 513, 514, 546, 54601-54610, 51301-51310	Забереги	)	ЗАБ
3. 520, 521	Внутриводный лед	;	ВНВЛД
4. 51901-51903	Редкий шугоход	*	РШГХ
5. 51904-51910, 519	Средний, густой шугоход	Ш	ШГХ
6. 51201-51203	Редкая снежура	И	РСНЕЖ
7. 51204-51210, 512	Средняя, густая снежура	С	СНЕЖ
8. 51601-51603	Редкий ледоход (речной)	Х	РЛДХ
9. 51604-51610, 516	Средний, густой ледоход (речной)	Л	ЛДХ
10. 518, 51801-51810	Ледоход поверх льда	+	ЛДХПЛД
11. 530	Затор выше поста	>	ЗТРВП
12. 531	Затор ниже поста	<	ЗТРНП
13. 548, 549, 550, 551, 553, 554, 54801-54810, 55101-55110, 54901-54910, 55001-55010	Плавучий лед	Ч	ПЛЛД
14. 569	Подо льдом шуга	]	ПДЛШГ
15. 563, 564, 56301-56310, 56401-56401	Неполный ледостав, Ледяной покров с полыньями	Z	НПЛДСТ
16. 568, 565, 541, 540, 542, 545, 547, 570	Ледостав	I	ЛДСТ
17. 577	Наледная вода	Е	НАЛВД
18. 571	Наледь	Н	НАЛЕДЬ
19. 575	Река промерзла	ПРМЗ	
20. 574, 57401-57410	Лед на дне	Q	ЛДНД
21. 572	Лед нависший	F	ЛДНВ
22. 573	Лед ярусный	=	ЛДЯРУС
23. 539, 53901-53910	Закраины	(	ЗАКР
24. 538	Вода течет поверх льда	W	ВПЛ
25. 543	Подвижка льда	П	ПОДВ

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
26. 544, 54401-54410	Разводья	Р	РАЗВ
27. 522, 523, 552	Навалы льда	N	НВЛЛД
28. 576, 532, 536	Изменение ледовых условий техническими средствами	#	ИЗМЛУ
41. 534	Зажор выше поста	Б	ЗЖРВП
42. 535	Зажор ниже поста	Ъ	ЗЖРНП
45. 524, 525, 526	Ледяная перемычка	Ф	ЛДПРМЧ
46. 566, 567	Ледостав с торосами	&	ТОРОСЫ
47. 537	Вода на льду (стоячая)	~	ВДСТЛД
48. 51701-51703	Редкий ледоход вторичный (из притока, озера, водохранилища)	К	РЛДХоз
49. 51704-51710, 517	Средний, густой ледоход вторичный (из притока, озера, водохранилища)	Г	ЛДХоз
50. 666, 668, 669, 670, 674, 667	Период ледостава (коды самостоятельного значения не имеют)		
51. 515, 51501-51510	Забереги нависшие	F	F заб
РЕЖИМНЫЕ ГРУППЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СВЕДЕНИЙ			
29. 600	Чисто		СВ
30. 662, 663	Волнение		ВОЛН
31.661, 622, 623, 624, 62201-62210, 62301-62310, 62401-62410	Трава	Т	ТР
32. 626, 625, 627	Трава на дне	А	ТРНДНЕ
33. 664, 665	Стоячая вода	В	
34. 652, 653, 654, 655, 658, 659, 686, 688, 672, 689, 690	Искажение уровня воды естественными или искусственными явлениями	/	ИСКУР
35. 657, 677, 678, 681, 687, 682, 691, 685	Искажение стока воды искусственными явлениями	V	ИСКСТ
38. 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648	Естественные или искусственные деформации русла	Д	ДЕФОРМ
39. 660	Река пересохла	ПРСХ	
60. 628, 629, 671, 673, 679, 680, 683, 684	Чисто (коды самостоятельного значения не имеют)		СВ

Приложение В
(обязательное)

Пример сопоставления средних месячных и средних годовых значений расхода воды по р.Главной на участке А–Г

Таблица сопоставления средних месячных и средних годовых значений расхода воды по р.Главной на участке А–Г

№ поста по Ежегоднику	Название реки и места, в котором расположен пост	Площадь водосбора ($км^2$)	Расходы воды ($м^3$/сек)													Модуль стока средний годовой		Расход воды по модулю графы 18	Разность значений расхода воды в графах 16 и 19	
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	средний годовой	по данным графы 16	по карте		абс.	% к сумме графы 16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
61	р.Главная–с..А...	14300	3.10	8.29	9.53	207	40.4	16.8	7.49	4.89	3.30	4.65	4.14	4.49	26.6	1.86				
71	р.Приток– с.Я....	13200	7.32	6.92	9.01	182	68.9	13.9	9.16	6.77	5.77	5.60	6.35	8.79	27.5	2.08				
	Сумма (А+Я)....	27500	15.4	15.2	18.5	389	109	30.7	16.6	11.7	9.07	10.2	10.5	13.3	54.1	–				–8.3
	Приращение на участке р.Главной между (А+Я) и Б....	7300 (21%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6.5	–	1.5	11.0	–4.5	
63	р.Главная – с.Б.....	34800	20.7	17.4	23.6	278	225	43.2	27.0	19.9	15.7	16.6	18.8	20.9	60.6	1.74				–12.7
	Приращение на участке р.Главной между Б и В	10100 (22%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	–	1.5	15.2	–7.7	
64	р.Главная– с.В.....	44900	29.6	24.7	27.6	281	250	51.2	34.4	25.7	20.2	22.9	26.3	23.5	68.1	1.52				
90	р.Приток Второй– с.Э.	9220	1.71	2.36	3.01	44.4	5.98	1.89	0.90	1.53	1.45	1.31	1.50	1.96	5.67	0.62				
	Сумма В+Э.....	54100	31.3	27.1	30.6	325	256	53.1	35.3	27.2	21.6	24.2	27.8	25.5	73.8	–				3.4
	Приращение на участке р.Главной между (В+Э) и Г....	6500 (11%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7.4	–	0.75	4.9	2.5	
65	р.Главная–с.Г....	60600	33.9	29.0	29.6	305	331	76.4	42.9	30.0	22.7	23.6	26.5	23.9	81.2	1.34				

Приложение Г
(обязательное)

Пример составления таблицы «Мутность единичных проб воды» (таблица ТГ-21) и таблицы «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб воды » (таблица ТГ-22)

Таблица Г.1 - Пример составления таблицы «Мутность единичных проб воды» (таблица ТГ-21)

Время взятия пробы		Место и способ взятия пробы	Объем пробы (мл)	Вес наноса на фильтре(г)	Мутность S ед(г/м^3)	Расход воды Q (м^3/сек)	Фиктивный расход взвешенных наносов S ед Q (кг/сек)	Расход взвешенных наносов средних
Месяц, число	час							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р.Ясельда – д.Сенин						К=1.1	2008 г.	
Январь								
01–10	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0824	4.1/4.5	8.96	0.037	0.040
11–20	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0736	3.7/4.1	9.83	0.036	0.040
21–31	8	н.4м инт/ббг	22000	0.0531	2.4/2.6	18.9	0.045	0.049
Февраль								
01–10	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0471	2.4/2.6	29.1	0.070	0.076
11–20	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0508	2.5/2.8	27.6	0.069	0.077
21–29	8	н.4м инт/ббг	18000	0.0501	2.8/3.1	27.9	0.078	0.086
Март								
01–10	8	н.4м инт/ббг	20000	0.1563	7.8/8.6	29.8	0.23	0.26
11–20	8	н.4м инт/ббг	20000	0.1520	7.6/8.4	27.7	0.21	0.23
21–31	8	н.4м инт/ббг	22000	0.1522	7.1/7.8	28.1	0.20	0.22
….	….	….	….	….	….	….	….	….
Ноябрь								
01–10	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0498	2.5/2.8	20.7	0.052	0.058
11–20	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0466	2.3/2.5	19.8	0.046	0.050
21–30	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0253	1.3/1.4	23.1	0.030	0.032
Декабрь								
01–10	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0847	4.2/4.6	23.9	0.10	0.11
11–20	8	н.4м инт/ббг	20000	0.0882	4.4/4.8	22.7	0.10	0.11
21–31	8	н.4м инт/ббг	22000	0.1500	6.8/7.5	24.5	0.17	0.18

Таблица Г.2 - Пример составления таблицы «Средняя мутность реки и мутность контрольных единичных проб воды » (таблицаТГ-22)

р.Ясельда – д.Сенин К=1.1 2008 г.

№ расхода взвешенных наносов	Дата измерения расхода взвешенных наносов	Часы		Место взятия пробы		Мутность (г/м^3)		
		Измерения расхода воды	Взятие контрольных единичных проб	При измерении расхода взвешенных наносов	Контрольных единичных	Средняя реки Scp= 1000$R_{S:Q}$	Контрольной единичной пробы Sед.контр	Scp.= Kсед.+а
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18.01	12–14	15	3; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	1.2	2.3	4.1
2	21.02	14–16	17	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	2.7	2.1	3.1
3	23.03	11–13	14	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	6.9	6.6	7.8
4	23.04	11–13	14	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	7.2	7.7	9.2
5	22.05	11–13	14	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	11.2	11.0	8.7
6	24.07	11–13	14	3; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	4.4	3.4	4.0
7	21.08	19–21	22	3; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	2.1	2.1	2.6
8	22.09	11–13	14	3; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	4.8	4.0	5.7
9	18.10	11–13	14	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	3.2	3.1	2.8
10	21.11	15–17	18	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	0.9	3.2	1.4
11	17.12	13–15	16	6; 5/инт.бб	Н.4м 30/инт.бб	6.6	6.2	4.8

Библиография

[1] Закон Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» от 9 января 2006 г. № 93-З

[2] Водный кодекс Республики Беларусь, 1998 г. № 191-З

[3] ВМО - № 168 Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения, 1994 г.

[4] ВМО - № 42 Технический регламент. Гидрология. Том III, 2006 г.

[5] Гидрологический словарь. Ленинград. Гидрометиздат, 1964 г.

[6] Инструкция по присвоения кодов вновь открываемым гидрологическим пунктам наблюдений (на реках, каналах, озерах , водохранилищах, морях и устьях рек)

[8] Основные гидрологические характеристики. т.5. Ленинград. Гидрометиздат, 1970

[9] Гидрологическая изученность. т.5. Ленинград. Гидрометиздат, 1963

[10] Ресурсы поверхностных вод. т.5. Ленинград. Гидрометиздат, 1966

[11] Методическое руководство к составлению «Справочника по водным ресурсам СССР». вып. 7, ч.1 (1962 г.)

[12] Методическое руководство к составлению «Справочника по водным ресурсам СССР». вып. 8 (1962 г.)

[13] Каталог заторных и зажорных участков рек СССР.