

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность**

**ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КАРТОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць**

**ПРАВІЛЫ ВЫЗНАЧЭННЯ ГІДРАГРАФІЧНЫХ ХАРАКТАРЫСТЫК
КАРТАМЕТРЫЧНЫМ СПАСАБАМ**

Издание официальное



**Минприроды
Минск**

Ключевые слова: река, водохранилище, площадь водосбора, озерность, лесистость, распаханность, урбанизированность, густота речной сети, уклон реки, извилистость

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 Министерством 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 _____.2014 г. №

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (взамен Руководства по определению гидрографических характеристик картометрическим способом, Л., Гидрометеиздат, 1986)

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

Издан на русском языке

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	2
4	Правила использования картографических материалов.....	3
5	Правила проведения измерений по топографическим картам.....	12
6	Правила установления местоположения и границ гидрографических объектов на картах.....	21
7	Правила определения гидрографических характеристик водотоков и водоемов.....	28
8	Порядок обновления гидрографических характеристик.....	48
9	Приложения.....	50
10	Библиография.....	57

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность
ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КАРТОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць
ПРАВИЛЫ ВYZНАЧЭННЯ ГІДРАГРАФІЧНЫХ ХАРАКТАРЫСТЫК
КАРТАМЕТРЫЧНЫМ СПАСАБАМ**

Environmental Protection and Nature Use
Hydrometeorological activity
Definition rules of hydrographic characteristics with method dimension on maps

Дата введения 2015-01-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает общие правила определения гидрографических характеристик картометрическим способом (далее – определение гидрографических характеристик).

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе 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 17.10-24/1-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления гидрологического ежегодника. Часть 1. Реки и каналы.

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

ТКП 17.10-25-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Государственный водный кадастр. Правила составления справочника Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод.

СТБ 17.10.01-01-2012 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Термины и определения.

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

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом 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 техническом кодексе применяют термины, установленные в [1]-[5], ТКП 17.10-08/1, СТБ 17.10.01-01 и ГОСТ 19185, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 гидрографические характеристики: Совокупность морфометрических и морфологических характеристик водных объектов и их водосборов, дающих достаточно полное представление о характере, форме, размерах, протяженности водных объектов и других физико-географических особенностях их водосборов.

3.2 взвешенная озерность: Отношение суммы произведений площадей проточных водоемов на площадь их водосборов к квадрату общей площади водосбора.

3.3 густота русловой сети: Длина русловой сети (речных долин, оврагов, балок, логов и сухих русел), приходящаяся на единицу площади водосбора.

3.4 координаты батиграфической кривой: Абсолютные высоты (глубины) и площади горизонтальных сечений водоема, характеризующие связь площади и объема воды в нем с уровнем воды.

3.5 координаты гипсографической кривой: Абсолютные высоты и площади горизонтальных сечений водосбора, характеризующие распределение высот поверхности водосбора.

3.6 координаты поперечного профиля водотока: Абсолютные высоты точек перегиба профиля и расстояния до них от постоянного начала, характеризующие форму поперечного профиля.

3.7 координаты продольного профиля водотока: Абсолютные высоты точек перегиба профиля и длины участков водотока от истока или устья до точек перегиба, характеризующие форму и уклоны продольного профиля водотока.

3.8 коэффициент канализованности речной сети водосбора: Отношение суммарной длины каналов, канав и канализованных участков рек к суммарной длине речной сети на водосборе.

3.9 морфологические характеристики водосборов: Качественно-количественные показатели, характеризующие особенности строения водосбора.

Примечание – К морфологическим характеристикам водосборов относятся: озерность, взвешенная озерность, количество и суммарная площадь естественных сточных и бессточных водоемов, количество и суммарная площадь искусственных водоемов, заболоченность, распаханность, лесистость, урбанизированность, характер почво-грунтов водосбора.

3.10 морфометрические характеристики водоемов: Количественные показатели, характеризующие вид, форму, высотное положение, размеры ложа водоемов и объемы воды в них.

Примечание – К морфометрическим характеристикам водоемов относятся: площадь водоема, площадь водосбора, уровень воды, нормальный подпорный уровень или горизонт воды (НПУ или НППГ) водохранилища, уровень мертвого объема (УМО) водохранилища, средняя глубина, максимальная глубина, объем озера или объем водохранилища (полный и полезный), длина, максимальная ширина и координаты батиграфической кривой водоема.

3.11 морфометрические характеристики водосборов: Количественные показатели, дающие представление о форме, размерах и пространственном положении водосбора.

Примечание – К морфометрическим характеристикам водосборов относятся: площадь, длина, максимальная ширина, средняя высота, средний уклон склонов, длина водораздельной линии, коэффициент асимметрии водосбора, коэффициент развития водораздельной линии, густота речной сети, густота русловой сети, площадь замкнутых впадин, координаты гипсографической кривой, коэффициент канализованности речной сети.

3.12 морфометрические характеристики водотоков: Количественные показатели, дающие представление о размерах, форме; уклонах различных водотоков.

Примечание – К морфометрическим характеристикам водотоков относятся: длина, гидрографическая длина, средний уклон, средневзвешенный уклон, извилистость, координаты продольного профиля, координаты поперечного профиля.

3.13 объем водохранилища полезный: Количество воды, заключенное между нормальным подпорным уровнем и уровнем мертвого объема водохранилища.

3.14 объем водохранилища полный: Количество воды в водохранилище при нормальном подпорном уровне.

3.15 объем озера: Количество воды в озере при определенном уровне.

3.16 площадь водосбора: Часть земной поверхности и толщи почво-грунтов, ограниченная водораздельной линией, с которой вода поступает в данный водный объект.

3.17 площадь замкнутых впадин: Часть поверхности водосбора, представляющая собой суммарную площадь замкнутых бессточных понижений земной поверхности.

3.18 распаханность водосбора: Отношение суммарной площади угодий с ежегодной вспашкой к общей площади водосбора.

3.19 средневзвешенный уклон водотока: Условно выровненный уклон ломаного профиля, эквивалентный сумме частных средних уклонов профиля водотока.

3.20 средний уклон водотока (участка водотока): Отношение длины водотока (участка водотока) к прямой, соединяющей его исток и устье (или конечные точки участка), характеризующее степень криволинейности русла.

3.21 средний уклон склонов водосбора: Среднее значение уклонов частных склонов поверхности водосбора.

3.22 средняя высота водосбора: Среднее арифметическое из абсолютных отметок высот точек, равномерно расположенных на водосборе.

3.23 урбанизированность водосбора: Отношение суммарной площади, занятой населенными пунктами и объектами промышленного, сельскохозяйственного и дорожного строительства, расположенными на водосборе, к общей площади водосбора.

3.24 характер почво-грунтов водосбора: Количественные показатели, характеризующие основные категории почво-грунтов по механическому составу.

4 Правила использования картографических материалов

4.1 Общие положения

В качестве основных картографических материалов для определения гидрографических характеристик водных объектов водосборов используются топографические карты крупного масштаба (1:10 000-1:100 000), а также различные современные тематические карты (гидрогеологические, почвенные и др.) наиболее крупного масштаба.

Топографические карты составляются в соответствии с положениями, инструкциями и условными знаками, утверждаемыми Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь для каждого масштаба или ряда близких масштабов топографических карт.

Точность получаемой с карты гидрографической информации зависит от масштаба, в котором составлена карта.

Средние погрешности положения на топографической карте объектов и контуров местности относительно ближайших точек плановой съемочной сети по существующим нормативам не должны превышать 0,5 мм в масштабе карты, что соответственно составит: в масштабе 10 000 – 5 и 7,5 м; в масштабе 1:25 000 – 12 и 19 м; в масштабе

1:50 000 – 25 и 38 м; в масштабе 1:100 000 – 50 и 75 м.

Средние погрешности положения горизонталей по высоте в равнинной и холмистой местности не должны превышать $0,4 h$ (h – высота сечения рельефа на данной карте).

При определении гидрографических характеристик необходимо установить, какую точность может обеспечить топографическая карта выбранного масштаба.

Топографические карты среднего масштаба (1:200 000-1:300 000) и мелкого масштаба (1:500 000-1:1 000 000) должны использоваться только для определения отдельных гидрографических характеристик (площади, средней высоты и др.) с целью использования их для предварительных расчетов, когда не требуется высокая точность. Они могут широко использоваться также в качестве вспомогательных материалов для разработки технологической схемы картометрических измерений, производимых по отдельным листам крупномасштабных карт, при определении гидрографических характеристик больших по длине водных объектов с большими площадями водосбора.

Мелкомасштабные карты необходимы также при подборе крупномасштабных карт на какой-либо большой водосбор или район.

Эффективность использования топографических карт зависит от знания условных знаков, типов шрифтов, условных сокращений и особенностей их применения на картах разных периодов издания. При работе с картой необходимо постоянно руководствоваться пособием «Условные знаки, образцы шрифтов и сокращений», действующим в период, соответствующий периоду составления и издания используемых карт.

4.2 Правила применения картографических материалов

Используемые для определения гидрографических характеристик картографические материалы, должны отражать современное состояние всех элементов содержания и прежде всего водных объектов, их водосборов и других природных объектов местности, использующихся для определения гидрографических характеристик. Степень современности картографических материалов определяется по году съемки, рекогносцировки используемой карты или картографических материалов, положенных в основу составления этой карты. Эти сведения указываются на каждом листе топографической карты внизу под рамкой справа. О качестве картографического материала свидетельствуют различные примечания, схемы и условные знаки, помещаемые на поле карты или за ее рамками, а также результаты сравнения содержания карт с новыми аэрофотоснимками.

На картах не допускается смещения красок (более 0,2-0,3 мм) относительно внутренних рамок карт, происходящего при печати элементов содержания, которые используются для определения гидрографических характеристик (гидрографической сети, рельефа и др.).

Карты должны быть в хорошем физическом состоянии, т.е. не иметь складок, разрывов, склеек и других повреждений, а также недопустимой деформации (более 1,0 мм на сторону трапеции).

Использование устаревших картографических материалов при наличии новых, существенно отличающихся по содержанию и точности, для определения гидрографических характеристик запрещается.

Картографические материалы, предназначенные для определения гидрографических характеристик, должны систематически обновляться. Периодичность обновления зависит от частоты переиздания топографических карт с учетом происшедших изменений. Обновление картографических материалов считается необходимым, если новые картографические материалы существенно отличаются по содержанию и точности, а различия гидрографических характеристик, определенных по старым и новым картам, превышают допустимые. В этих случаях требуется заново определять гидрографические характеристики по новым картам.

4.3 Краткая характеристика основных картографических материалов

4.3.1 Проекция топографических карт и номенклатура

Топографические карты составляются в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера. Листы карт имеют форму трапеции, восточную и западную стороны которой образуют линии меридианов, а северную и южную – линии параллелей.

Южнее 60-й параллели карты издаются отдельными листами, размеры которых приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Размеры стороны трапеции для различных масштабов карт

Масштаб карт	Размер стороны трапеции	
	по широте	по долготе
1:10 000	2',5	3',75
1:25 000	5',0	7',5
1:50 000	10',0	15',0
1:100 000	20',0	30',0
1:200 000	40',0	1°
1:300 000	1°20',0	2°
1:500 000	2°	3°
1:1 000 000	4°	6°

Основой номенклатуры топографических карт является принятая международная разграфка листов карты масштаба 1:1 000 000, в которой поверхность земного шара разделена параллелями на пояса в 4° по широте, а меридианами – на колонны в 6° по долготе. Пояса обозначаются заглавными буквами латинского алфавита, начиная от экватора. Счет колонн ведется с запада на восток от меридиана 180°, колонны обозначаются арабскими цифрами от 1 до 60 [6]. Номенклатура листа карты масштаба 1:100 000 складывается из буквы, обозначающей пояс, и номера колонны.

Пример – Для территории Республики Беларусь номенклатура топографических карт имеет следующий вид: О-35; N-34, N-35, N-36; М-34, М-35, М-36.

Лист карты масштаба 1:1 000 000 содержит:

- четыре листа карты масштаба 1:500 000, обозначаемых заглавными буквами русского алфавита А, Б, В, Г;
- девять листов карты масштаба 1:300 000, обозначаемых римскими цифрами с I по IX;
- тридцать шесть листов карты масштаба 1:200 000, обозначаемых также римскими цифрами с I по XXXVI;
- 144 листа карты масштаба 1:100 000, обозначаемых арабскими цифрами с 1 по 144.

Номенклатура этих топографических карт складывается из номенклатуры карты масштаба 1:1 000 000 с последующим добавлением их соответствующих обозначений, а для листов карт масштаба 1:300 000 римские цифры добавляются перед номенклатурой листа карты масштаба 1:1 000 000.

Примеры разграфки листа карты масштаба 1:1 000 000 показаны на рисунках 4.1 и 4.2.

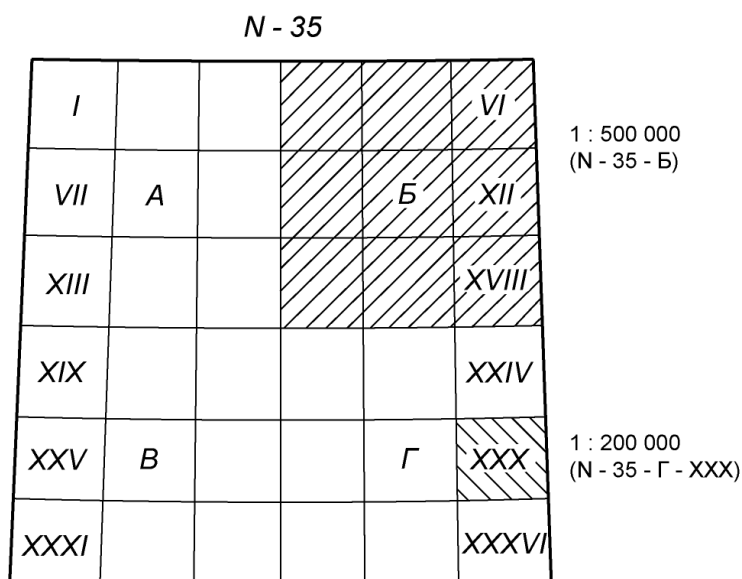


Рисунок 4.1 – Пример разграфки листа карты масштаба 1:1 000 000 на листы карт масштаба 1:500 000 и 1:200 000

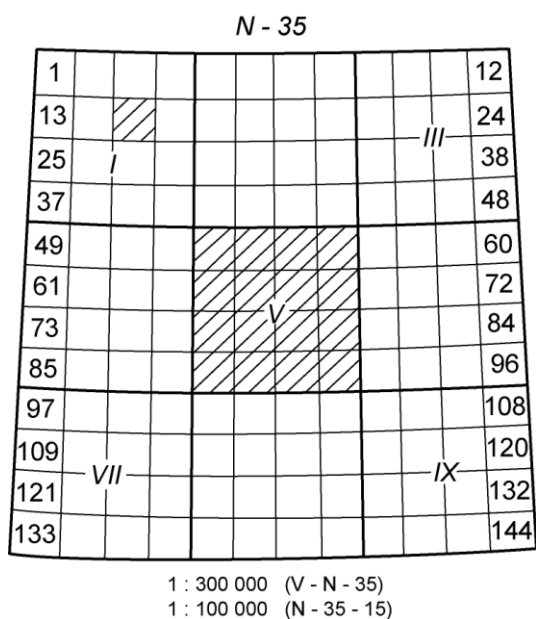


Рисунок 4.2 – Пример разграфки листа карты масштаба 1:1 000 000 на листы карт масштаба 1:300 000 и 1:100 000

Листы карт масштаба 1:50 000-1:10 000 получаются путем деления листа карты ближайшего более мелкого масштаба на четыре части. Номенклатура листов этих карт образуется из номенклатуры листов карт предыдущего более мелкого масштаба с добавлением соответствующих обозначений:

- для карт масштаба 1:50 000 – заглавных букв алфавита А, Б, В, Г;
- для карт масштаба 1:25 000 – строчных букв русского алфавита а, б, в, г;
- для карт масштаба 1:10 000 – арабских цифр 1, 2, 3, 4.

Кроме номенклатуры, над северной рамкой каждого листа помещается название главного населенного пункта на данном листе карты, а при отсутствии населенных пунктов – название какого-либо общеизвестного географического объекта.

Пример разграфки листа карты масштаба 1:100 000 показан на рисунке 4.3.

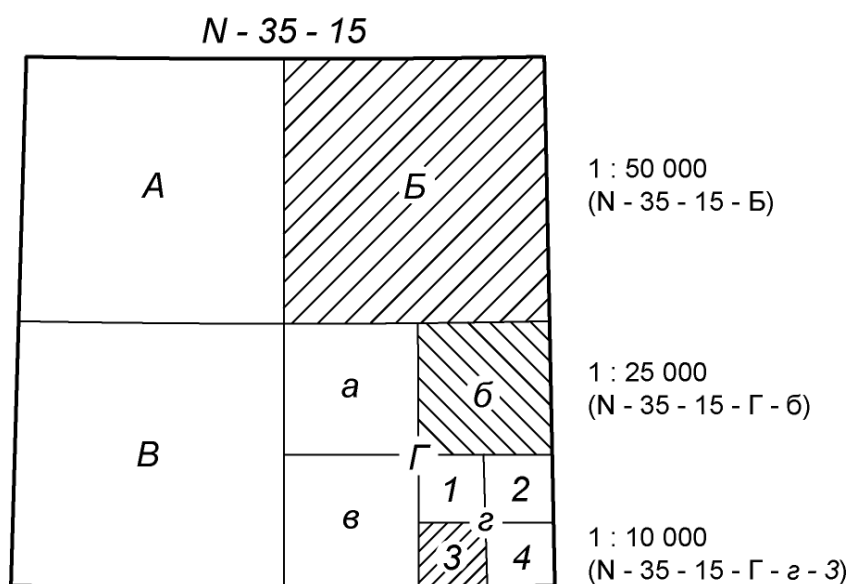


Рисунок 4.3 – Пример разграфки листа карты масштаба 1:100 000 на листы карт масштаба 1:50 000, 1:25 000 и 1:10 000

4.3.2 Правила изображения элементов содержания топографических карт

На топографических картах изображаются:

- картографическая и километровая сетки;
- опорные пункты планового и высотного основания;
- гидрографические объекты и гидротехнические сооружения;
- рельеф местности;
- растительный покров и грунты;
- населенные пункты и отдельные строения;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- подписи географических названий;
- границы и ограждения.

Из элементов содержания топографических карт для гидрологических работ наибольшее значение имеют: объекты гидрографии (озера, водохранилища, пруды, реки, каналы, канавы, болота и др.), рельеф и почвенно-растительный покров, а также населенные пункты, хозяйственные объекты и дороги.

Озера, водохранилища и пруды на крупномасштабных картах показываются в том случае, если их площадь в масштабе карты более 1 мм², а на мелкомасштабных картах – более 2 мм². Если озера имеют меньшую площадь, но являются характерными для данного района, они показываются на картах с некоторым увеличением площади. Независимо от размера показываются все озера являющиеся истоками рек.

Реки, каналы и канавы на крупномасштабных картах показываются все, независимо от их протяженности.

Реки, изображаемые в одну линию, показаны на картах с постепенным утолщением линии от истока к устью. Толщина линии, изображающей реку, находится в пределах 0,1-0,5 мм. При изображении рек в две линии толщина каждой линии составляет порядка 0,1 мм, а наименьший промежуток между ними – 0,3 мм.

Канализованные участки рек показываются на картах в одну или две линии условными знаками каналов и канав в соответствии с рекомендациями таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Рекомендации для изображения канализованного участка реки на карте

Изображение реки на карте	Ширина реки, м			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
В одну линию	<3	<5	<5	<10
В две линии с промежутком между ними 0,3 мм	3-5	5-15	5-30	10-60
В две линии с сохранением действительной ширины реки в масштабе карты	>5	>15	>30	>60

При изображении поймы реки наносятся все протоки и старые русла (старицы) длиной в масштабе карты более 3 мм, а при большом их числе и сильной заболоченности поймы – длиной более 5 мм.

Каналы и канавы изображаются в одну или две линии в зависимости от их ширины и масштаба карты (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Рекомендации для изображения канала (канавы) на карте

Изображение канала (канавы) на карте	Ширина канала (канавы), м			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
В одну линию	<2	<3	<3	<3
В две линии с промежутком между ними 0,2 мм	2-3	3-10	3-10	3-10
В две линии с промежутком между ними 0,4 мм	3-5	10-15	10-30	10-60
В две линии с сохранением действительной ширины канала в масштабе карты	>5	>15	>30	>60

На картах масштабов 1:10 000 и 1:25 000 показываются все каналы и канавы оросительных и осушительных систем. В отдельных случаях не показываются канавы, когда расстояние между ними в масштабе карты менее 2 мм.

На картах масштабов 1:50 000 и 1:100 000 показываются каналы и магистральные канавы, а прочие канавы наносятся с разрядкой (отбором).

Береговая линия озер и искусственных водоемов изображается с подразделением на: постоянную и определенную, непостоянную и неопределенную (озера на болотах, низменные, затопляемые берега и т.п.); на картах масштаба 1:50 000 и мельче не разделяются.

Береговая линия и отметки уровня озер, прудов и рек соответствуют среднему меженному уровню, а береговая линия крупных водохранилищ – нормальному подпорному уровню или нормальному подпорному горизонту (НПУ или НППГ). На картах показывают границы разливов крупных озер и рек.

Рельеф местности на топографических картах изображается горизонталями в сочетании с условными знаками обрывов, оврагов, промоин и др. Изображение рельефа дополняется подписями абсолютных и относительных высот некоторых характерных точек местности. Для изображения рельефа горизонталями на топографических картах применяются основные высоты сечения рельефа, указанные в таблице 4.4.

Овраги и промоины изображаются специальными условными знаками; при ширине до 5 м на картах масштабов 1:25 000 и 1:50 000 и до 10 м на карте масштаба 1:100 000 они изображаются в одну линию, а при большей их ширине – в две линии.

Сухие русла рек в зависимости от их ширины изображаются в одну или две прерывистые линии, как принято при изображении рек, и печатаются на картах коричневым цветом.

Таблица 4.4 – Высота сечения рельефа для различных масштабов карт

Рельеф района	Высота сечения рельефа (м) для карт масштаба			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Плоскоравнинный	2,5	2,5	10	20
Равнинный, пересеченный и всхолмленный с преобладанием наклона до 6°	2,5	5	10	20

На топографических картах изображаются следующие типы растительности: древесная (леса, отдельные рощи и отдельные деревья); кустарниковая; травянистая, полукустарниковая, моховая лишайниковая; искусственные насаждения древесных, кустарниковых и травянистых культур.

Условным знаком леса показывается древесная растительность высотой более 4 м. Показываются также: поросль леса, лесные питомники и молодые посадки леса (высотой до 4 м), низкорослые (карликовые) леса, редкие леса (редколесье) и др. Контуром и фоновой заливкой показываются все леса площадью более 10 мм² в масштабе карты в залесенной местности и более 4 мм² в малозалесенной местности. Поляны в лесу наносятся, если их площадь в масштабе карты более 10 мм².

Изображение лесов, низкорослых лесов, порослей, лесных питомников подразделяется на хвойные, лиственные и смешанные. Дается также характеристика древостоя: средняя высота деревьев, средняя толщина стволов и среднее расстояние между деревьями.

Узкие полосы леса и защитные лесонасаждения (шириной менее 1,5 мм в масштабе карты) на картах масштабов 1:10 000-1:25 000 показываются все, а на картах более мелкого масштаба – с отбором.

Кустарниковая растительность изображается с подразделением на сплошные заросли и отдельные кусты или группы кустов. Участки сплошного кустарника показываются контуром, если их площадь на карте составляет не менее 25 мм², а меньшие площади – условным знаком без контура. Отображается условным знаком и цифрой также характеристика пород кустарников и их высота. Специальными условными знаками показываются сады, ягодники и другие плантации.

Травянистая растительность изображается на картах с подразделением на луговую и степную с выделением высокотравной (выше 1 м) и полукустарниковой растительности, а также камышовых и тростниковых зарослей. Показывается также моховая и лишайниковая растительность.

На картах масштаба 1:10 000-1:25 000 травянистая растительность показывается оконтуриванием при площади более 10-25 мм² в масштабе карты. На картах масштаба 1:50 000 и 1:100 000 выделяются участки травяной растительности, если их площадь в масштабе карты более 100 мм². При наличии на карте большого количества различных контуров участки такой растительности не выделяются и относятся к угодьям, на которых они располагаются.

Заболоченные участки лугов или камышовых и тростниковых зарослей показываются оконтуриванием, если их площадь в масштабе карты более 10 мм², а меньшие участки и узкие полосы (менее 2 мм) изображаются немасштабными условными знаками только на картах масштабов 1:10 000-1:50 000.

На крупномасштабных картах показываются различные грунты: пески, каменистые россыпи, галечники, кочковатые, полигонные, бугристые поверхности.

Болота на топографических картах издания до 1963 г. изображаются с подразделением по степени их проходимости для пешеходов на три категории: проходимые, труднопроходимые и непроходимые, а после 1963 г. – на две категории: проходимые и непроходимые.

Показываются болота, площадь которых составляет не менее 25 мм² в масштабе карты; непроходимые и некоторые проходимые болота показываются и при меньшей их площади.

Подписями дается характеристика глубины болот от 0,5 до 2 м, если глубина болота более 2 м, то дается подпись «глубже 2 м».

Четко определяемые на местности контуры участков растительного покрова, болот, грунтов и пашен изображаются специальным условным знаком – точечным пунктиром черного цвета. Контуры пашен особым условным знаком не заполняются. Небольшие по площади пашни среди больших лесных массивов обозначаются иногда сокращенной пояснительной подписью «П», размещенной внутри контура, или словом «пашня».

При изображении на топографических картах населенных пунктов, в зависимости от их структуры, различают: города и поселки городского типа; сельские населенные пункты и поселки дачного типа.

Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты, площади которых, как и населенных пунктов, относятся к урбанизированной территории, изображаются на картах соответствующими условными знаками.

Дорожная сеть изображается на топографических картах с исчерпывающей полнотой. Для автострад, шоссе, улучшенных грунтовых дорог дается ширина, что позволяет определить площади, занятые ими, непосредственно по топографическим картам. Остальные дороги изображаются условными знаками без характеристики ширины.

Все элементы нагрузки, имеющие собственные названия, подписываются на картах соответствующими шрифтами в зависимости от характера и размера объекта, что обеспечивает хорошую читаемость карт.

4.4 Выбор масштаба картографических материалов

Результаты определения точности гидрографических характеристик с масштабом карт, размером водных объектов и характером местности дают основание рекомендовать для использования масштабы картографических материалов, приведенные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Рекомендуемые для использования масштабы картографических материалов

Характер местности	Площадь водосбора, км ²			
	<10	10-50	50-200	>200
Равнинные, пустынные и заболоченные слаборасчлененные районы	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000

В процессе работы карты более крупного масштаба по сравнению с рекомендуемыми таблицей должны обязательно использоваться как вспомогательные для установления и уточнения положения отдельных объектов или границ водосборов. В исключительных случаях при отсутствии карт необходимого масштаба их разрешается заменять картами ближайшего более мелкого масштаба. Сведения об использовании таких карт необходимо приводить в ведомостях измерений и в предисловиях к таблицам гидрографических характеристик.

При наличии материалов аэрофотосъемки более крупномасштабных и более современных, чем используемые карты, целесообразно привлекать их для установления степени достоверности карт путем их сопоставления. Эти же материалы используются для уточнения границ различных угодий и положения гидрографических объектов на картах, особенно при изучении малых водных объектов и водосборов.

4.5 Электронные векторные карты

Векторная карта – цифровая модель местности, созданная путем оцифровки

картографического материала. Векторные карты интегрируют информацию карт на бумажных носителях и планшетов в единое векторное покрытие, что позволяет изменять уровень детальности векторной карты при работе с ней без потери качества изображения. Электронная векторная карта, созданная в геоинформационной системе, поддерживается богатым инструментарием создания и редактирования объектов, а также базами данных, специализированными устройствами сканирования, печати и другими техническими решениями.

На электронной карте при помощи специализированной картографической программы геоинформационной системы «Панорама» (далее ГИС «Панорама») можно производить различные расчеты, например, рассчитать длину участка, периметр, площадь объекта или произвольного участка местности и т.д. В отличие от карт на бумажной основе, векторные карты содержат скрытую информацию, организованную в виде тематических слоев (здания, дороги, водные объекты и т.д.), каждый из которых можно активизировать по необходимости. На векторные карты можно нанести не только географические, но и статистические, технические и многие другие виды данных и применять к ним разнообразные аналитические операции.

5 Правила проведения измерений по топографическим картам

5.1 Способы измерения длин линий

Определение ряда гидрографических характеристик связано с необходимостью измерения длин, т.е. протяженности линий, изображающих различные объекты на картах (реки, берега, горизонтали, дороги, водоразделы и др.).

Измерение длин прямых линий определяется при помощи циркуля-измерителя или штанген-циркуля и масштабной линейки. Для измерения длины какой-либо извилистой линии применяют один из следующих способов.

5.1.1 Измерение длины реки с помощью циркуля-измерителя с постоянным раствором равным 1 или 2 мм способом Ю.М. Шокальского.

До начала измерения реку следует поделить на участки в соответствии с типом извилистости, подбирая его по специальному рисунку А.1 приведенному в приложении А. Не допускается, чтобы длина измеряемого участка превышала 5 см. Начало и конец участка предварительно отмечают короткими штрихами, перпендикулярными к измеряемой линии.

Длину измеряют от устья до истока, отмечая число отложений циркуля от устья до границ каждого участка (нарастающим итогом). Измерения повторяют в обратном направлении, но уже в пределах каждого участка реки.

Расхождение между числом откладываний циркуля в пределах каждого участка реки в прямом направлении $N_{пр}$ и в обратном $N_{обр}$ не должно быть больше $N_{ср}/50$. Среднее значение числа откладываний $N_{ср}$ вычисляется по формуле:

$$N_{ср} = \frac{N_{пр} + N_{обр}}{2}. \quad (5.1)$$

Длина реки вычисляется по формулам:

$$d = N_{ср} a k, \quad (5.2)$$

где $N_{ср}$ – среднее значение числа откладываний;

a – выраженная в масштабе карты величина раствора циркуля;

k – значение коэффициента извилистости реки (см. приложение В).

или, учитывая, что раствор циркуля равен 1 мм,

$$d = M_T N_{cp} k, \quad (5.3)$$

где M_T – число тысяч в знаменателе численного масштаба карты.

Вычисленная по формуле 5.2 длина измеренного участка реки выражается в метрах [7].

5.1.2 Относительно плавные кривые линии могут быть измерены топографическими курвиметрами. Извилистые линии измеряются усовершенствованными курвиметрами КС, разработанными в Государственном Гидрологическом институте (ГГИ) Е.П. Сенковым. Этот курвиметр представляет собой кривоножку с установленным на конце пера обводным колесиком диаметром около 3 мм, соединенным с помощью шестеренки с механическим счетчиком, размещенным на верхней части вращающегося пера кривоножки.

Измерение линий курвиметром производится путем прокатывания его обводного колесика по оси, изображенной на карте извилистой линией. Стрелка счетчика указывает на циферблате путь, пройденный обводным колесиком, в сантиметрах.

Механический счетчик курвиметра имеет стрелку и циферблат, разбитый на 50 основных делений, каждое из которых разделено на две части. Цена основного деления – 1 см. Вследствие неточного соответствия диаметров шестеренок к каждому курвиметру при его изготовлении должна определяться поправка, которая вводится в длину измеренных линий.

В случае отсутствия значения поправки курвиметра ее необходимо установить самостоятельно. Для этого на листе плотной бумаги прочерчивают тонкую линию и с помощью контрольной линейки или штанген-циркуля и масштабной линейки откладывают на ней отрезок, равный 50 см. Установив стрелку на ноль, 10 раз прокатывают колесико курвиметра по этой линии. Установку оси вращения колесика над начальной и конечной точками этой линии производят с максимально возможной точностью. Из суммарного отсчета, полученного после десятикратного измерения отрезка, вычитается 500, а разность, которая может иметь положительное или отрицательное значение, делится на 500. Полученное в результате деления значение является поправкой курвиметра $\pm \Delta l$ на один сантиметр длины или на одно деление курвиметра.

При интенсивной работе курвиметром поправку необходимо определять не реже одного раза в месяц. Перед началом работы требуется проверить техническое состояние курвиметра. Он должен удовлетворять следующим условиям:

- обводное колесико должно свободно и плавно вращаться, передавать вращение на соседние шестеренки и стрелку, а также иметь насечку по ободку;
- ось курвиметра должна находиться в одной плоскости со счетчиком;
- ось обводного колесика должна быть перпендикулярна плоскости счетчика и оси курвиметра;
- ручка должна свободно вращаться на оси курвиметра и не иметь недопустимого (более 0,2-0,3 мм) продольного и поперечного люфта относительно оси.

При работе курвиметром необходимо выполнять следующие условия:

- ручку курвиметра при измерении держать строго вертикально к плоскости карты, так как невыполнение этого условия затрудняет повороты колесика, прокатывание его по всем изгибам;
- колесико курвиметра прокатывать по линии плавно, без рывков, с умеренным, необходимым для осуществления качения и поворотов прижимом к бумаге;
- ручку курвиметра держать таким образом, чтобы счетчик имел возможность делать полный оборот вокруг оси курвиметра;
- следить и подсчитывать полные обороты стрелки курвиметра при измерении линии

длиной более 50 см, если курвиметр не имеет счетчика полных оборотов стрелки.

Перед измерением длины какого-либо объекта необходимо четко установить положение начальной и конечной точек этой линии. Измерение рекомендуется производить дважды в разных направлениях. Расхождения значений между отсчетами первого и второго измерения должны быть не более 6 % при измерении длин линий менее 10 см, не более 4 % – от 10 до 100 см, не более 2 % – более 100 см.

Окончательное значение длины (L , км) вычисляется по формуле:

$$L_{\text{км}} = (L_{\text{изм}} - L_{\text{изм}} \Delta l) m, \quad (5.4)$$

где $L_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение длины из двух измерений, см;

Δl – поправка курвиметра, см;

m – именованный масштаб карты, определяемый по формуле:

$$m = \frac{M}{100000}, \quad (5.5)$$

где M – знаменатель масштаба карты.

Разрешается только в исключительных случаях в качестве предварительных измерений производить измерения длины извилистых линий с помощью микроциркулей с разными растворами способом Н.М. Волкова [8]. Этот способ основан на измерении длины извилистой линии двумя микроциркулями с постоянными растворами и последующим ее вычислении по формуле:

$$L = L'_1 + (L'_1 - L'_2) k, \quad (5.6)$$

где L'_1 и L'_2 – длины, измеренные двумя микроциркулями с растворами d_1 и d_2 ;

k – коэффициент, выбираемый из таблицы 37 [8, с. 109] или вычисляемый по формуле:

$$k = \frac{\sqrt{d_1}}{\sqrt{d_2} - \sqrt{d_1}} \quad (5.7)$$

В пояснениях к таблицам гидрографических характеристик должны указываться все конкретные случаи использования этого способа для измерения длин водотоков.

5.1.3 Для измерения длины линии в ГИС «Панорама» следует использовать два режима: «Длина линии» и «Длина отрезка». На панели инструментов «Задачи» во вкладке «Расчеты по карте» требуется выбрать команду «Длина и расстояния».

Построение ломаной линии при помощи режима «Длина линии» подлежит производить путем выбора опорных точек при нажатии левой клавиши мыши. Между двумя последовательно выбранными точками строится прямая. В процессе выбора опорных точек можно использовать фрагменты существующих объектов карты. Для этого необходимо на клавиатуре нажать латинскую букву «Р», двойным нажатием левой клавиши мыши выбрать объект карты и отметить тремя точками фрагмент, включаемый в ломаную линию. После двойного нажатия левой клавиши мыши по конечной точке линии, построение ломаной считается законченным, ее длина выводится в окно результатов.

Для определения длины участка объекта необходимо использовать режим «Длина отрезка». Данным режимом обрабатываются только линейные и площадные объекты. После выбора объекта производим выбор участка по трем точкам, если это площадной объект и по двум точкам, если линейный. После выбора последней точки отрезка, измеряемый отрезок подсвечивается, а в окно результатов выводится его длина.

5.2 Способы измерения площадей

Определение ряда гидрографических характеристик непосредственно связано с необходимостью измерения площадей, например, водоемов, водосборов, замкнутых понижений, различных угодий (лесных, заболоченных, распаханых и др.).

Из числа известных способов [8], [9], с помощью которых могут быть определены необходимые площади контуров, для практического использования при определении гидрографических характеристик рекомендуется механический (планиметрирование), несколько графических (разные типы палеток) и с помощью инструментов ГИС «Панорама».

5.2.1 Механический способ

Измерение площадей на картах и планах механическим способом производится с помощью планиметров различных систем с одним или двумя счетными механизмами.

На результаты измерения площади планиметром оказывают влияние форма, длина периметра и размер измеряемого участка, а также масштаб карты, качество и состояние бумаги, положение полюса планиметра относительно измеряемого контура и др. Планиметр целесообразно использовать только при благоприятных условиях, обеспечивающих высокую точность измерений и минимальные затраты времени.

При измерении площади планиметром необходимо строго выполнять все требования инструкции по использованию планиметра:

- произвести поверку планиметра по методике, изложенной в инструкции, прилагаемой к прибору;
- подобрать картографические материалы, не имеющие вмятин, складок, потертостей, склеек и других нарушений поверхности;
- обеспечить соответствующие условия для измерений: стол с горизонтальной и ровной поверхностью, нормальное освещение и т.п.

Площадь следует измерять при двух положениях полюса планиметра по одному обводу. Полюс планиметра устанавливается таким образом, чтобы при обводе контура средний угол, образованный рычагами планиметра, был близок к прямому или был не менее 30° и не более 150° .

В зависимости от размера измеряемой площади полюс планиметра располагают либо внутри контура, либо вне его. В первом случае площадь вычисляют по формуле:

$$F = c(n_k + q - n_n), \quad (5.8)$$

во втором – по формуле:

$$F = c(n_k - n_n), \quad (5.9)$$

где c – цена деления планиметра;

q – слагаемое планиметра (постоянное число), представляющее собой площадь основного круга, выраженное в делениях планиметра;

n_k, n_n – отсчеты, сделанные в конце и начале обвода контура, произведенного в направлении по часовой стрелке.

Предпочтительно полюс устанавливать вне измеряемого контура.

Цена деления планиметра определяется путем обвода правильной фигуры с известной площадью (квадратов километровой сетки) с установкой полюса планиметра вне контура по формуле:

$$c = \frac{F_{\phi}}{n_k - n_n}, \quad (5.10)$$

где F_{ϕ} – известная площадь.

Вычисление цены деления планиметра необходимо производить с точностью до четырех значащих цифр. Значение слагаемого q наиболее удобно определять путем обвода квадрата с известной площадью со сторонами порядка 30 см. Полус планиметра при этом располагается внутри квадрата:

$$q = \frac{F_{KB}}{c} - n, \quad (5.11)$$

где F_{KB} – площадь обводимого квадрата;

n – разность отсчетов в конце и начале обвода квадрата.

Цена деления планиметра и значение слагаемого зависят от длины обводного рычага планиметра.

При необходимости определить длину обводного рычага для данной цены деления планиметра можно по формуле:

$$L = L' c / c', \quad (5.12)$$

где L – длина обводного рычага;

L' – длина обводного рычага, соответствующая известной цене деления c' планиметра.

Точность измерения площадей планиметром зависит от ряда факторов:

- качество и состояние бумаги, на которой изображен измеряемый участок (на мятой, бывшей в длительном употреблении карте, производить измерения не рекомендуется);
- длина периметра (из двух одинаковых по площади участков точнее будет определена площадь того участка, у которого периметр меньше);
- размер участка и его форма (при большом размере, а также при измерении вытянутых участков, когда углы между рычагами становятся недопустимо острыми или тупыми, точность будет ниже, чем при измерениях минимальных по размеру и округлых по форме участков);
- техническое состояние планиметра (изношенные планиметры дают результаты пониженной точности).

Для обеспечения необходимой точности измерений площади планиметром необходимо соблюдать следующие условия:

- ободок счетного ролика должен катиться при работе только по карте – смещение его на доску недопустимо;
- полюс планиметра устанавливается вне контура с таким расчетом, чтобы при обводе контура не получалось очень острых или тупых углов между рычагами и чтобы в момент нахождения обводного шпилья в начальной точке контура прямая, соединяющая полюс и острие обводного шпилья, была близка к одной из осей симметрии измеряемого контура. Если эти два условия одновременно не выполнить, то контур следует измерять по частям. Контур разбивается на части плавными кривыми линиями;
- начинать обвод контура следует при таком положении рычагов, при котором отсчет по счетному ролику изменяется медленно (угол между рычагами должен быть близким к прямому);

– обвод фигуры по контуру производится плавным равномерным движением точки (шпиля) по ходу часовой стрелки, без резких толчков и остановок;

– для измерения малых площадей цену деления планиметра следует уменьшить путем соответствующего уменьшения длины рычага. Если и при этом условии цена деления оказывается близкой к размеру измеряемой площади, применяется способ повторений: малые площади обводятся планиметром несколько раз (пять-шесть) без промежуточных отсчетов. Число делений планиметра, разделенное на количество обводов, дает среднее число делений планиметра, соответствующее одному обводу контура.

Площади контуров планиметром с двумя счетными механизмами определяются одним обводом при любом положении полюса.

Допустимые значения расхождений площади в делениях планиметра при двух положениях полюса относительно обводного рычага приведены в таблице 5.1. При недопустимых расхождениях обводы повторяются.

Таблица 5.1 – Допустимые расхождения в цене деления планиметра при измерении площади

Число делений планиметра в измеряемом участке	Допустимое расхождение (число делений планиметра)	Число делений планиметра в измеряемом участке	Допустимое расхождение (число делений планиметра)
До 150	2	1000-1400	8
150-600	4	1400-1800	10
600-1000	6	1800-2000	12

Точность измерения площади полярным планиметром зависит также от размера измеряемой площади. Например, она понижается от 0,15 до 5 % с уменьшением площади участков от 10 до 1 см. Поэтому измерение площади малых водосборов и небольших участков различных угодий рекомендуется производить с помощью палеток с ценой деления (клетки, точки) 0,04 см², обеспечивающей более высокую точность измерения.

Средние квадратические погрешности измерения площадей планиметром, по исследованиям Н.М. Волкова [8], при выполнении всех требований приведены в таблице 5.2. Результаты измерений записываются в ведомость (приложение В, таблица В.1).

Таблица 5.2 – Средние квадратические погрешности измерения площади планиметром

Площадь участка в делениях планиметра	Средняя квадратическая погрешность измерения	
	в делениях планиметра	в % от площади
0-20	0,52	5,20
20-50	0,65	1,85
50-100	0,76	1,00
100-200	0,92	0,61
200-300	1,08	0,43
300-500	1,26	0,31
500-750	1,48	0,24
750-1000	1,68	0,19

5.2.2 Графический способ

Осуществление графического способа измерения площадей производится с помощью палеток различного типа. Рекомендуются: клетчатая палетка (с квадратными или прямоугольными ячейками), точечная квадратная палетка и точечная гексагональная

палетка.

5.2.2.1 Клетчатая палетка представляет собой сетку взаимно перпендикулярных линий, образующих ячейки квадратной или прозрачной основы из органического стекла толщиной 1-2 мм. Наиболее распространены клетчатые палетки с ценой деления (клетки) $0,04 \text{ см}^2$, т.е. со сторонами ячейки 2х2 мм. Цветом и толщиной линий на этих палетках выделены квадраты, объединяющие 25 ячеек, составляющие 1 см^2 . Палетки можно изготовить со сторонами квадратов, равными, например, 0,1; 0,2; 0,5 и 1,0 см, и применять их в зависимости от размеров участков, площадь которых необходимо измерить с заданной точностью.

Для измерения площади какого-либо участка, накладывают на него палетку и подсчитывают число полных клеток палетки в пределах участка. Неполные клетки, расположенные вдоль контура участка, оценивают на глаз и суммируют до целых. Вычисление площади производится по формуле:

$$F = n a^2, \quad (5.13)$$

где n – количество клеток;

a – сторона квадрата (ячейки) в километрах.

5.2.2.2 Точечная квадратная палетка представляет собой видоизмененную клетчатую палетку, в которой точка является центром квадрата. Измерение площади производится путем подсчета количества точек, находящихся внутри контура участка. Точки, попавшие на линию контура, учитываются с весом 0,5. Вычисление площади производится по формуле 5.13,

где n – количество точек в контуре;

a – расстояние между точками.

5.2.2.3 Гексогональная палетка представляет собой точечную палетку, где точки расположены по сетке шестиугольников. Служит для измерения площадей, ограниченных водораздельными линиями, горизонталями и др. Ее применение обеспечивает более высокую точность измерений. Подсчет точек осуществляется так же, как в случае точечной квадратной палетки, а вычисление площади производится по формуле:

$$F = 0,866R^2 n, \quad (5.14)$$

где R – расстояние между центрами соседних шестиугольников, км;

n – количество точек в контуре.

Независимо от применяемых способов измерения площади необходимо использовать километровую сетку, нанесенную на топографических картах. Она представляет собой сетку взаимно перпендикулярных линий, проведенных через 1 км на картах масштабов 1:10 000, 1:25 000 и 1:50 000 и через 2 км – на картах масштаба 1:100 000.

С целью существенного повышения точности и ускорения процесса измерения площадей по топографическим картам рекомендуется широко использовать эту сетку, так как при этом полностью исключаются погрешности измерений и погрешности за счет деформации бумаги.

Все полные квадраты километровой сетки, составляющие целые квадратные километры (1 км^2 на картах масштаба 1:10 000, 1:25 000 и 1:50 000 и 4 км^2 – 1:100 000), охватываемые контуром измеряемого участка, следует подсчитывать без измерений, а измерять лишь неполные квадраты, пересекаемые контуром.

Поскольку полные квадраты сетки составляют большую часть измеряемого участка с известным значением площади, точность общего значения площади участка также существенно повышается. Этот прием целесообразно использовать только при

измерениях относительно больших по площади водосборов и угодий, занимающих на карте площадь более 100-200 см². Для этого во время подготовительных работ необходимо выделить и округлить не только всю площадь водосбора или угодья, которую требуется определить, но и площади в пределах этого водосбора, которые не подлежат непосредственному измерению, а будут подсчитаны по километровой сетке.

Измеренные площади водосборов и их частей в пределах листов карт необходимо уравнивать по теоретической площади листа карты. Для этого определяется общая невязка площади по формуле:

$$\Delta F = \sum F_i - F_T, \quad (5.15)$$

где $\sum F_i$ – сумма площадей всех измеренных водосборов и их частей в пределах листа карты;

F_T – теоретическая площадь листа карты соответствующего масштаба.

Общая невязка площади для листа карты считается допустимой, если она составляет не более 1 % теоретической площади листа.

Распределение невязки производится пропорционально размерам измеренных площадей и вводится с обратным знаком.

Поправка к конкретным измеренным площадям определяется по формуле:

$$\Delta F_i = \pm \Delta F F_i / F_T \quad (5.16)$$

Уравненная площадь водосбора или его части определяется по формуле:

$$F = F_i - \Delta F_i \quad (5.17)$$

Уравнение измеренных площадей может быть произведено и в пределах половины или четверти листа карты.

5.2.3 Инструменты ГИС «Панорама»

На панели инструментов в меню «Задачи» при помощи левой клавиши мыши входим во вкладку «Расчеты по карте». В правой части экрана появиться дополнительная панель управления, на которой выбираем инструмент «Площадь объекта». Дважды кликнув правой клавишей мыши по выбранному объекту, в окне результатов выводится его площадь без учета площади подобъектов (т.е. вычитается площадь участков, лежащих внутри объекта и не принадлежащих ему).

Для определения площади многоугольника, построенного оператором, используют режим «Площадь многоугольника» на дополнительной панели управления.

Построение многоугольника производится путем выбора опорных точек нажатием левой клавиши мыши. Между двумя последовательно выбранными точками строится прямая. Многоугольник всегда остается замкнутым. При нанесении последней опорной точки производится двойное нажатие левой клавиши мыши. Построение многоугольника завершено, а его площадь выводится в окне результатов.

5.3 Способы определения высот точек

Для решения задач по определению гидрографических характеристик требуется знать абсолютные отметки высот различных объектов (исток, устьев, урез, и других характерных и произвольно выбираемых точек местности). Отметки высот точек определяются по топографическим картам наиболее крупного масштаба. Для этой цели следует использовать все средства изображения рельефа на картах: отметки высот, отметки урез, воды, основные, дополнительные и вспомогательные горизонталы.

Определение значений высот точек производится по следующей методике. Если точка, для которой требуется определить отметку высоты, находится на горизонтали, то ее высота равна значению этой горизонтали.

Когда точка находится между горизонталями, то ее высота равна значению нижней горизонтали плюс превышение точки над этой горизонталью, определяемое путем линейной интерполяции между горизонталями по линии наибольшего уклона склона. Превышение точки над нижней горизонталью так относится к высоте сечения, как расстояние между точкой и горизонталью ко всему заложению:

$$\Delta h = h \Delta a / a, \quad (5.18)$$

где h – высота сечения горизонталей;

a – заложение горизонталей;

Δa – расстояние между нижней горизонталью и точкой.

Если точка находится между горизонталью и отметкой высоты, то значение ее высоты подлежит определять путем линейной интерполяции между ними.

В случае, когда точка находится внутри замкнутой горизонтали, ее высота равна значению этой горизонтали (полугоризонтали) плюс или минус (в зависимости от того, что изображает эта горизонталь: возвышение или понижение) $\frac{1}{4}$ высоты сечения горизонтали (полугоризонтали).

При определении отметок урезов воды, предназначенных для построения продольного профиля водотоков и определения их среднего и средневзвешенного уклонов, требуется использовать горизонтали и отметки урезов воды.

Если точка находится между отметками двух урезов, между отметкой уреза воды и горизонталью, или между двумя горизонталями, то высота ее определяется путем линейной интерполяции значений их высот не по прямой, соединяющей эти точки, а по длине водотока с учетом его извилистости:

$$\Delta h = (H_{\text{в}} - H_{\text{н}}) \Delta l_{\text{н}} / l, \quad (5.19)$$

где $H_{\text{в}}, H_{\text{н}}$ – отметки высот верхнего и нижнего урезов воды;

Δl – длина участка реки от нижнего уреза до устья р. Россь;

l – длина участка реки между исходными урезами.

Пример – Требуется найти отметку уреза воды в устье р. Россь, расположенного между двумя урезами воды р. Немана с отметками 102,7 и 104,2 м (рисунок 5.1).

Измеренная длина участка р. Немана между данными отметками составляет 14,8 км. При этом длина р. Немана на участке от нижнего уреза воды (отметка 102,7 м) до устья р. Россь равна 9,4 км. Поэтому значение уреза воды в устье р. Россь получается, если к отметке нижнего уреза воды 102,7 м прибавить значение превышения устья над этим урезом.

Отметка высоты уреза воды в устье р. Россь равна 103,7 м, так как рассчитанное превышение составляет + 0,95 м.

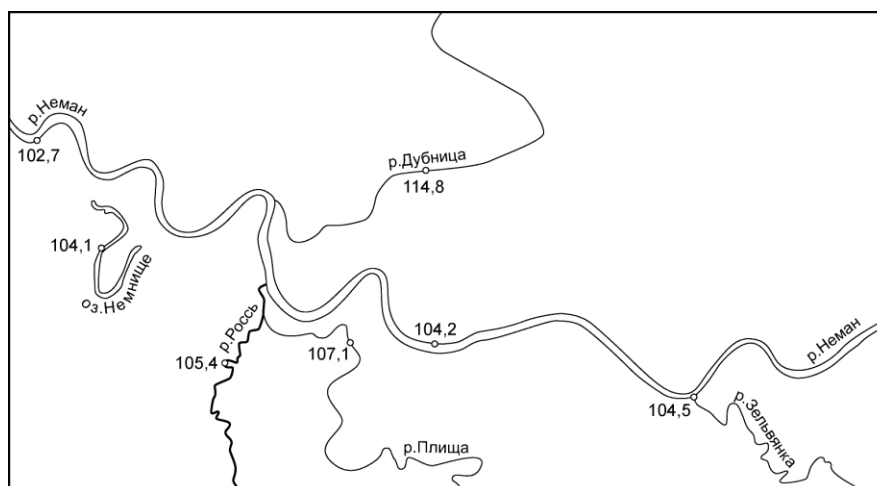


Рисунок 5.1 – Пример определения уреза воды

Вызывает затруднение определение отметки уреза воды по горизонталям на реках с обрывистыми берегами, поскольку не всегда легко найти место пересечения тех или иных горизонталей с берегами реки и установить их значения. В этих случаях необходимо отыскать или полностью восстановить систему горизонталей, контролируя по отметкам уреза воды.

Отметки высот точек, определенные линейной интерполяцией между отметками урезом воды, округляются до 0,1 м, а между горизонталями или горизонталью и отметкой высоты – с точностью $\frac{1}{4}$ сечения горизонталей, учитывая и полугоризонталю, нанесенные на используемой топографической карте.

6 Правила установления местонахождения и границ гидрографических объектов на картах

Перед началом картометрических работ для получения гидрографических характеристик необходимо провести следующие подготовительные работы:

- подобрать необходимые топографические карты соответствующего масштаба, покрывающие весь объект, и ознакомиться с условными знаками, принятыми на этих картах;

- провести анализ топографических карт с целью установления особенностей изображения на них тех или иных элементов содержания, используя для этой цели различные примечания, дополнительные условные знаки и схемы, помещенные непосредственно на листах карт;

- проверить сводку изображения измеряемых объектов и границ угодий между отдельными смежными листами карт. При наличии значительных несводок необходимо установить их причины и по возможности исправить с привлечением карт более крупного масштаба;

- в результате ознакомления с изображением объекта, его размерами необходимо определить способы и порядок картометрических работ. Для этого целесообразно составить схему объекта по мелкомасштабной карте и отметить на ней наиболее сложные участки установления границ тех или иных угодий, для которых необходимо использовать более крупномасштабные карты, аэрофотоматериалы или провести гидрографическое полевое обследование.

Такие подготовительные работы должны обеспечить полное ознакомление как с картами, по которым предстоят измерения, так и с объектами измерения. Они должны также облегчить составление программы измерений для сложных объектов и этим предостеречь от возможных грубых ошибок при измерениях.

Заблаговременное установление местоположения и границ различных гидрографических объектов на топографических картах обеспечивает также взаимосвязанность определяемых гидрографических характеристик и исключает возможное дублирование некоторых видов картометрических работ.

6.1 Границы водосборов водных объектов

В площадь водосбора водного объекта включаются площади, ограниченные водораздельной линией, в том числе площади всех водоемов и их водосборов и площади замкнутых впадин, отметка высоты дна которых больше отметки высоты уровня водного объекта в створе поста. Замкнутая впадина с водоемом в ней, высота уреза воды которого меньше высоты уреза воды в замыкающем створе, в площадь водосбора не включается.

Основным фактором, определяющим местоположение границ водосбора, т.е. водораздельной линии, является рельеф местности. Поэтому в зависимости от характера рельефа местности встречаются те или иные трудности при установлении границ водосбора. Применяемый на топографических картах способ изображения рельефа горизонталями, различными масштабными и внемасштабными условными знаками, отметками высот и урезов воды позволяет с достаточной точностью установить положение водораздельной линии. В большинстве случаев она проходит по окраинным наивысшим точкам водосбора, которыми являются холмы, возвышенности и т.п.

Чем слабее выражен рельеф местности, тем он менее четко отображен и на топографической карте и тем сложнее процесс установления местоположения водораздельной линии. Одной из наиболее сложных задач является определение водораздельной линии на топографических картах, покрывающих равнинные, преимущественно низменные территории, часто сильно заболоченные, с большим количеством озер, с незначительными относительными превышениями в рельефе, недостаточно подробно отображенными горизонталями принятого на карте сечения. В таких случаях при установлении местоположения водораздельной линии нельзя ограничиваться картами одного масштаба. Необходимо привлекать карты более крупного масштаба, на которых принята меньшая высота сечения рельефа, т.е. более подробно изображен рельеф местности. В сложных случаях следует использовать для этих целей аэрофотоматериалы и различные гидрографические описания.

При проведении границ водосбора тщательному анализу подлежат все средства изображения рельефа местности: основные, дополнительные и вспомогательные горизонталы; указатели направления течения рек; отметки высот и урезов воды; условные обозначения малых форм рельефа, как естественных, так и искусственных; а также другие косвенные признаки, в той или иной степени отражающие неровности поверхности и способствующие более точному определению местоположения водораздельной линии (болота, дороги, каналы, луга, леса и т.п.).

Особую сложность в установлении границ водосборов по топографическим картам представляют районы с большими нарушениями природных условий, вызванными хозяйственной деятельностью человека: постройкой железных и шоссейных дорог, разработками различных полезных ископаемых и строительных материалов, особенно открытым способом (образование карьеров, шурфов и т.д.), проложением систем оросительных и осушительных каналов и канав, часто вызывающих перераспределение стока между водосборами и т.п. Устанавливать местоположение водораздельной линии в таких районах необходимо с использованием наиболее крупномасштабных топографических карт (1:25 000, 1:10 000, а при наличии и крупнее). При этом следует обращать особое внимание на расположение мостов и дорожных труб на дорогах, пересекающих естественный водосбор, устанавливать уклон канав, ограничивающих дороги и т.п.

Самым надежным способом уточнения положения водораздела в районах, сильно измененных хозяйственной деятельностью, и на доступных участках слабо расчлененной заболоченной местности следует считать полевое обследование, которое рекомендуется производить во всех случаях, когда использование картографических и описательных материалов не обеспечивает однозначного проведения линии водораздела.

В отдельных очень сложных районах, даже с использованием всех имеющихся картографических материалов и результатов полевого обследования, не всегда удается точно установить и провести водораздельную линию. В этих случаях рекомендуется данные о площади и других гидрографических характеристиках, определение которых связано с площадью водосбора, помещенные в таблицах, считать приближенными и сопровождать их специальным знаком и примечанием, где следует описать причины, обусловившие получение приближенных значений.

При установлении и проведении водораздельной линии для больших по площади водосборов, расположенных на нескольких листах одномасштабных топографических карт, необходимо обязательно провести ее сводку по смежным рамкам с помощью циркуля-измерителя или листа кальки.

6.1.1 Границы замкнутых впадин

Замкнутые впадины, выделяемые в пределах площади водосбора, представляют собой небольшие, а иногда и значительные по площади замкнутые понижения, не имеющие поверхностного стока в водный объект. Установление их границ связано с установлением положения водораздельной линии, ограничивающей впадину. Поскольку площади замкнутых впадин всегда значительно меньше всей площади бассейна, то для установления их границ требуется привлекать топографические карты более крупного масштаба.

Выбор соответствующего масштаба карт определяется площадью замкнутых впадин, характером рельефа и степенью подробности его отображения картографическими средствами на карте.

При установлении и проведении водораздельных линий, ограничивающих замкнутые впадины, необходимо использовать средства изображения рельефа и косвенные признаки, указывающие на наличие и местоположение их границ, как и установлении границ водосборов.

Определение границ и площадей замкнутых впадин в пределах водосбора требует большого внимания и значительных затрат по времени на подготовительные работы по выявлению этих впадин и оконтуриванию. Первыми признаками наличия впадин являются бессточные озера, отдельные болота и др. Основным признаком, подтверждающим наличие впадин, является замкнутая горизонталь с указателем направления ската вовнутрь, часто занятая внутри указанными выше объектами.

Особое внимание следует обращать на искусственные замкнутые впадины. В отличие от других элементов рельефа, изображаемых на топографических картах коричневым цветом, они печатаются черным цветом. К ним относятся различного рода карьеры, выработки и т.п. объекты, которые должны быть отнесены к площади впадин, если они выражаются в масштабе карты.

6.2 Границы различных угодий

Наличие на территории водосборов различных угодий, так или иначе влияющих на гидрологический режим территории, обуславливает необходимость определения таких характеристик, как лесистость, распаханность, заболоченность и др., которые выражаются в процентах от общей площади водосбора.

Для определения указанных выше характеристик необходимо знать площади, занимаемые соответствующими угодьями, т.е. необходимо установить границы этих

угодий.

При установлении границ тех или иных угодий часто возникают трудности четкого нанесения их на карту из-за большой перегруженности карты другими элементами содержания. Особенно заметно это проявляется в условиях сильного расчленения выделяемых угодий на мелкие участки, значительного расчленения рельефа местности и большой густоты населенных пунктов. В таких сложных случаях рекомендуется всю подготовительную работу по установлению границ угодий и их оконтуриванию производить не на самой карте, а на прозрачной основе, наложенной на карту. Для этой цели могут быть использованы калька или различные прозрачные пластики, пригодные для многократного использования. Выделение границ различных угодий на пластике (кальке) предохраняет карту от загрязнения и преждевременного износа и позволяет исключить грубые случайные ошибки, возникающие в результате пропуска или двукратного измерения некоторых контуров при определении гидрографических характеристик. Такой прием обеспечивает также возможность проведения эффективного контроля картометрических работ на всех этапах.

В практике картометрических работ встречаются ошибки в определении гидрографических характеристик из-за неправильности установления вида и границ угодий. Встречаются случаи, когда одни и те же угодья включаются в две характеристики, например в лесистость и заболоченность, заболоченность и распаханность и т.п. С целью исключения подобных просчетов следует пользоваться приведенными ниже рекомендациями по установлению вида и границ различных угодий.

6.2.1 Для определения лесистости водосбора в границы лесных угодий включаются все леса (в том числе низкорослые леса, полностью или частично вырубленный лес, горелый лес, бурелом), различные кустарники, парники, сады, питомники и плантации различных технических древесных и кустарниковых культур.

На топографических картах лесные угодья наглядно показаны контуром, различными штриховыми условными обозначениями фоновой (зеленой) заливкой. Леса, парки и сады заливаются сплошным фоном, а кустарники, питомники и т.п. – растровой сеткой, дающей бледно-зеленый фон.

Все угодья, относящиеся к лесным, подразделяются на суходольные и заболоченные. Границы заболоченных лесных угодий, расположенных на неоконтуренных болотах, проводятся по внешним концам синей штриховки с выделением внутримассивных незаболоченных участков, площадь которых превышает 1 км^2 .

6.2.2 Для определения заболоченности водосбора в площадь болот включаются непроходимые, труднопроходимые, проходимые болота и заболоченные земли, как оконтуренные, так и не оконтуренные точечным пунктиром черного цвета.

Отдельные мелкие заболоченные участки размером до $0,5 \text{ км}^2$ и узкие заболоченные поймы рек и озер, не оконтуренные на картах, при определении заболоченности водосборов площадью более 10 км^2 не учитываются.

Установление границ болот не представляет особых трудностей, поскольку на картах они выделяются контуром и заполняющими условными знаками, печатаемыми на картах синим цветом.

Выделение границ верховых и низинных болот по топографическим картам производится приближенно по типу травяной растительности и по характеру рельефа поверхности. Верховым болотам свойственен моховой тип растительности, а низинным – травяной.

Высотное положение верховых и низинных болот может быть различным, но верховые болота чаще располагаются на водораздельных участках и имеют выпуклую форму. Низинные болота могут располагаться как в понижениях, так и на возвышенных местах, но, в отличие от верховых, они имеют плоскую поверхность и богатую разнообразную растительность (травяную, зеленомошную или лесную). Проходимые и непроходимые болота часто бывают не оконтурены на картах точечным пунктиром,

поэтому перед измерением их площадей необходимо установить и провести эти границы. Границей болот в этих случаях является линия, соединяющая внешние концы условного знака – синей штриховки как показано на рисунке 6.1.

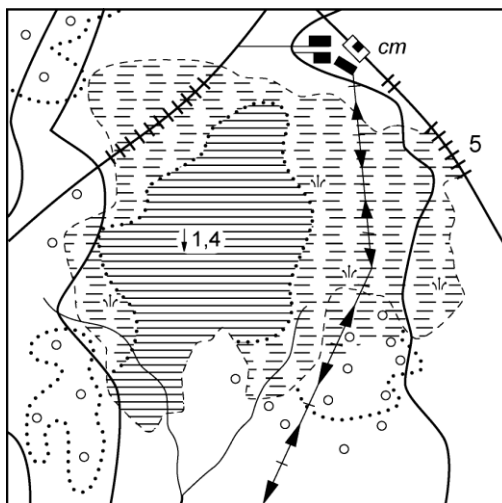


Рисунок 6.1 – Пример определения границ болот

При наличии гидрогеологических карт крупного или среднего масштаба границы верховых и низинных болот можно выделить точнее, так как на них они изображаются различными условными знаками.

6.2.3 Определение распаханности водосбора сопряжено с некоторыми трудностями выделения на картах площадей, занятых пашнями, поскольку они не имеют специального условного знака и отображаются на картах отсутствием каких-либо заполняющих условных обозначений или фоновых заливок. Исключением являются случаи, когда небольшие участки пашни, расположенные в районах бедных ориентирами, среди крупных лесных массивов, выделяются контуром и подписью «П» или «пашня». К пашням относятся также огороды, различные сельскохозяйственные угодья и плантации с ежегодной вспашкой поля.

При оконтуривании угодий, относящихся к пашне, необходимо следить за тем, чтобы не включить ошибочно в площадь пашни угодья, не относящиеся к ним, заполненные на карте редкими, иногда слабозаметными условными знаками, изображающими, глинистые и щебеночные участки с редкой растительностью, выгоны, моховую растительность, и т.д.

6.2.4 Для определения урбанизированности водосбора необходимо установить границы территорий, занятых населенными пунктами, хозяйственными постройками и шоссейными дорогами.

Под площадью населенных пунктов понимается площадь, занятая строениями (жилыми и нежилыми), дворами, улицами и площадями. На топографических картах эта площадь оконтуривается по внешним частям залитых кварталов, включая улицы, площади и внутриквартальные территории. Площади, занятые огородами, в эту характеристику не включаются, так как они относятся к пашне. Хозяйственные постройки также оконтуриваются по внешним краям условными обозначениями этих объектов.

Площади водосбора, занятые шоссейными дорогами, определяются по их длине, измеряемой по топографическим картам и соответствующей ширине, показываемой на картах.

6.2.5 Рекомендации по установлению границ и характера почво-грунтов водосбора приведены в 7.4.6.

6.3 Истоки и устья водотоков

Для определения длины водотоков требуется установить местоположение их истоков и устьев.

6.3.1 Истоком реки является место, с которого появляется постоянное течение воды в русле. Истоками рек могут служить озера, родники, ключи, начало открытого потока на болоте и т.п.

У пересыхающих рек за исток принимается место на дне ложбины (балки), где начинают прослеживаться следы русла, разрабатываемого талыми или дождевыми водами.

Поскольку вопрос установления местоположения истоков рек при картографировании часто сложен и нередко носит условный характер, при использовании топографических карт необходимо учитывать следующие принятые при их составлении основные правила:

- на крупномасштабных картах (1:100 000 и крупнее) показываются все истоки рек;
- на картах масштаба 1:200 000 и мельче при отборе сохраняются истоки всех рек, даже если они имеют условный характер, а также рек, сопровождаемых подписями названий. Точное изображение истоков рек без названия на этих картах считается не обязательным. Верховья рек на них могут быть умышленно укорочены с целью исключения возможности соединения истоков рек противоположных склонов на узких водоразделах. Когда две реки имеют неясно выраженный водораздел, на картах должно быть показано направление течения каждой реки стрелкой в обе стороны от их истоков.

При установлении местоположения истоков необходимо руководствоваться следующими правилами:

- на топографических картах за исток реки, если он не уточнен по данным полевого гидрографического обследования, следует принимать начало ее изображения сплошной или пунктирной линией, либо ключ или родник, являющийся началом реки;
- если река вытекает из озера, то за ее исток принимается точка пересечения линии реки с береговой линией озера – для рек, изображаемых одной линией, либо точка пересечения средней линии реки с продолжением береговой линии озера – для рек, изображаемых двумя линиями;
- если река вытекает из болота, за исток реки принимается начало сплошной или пунктирной линии, изображенной на карте. Часто верховья рек, вытекающие из болот, бывают канализованы. В этом случае истоком реки следует считать начало основного осушительного канала, являющегося продолжением реки вверх по течению;
- если река образуется слиянием двух рек, имеющих собственные названия, отличные от названия основной реки, за исток (начало) основной реки условно принимается слияние этих рек;
- если на топографической карте одна из двух составляющих рек имеет название, отличное от названия основной реки, а другая не имеет собственного названия, за исток основной реки принимается исток составляющей, не имеющей названия;
- в тех случаях, когда река образуется в результате слияния двух и более рек, не имеющих названий, за исток следует принимать исток большего по длине составляющего притока. Если длина составляющих притоков одинакова, принимается исток той составляющей, у которой больше площадь водосбора. Если длина и площадь водосборов составляющих рек одинаковы, то за исток основной реки принимается исток той из составляющих, у которой он имеет большую высоту. Если все указанные выше характеристики одинаковы, за исток реки принимается исток левой составляющей, а в случае трех составляющих – исток средней из них.

За начало оросительных судоходных и соединительных каналов, вытекающих из рек, озер или водохранилищ, принимается точка пересечения линии канала с береговой линией водного объекта, из которого вытекает канал.

Истоки осушительных каналов определяются так же, как истоки рек.

Во всех случаях для определения гидрографической длины речной системы за наиболее удаленный исток принимается либо исток самой реки, либо исток ее притока, образующего с основной рекой наибольшую длину русла данной речной системы.

6.3.2 Под устьем реки подразумевается место впадения ее в другую реку, озеро, водохранилище.

В зависимости от характера процессов, происходящих в устьевой зоне, образуются различные по форме устья рек. Для территории Беларуси преобладающим типом является нормальное устье, когда река сохраняет приближенно постоянную ширину до места впадения.

При установлении местоположения устьев рек по топографическим картам следует придерживаться следующих основных правил:

- за устье реки, изображенной на карте двумя линиями и впадающей в другую реку, озеро или водохранилище, принимается точка пересечения средней линии впадающей реки с береговой линией принимающей реки, озера, водохранилища;
- при впадении реки двумя рукавами в разные реки, основным из них следует считать более многоводный, а место его впадения принимать за устье;
- положение устьев рек, впадающих в озера, определяется на момент межени, как и показано на топографических картах;
- положение устьев рек, впадающих в водохранилища, определяется при нормальном подпорном уровне, что также соответствует принятым правилам изображения на топографических картах;
- за устье магистрального оросительного канала принимается место полного разветвления его на распределители; устья осушительных и соединительных каналов принимаются аналогично устьям рек.

6.4 Гидрологические посты

Точность определения по топографическим картам гидрографических характеристик до пункта наблюдений (гидрологического поста) зависит от точности установления местоположения этого пункта на карте. Местоположение пункта наблюдений должно быть нанесено на карту с максимально возможной точностью. Для этой цели требуется использовать описание постов, помещенных в разделе гидрологического ежегодника «Описания гидрологических постов и дополнения к описаниям, ранее опубликованным в гидрологических ежегодниках», а также описания и схемы, содержащиеся в «Технических делах постов». При составлении описания местоположения постов необходимо, чтобы приведенные данные обеспечивали нанесение их на топографических картах масштаба 1:100 000 с точностью не менее 0,5 мм.

При невозможности использования прямоугольных или географических координат описание точного местоположения поста нередко вызывает затруднения. В этих случаях используется способ, не зависящий от системы координат, принятой на картах. Он основан на определении расстояния до поста от какого-либо ближайшего объекта местности, изображающегося на топографической карте точкой, или от центра ближайшего населенного пункта. Расстояния измеряются с использованием масштабной линейки и приводятся в километрах.

Пример – Местоположение гидрологического поста р. Бобр – Куты показано на рисунке 6.2 и может быть описано одним из следующих приемов:

- *пост расположен в 0,9 км к Ю от д. Куты;*
- *пост расположен в 0,6 км к ЮВ от д. Ерашевка.*

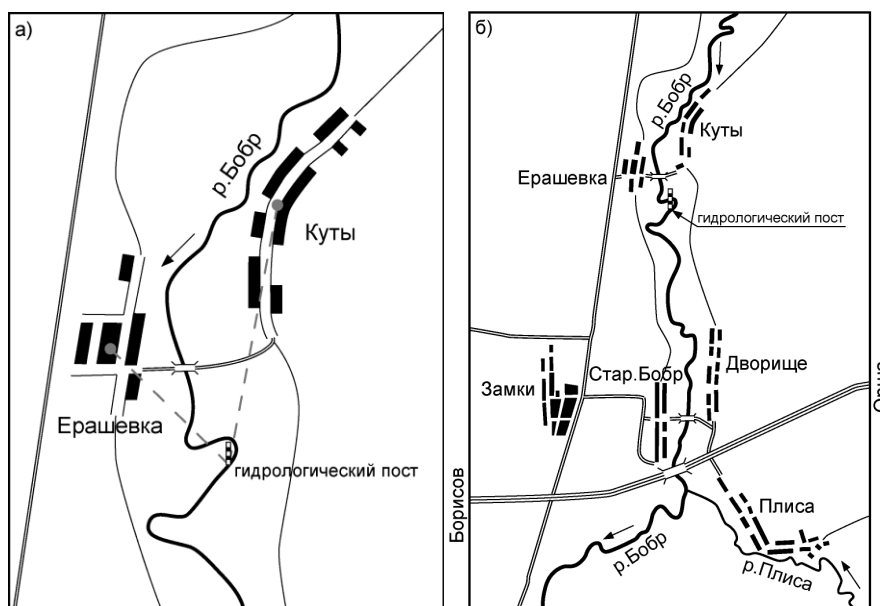


Рисунок 6.2 – Определение местоположения гидрологического поста

Расстояние от населенного пункта до поста измеряется между двумя точками по прямой линии (рисунок 6.2 а).

Можно также использовать длину участка реки от какого-либо ближайшего объекта на реке (мост, устье притока и т.д.) до поста.

Пример – Пост расположен в 3,0 км выше по течению а.-д. моста д. Стар. Бобр-д. Дворище;

- **пост расположен в 3,6 км выше по течению а.-д. моста г. Борисов-г. Орша;**
- **пост расположен в 3,9 км выше по течению устья р. Плисы;**
- **пост расположен в 0,5 км ниже по течению а.-д. моста д. Ерашевка-д. Куты (рисунок 6.2 б).**

Для точного нанесения гидрологических постов на топографические карты целесообразно использовать планы участков постов. В описании местоположения поста необходимо принимать не менее двух привязок.

7 Правила определения гидрографических характеристик водотоков и водоемов

Точность определения гидрографических характеристик зависит от качества используемых картографических материалов и от точности способов измерений по картам.

Картометрические работы необходимо производить в строгом соответствии с методическими разработками настоящего технического кодекса и в две руки, независимо друг от друга. Результаты измерений следует сверять между собой. При наличии недопустимых расхождений значений первой и второй руки измерения должны быть выполнены повторно.

Результаты измерений и вычислений должны регистрироваться в специальных ведомостях, формы которых даны в приложении В.

7.1. Правила определения морфометрических характеристик водотоков

7.1.1 Длина водотока

За длину реки принимается протяженность ее изображения на карте от истока (начала) до устья, приведенная к натуре в соответствии с масштабом карты.

Для гидрологических расчетов требуется определение и гидрографической длины реки.

Гидрографическая длина реки измеряется от истока самой реки или истока одной из составляющих, образующей с частью основной реки наибольшую длину русла данной речной системы до устья или пункта наблюдений. Во всех случаях за длину реки (водотока), изображенной на карте одной или двумя линиями, принимается длина средней линии реки (водотока).

Если река разделяется на протоки, средняя линия проводится по более многоводному протоку, который устанавливается по изображению на топографической карте, гидрографическому описанию, или другим справочным материалам (рисунок 7.1).

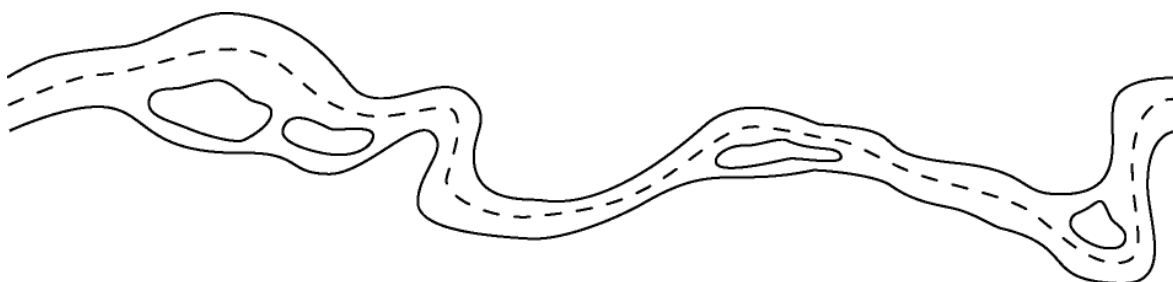


Рисунок 7.1 – Нанесение средней линии водотока

В тех случаях, когда река протекает через озеро или водохранилище, сохраняя при этом свое название, в длину реки включается и длина озера или водохранилища между точками впадения и выхода реки по средней линии водоема или по условной линии, примерно совпадающей с положением прежнего русла реки до создания водохранилища. Пример возможных вариантов показан на рисунке 7.2.

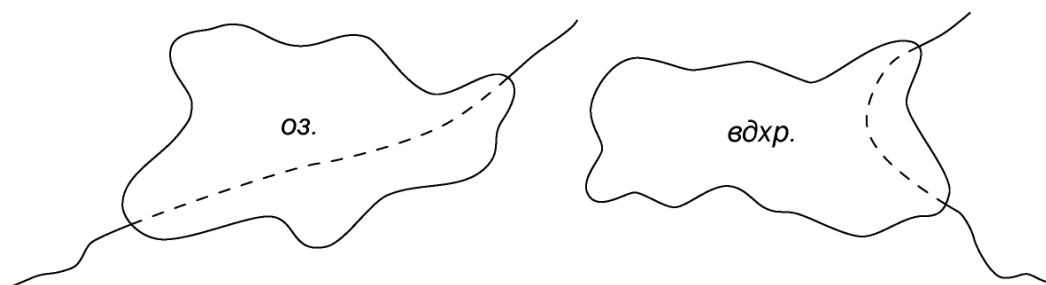


Рисунок 7.2 – Определение длины водотоков

Перед измерением длины реки необходимо, кроме истоков и устья, отметить засечками на карте все пункты, до которых должна быть определена длина реки или длина ее участков (устья притоков, гидрологические посты, точки перегиба продольного профиля, гидротехнические сооружения и т.д.). Одновременно с этим определяются высотные отметки этих объектов, используемые в дальнейшем для определения уклонов реки (рисунок 7.3).

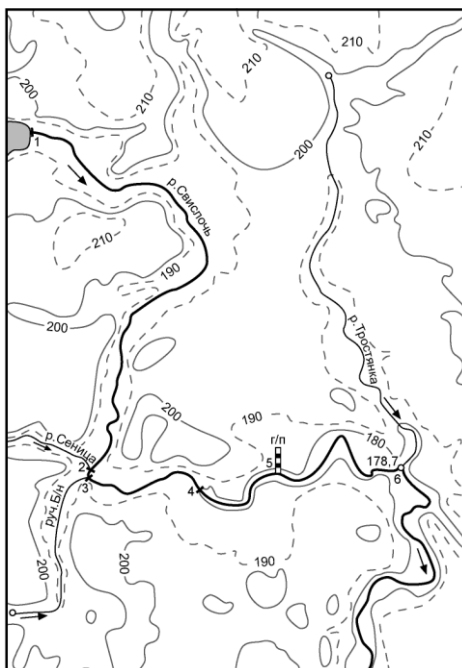


Рисунок 7.3 – Пример определения длины, среднего и средневзвешенного уклонов водотока

Длины рек измеряются в два приема по два раза. В первую очередь измеряется вся длина от истока до устья в прямом и обратном направлении, а затем по отдельным участкам: от истока до пункта и от пункта до устья также в прямом и обратном направлениях, устанавливая каждый раз стрелку курвиметра на нулевой отсчет. За длину реки L' принимается среднее из полученных значений.

Гидрографическая длина реки L измеряется также в два приема по два раза. Измеряется вся длина от наиболее удаленного истока речной системы до устья, а затем по отдельным участкам в прямом и обратном направлении с установкой стрелки курвиметра на нулевой отсчет. Среднее значение гидрографической длины, вычисленное по результатам двух измерений, принимается за окончательное и используется для поправок при уравнивании значений длины отдельных участков реки.

Расхождения значений, полученных при первом и втором измерении, не должны превышать указанных в 5.1.

Полученные при измерении отсчеты по курвиметру записываются в ведомость измерения длины водотоков и осредняются. Определяются и вводятся поправки курвиметра в длину участков и поправки, вычисленные по невязке между первым и вторым приемами измерения. Вычисляются длины участков и всей реки в километрах в соответствии с масштабом топографической карты. Общая невязка определяется по формуле:

$$\Delta L = \sum l_i - L, \quad (7.1)$$

а поправка в длину участка по формуле:

$$\Delta l_i = \Delta L_i / L, \quad (7.2)$$

где l_i – длина участка реки;

L – гидрографическая длина реки.

Поправка Δl_i вычисляется на единицу длины и вводится пропорционально длине

участка. Порядок записи отсчетов и вычислений, связанных с измерением длины реки, представлен в «Ведомости измерения длины реки (водотока)» (приложение В, таблица В.2).

7.1.2 Координаты продольного профиля реки

Для характеристики формы продольного профиля рек и особенностей распределения по длине частных уклонов в каталогах водных объектов приводятся координаты продольного профиля реки. Ими являются абсолютные высоты переломных и конечных точек профиля реки и длины участков реки от истока или устья до этих точек. Эти величины необходимо определять одновременно с измерением длины реки. Составление таблиц координат продольного профиля реки по установленной форме производится путем выписывания соответствующих данных из граф 6, 15 или 16 «Ведомости измерения длины реки (водотока)» (см. приложение В, таблица В.2).

7.1.3 Средний уклон реки

Средний уклон продольного профиля реки представляет собой отношение падения реки, т.е. разности высот наиболее удаленного истока и устья (пункта наблюдений), к соответствующей гидрографической длине реки. Определение среднего уклона производится по данным, полученным при определении отметок высот устья (пункта наблюдений) и наиболее удаленного истока речной системы, т.е. истока притока, составляющего с основной рекой наибольшую длину русла данной речной системы, а также измерений гидрографической длины реки (7.1.1).

Средний уклон реки I в промилле вычисляется по формуле:

$$I = (H_n - H_0) / L = \Delta H / L, \quad (7.3)$$

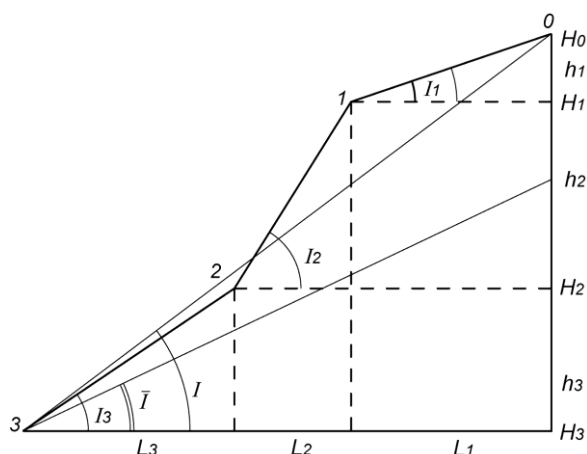
где H_n – отметка высоты истока;

H_0 – отметка высоты уреза воды в устье (пункте наблюдений), м;

L – длина водотока между этими пунктами, км.

Значения среднего уклона реки следует использовать при гидрологических расчетах только для рек с относительно ровным профилем.

Для рек с неровным профилем с частными уклонами, резко отличающимися от среднего уклона, должны использоваться координаты продольного профиля водотока или вычисляется один эквивалентный ряду частных уклонов – средневзвешенный уклон (рисунок 7.4).



I_1, I_2, I_3 – частные уклоны участков водотока, I – средний уклон водотока,
 $\bar{I}$ – средневзвешенный уклон водотока – горизонтальное проложение длины реки до устья
 (пункта), L_1, L_2, L_3 – участков реки. 1, 2 – переломные точки профиля водотока

Рисунок 7.4 – Частные, средний и средневзвешенный уклон водотока

Для определения средневзвешенного уклона реки рекомендуется логарифмический способ. Необходимо определить логарифм средневзвешенного уклона реки как сумму логарифмов частных уклонов, отдельных участков профиля, взвешенных по длине, согласно следующему выражению:

$$\lg \bar{I} = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{L} \lg I_i, \quad (7.4)$$

где l_i – длина отдельных участков профиля, км;

I_i – частные уклоны отдельных участков продольного профиля, ‰;

L – длина водотока, км.

Вычисления средневзвешенного уклона следует начинать с определения частных уклонов участков профиля I_i и их протяженности l_i на основе данных ведомости измерения длины реки (см. приложение В таблица В.2) по формулам:

$$I_i = \frac{h_i}{l_i}, \quad h_i = H_i - H_{i-1}, \quad l_i = L_i - L_{i-1}, \quad (7.5)$$

где h_i – превышение между соседними точками перегиба профиля, м;

H_i, H_{i-1} – отметки высот точек;

l_i – длина участка реки между соответствующими точками перегиба, км;

L_i, L_{i-1} – длина участков реки от устья до точек перегиба.

Порядок вычислений средневзвешенного продольного уклона водотоков приведен в приложении В (таблица В.3).

Средний и средневзвешенный уклоны реки целесообразно вычислять и округлять с учетом точности исходных данных.

Рекомендуемая степень округления уклонов рек в зависимости от длины реки и уклона приведена в таблице 7.1.

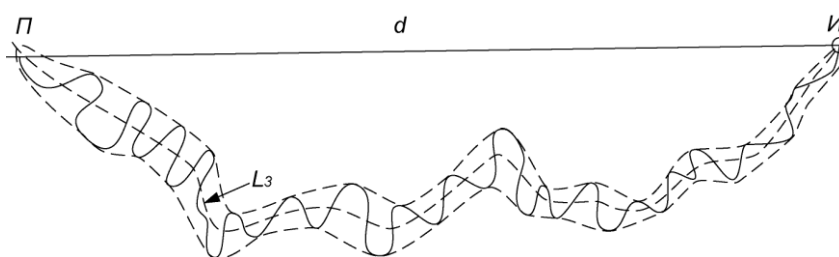
Таблица 7.1 – Рекомендуемая степень округления уклонов рек

Длина реки (водотока), км	Степень округления для продольного уклона, ‰		
	менее 10	10-99	100 и более
До 200	0,05	0,5	5
Более 200	0,01	0,1	1

7.1.4 Извилистость реки

Для характеристики реки по степени извилистости (криволинейности) плановых очертаний ее русла необходимо применять показатель извилистости.

Гидрографическая извилистость – это извилистость русла реки в пределах долины, обусловленная определенным типом руслового процесса. Гидрографическая извилистость определяется отношением длины реки к длине ее долины или зоны извилистости (рисунок 7.5).



П – пункт (устье), И – исток, L_3 – длина зоны извилистости,
d – расстояние от истока до пункта (устья)

Рисунок 7.5 – Пример определения извилистости водотоков

Показатель общей извилистости реки количественно представляет собой отношение длины извилистой линии реки к длине прямой линии, соединяющей крайние точки характеризующей реки или ее участков (см. рисунок 7.5). Длину прямой линии, соединяющей крайние точки реки, допускается измерять по картам ближайшего более мелкого масштаба, если измеряемая река изображается более чем на четырех листах карт.

В зависимости от значений коэффициента извилистости и назначения классификации реки условно могут быть подразделены на прямые (1,00-1,02), изогнутые (1,02-1,08), слабоизвилистые (1,08-1,20), умеренно извилистые (1,21-1,35), извилистые (1,36-1,60) и сильно извилистые с коэффициентом извилистости более 1,61.

Значения коэффициента извилистости приводятся с точностью 0,01.

7.2 Правила определения морфометрических характеристик водосбора

Морфометрические характеристики водосбора представляют собой количественные показатели, дающие достаточно полное представление о размерах и строении поверхности водосбора. К этим характеристикам относятся: площадь, средняя высота, средний уклон водосбора, густота речной сети, густота русловой сети, координаты гипсографической кривой и др.

Определение морфометрических характеристик водосборов водных объектов производится по тем же картографическим материалам, по которым определяются морфометрические характеристики водотоков.

7.2.1 Площадь водосбора

Перед измерением площадей водосборов требуется их ограничить на картах водораздельными линиями в соответствии с рекомендациями 6.1.

Измеренные значения площадей водосборов округляются до значений, указанных в таблице 7.2.

Таблица 7.2 Рекомендуемая степень округления площадей

Площадь водосбора, км ²	Степень округления значений, км ²	Площадь водосбора, км ²	Степень округления значений, км ²
0-10	0,01	1000-5000	5
10-100	0,5	5000-10000	10
100-1000	1	10000 и более	50

Длина водосбора (L_B , км) при правильной его форме – расстояние по прямой линии от устья или замыкающего створа реки по направлению к истоку до наиболее удаленной точки водораздельной линии (рисунок 7.6 а).

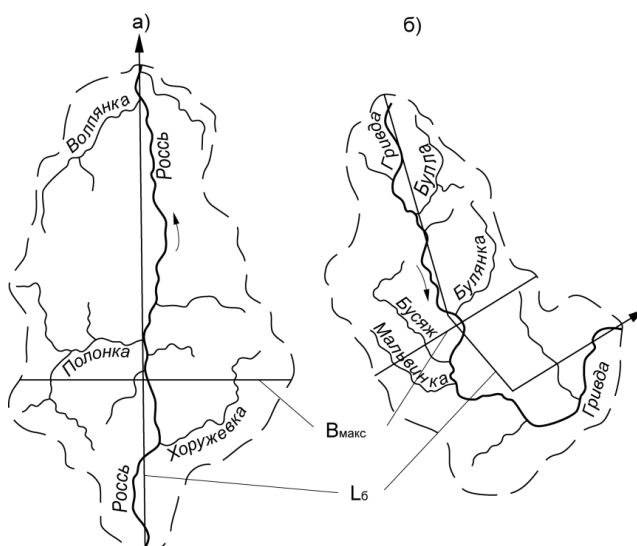


Рисунок 7.6 – Примеры построения длины и максимальной ширины водосбора

При вогнутых и сложных формах водосбора его длину необходимо измерять циркулем по медиане как показано на рисунке 7.6 б. В данном случае используют палетку из прозрачного пластика с рядом концентрических окружностей и отверстием в центре для накалывания. Для обнаружения средних по ширине водосбора пунктов накладывают палетку так, чтобы каждая из вписанных окружностей соприкасалась с двумя противоположными сторонами водосбора, накалывают несколько пунктов, затем проводят по ним медианную линию [10].

Максимальная ширина водосбора ($B_{\max}$, км) – длина максимального перпендикуляра к длине водосбора (см. рисунок 7.6).

Средняя ширина водосбора (B_c , км) вычисляется по формуле:

$$B_c = F/L, \quad (7.6)$$

где F – площадь водосбора;
 L – длина водосбора.

Коэффициент асимметрии водосбора (a) характеризует неравномерность распределения площадей правой и левой части водосбора, в отношении главной реки, вычисляется по формуле:

$$a = |(F_{л} - F_{п})| / 0,5(F_{л} + F_{п}), \quad (7.7)$$

где $F_{л} - F_{п}$ – площади соответственно левобережной и правобережной части водосбора, км².

Коэффициент развития водораздельной линии водосбора m характеризует конфигурацию речного водосбора и вычисляется по формуле:

$$m = S/S' = S/(2\sqrt{F}) = 0,282 S/\sqrt{F}, \quad (7.8)$$

где S – длина водораздельной линии;

S' – длина окружности круга, площадь которого равна площади водосбора;

F – площадь водосбора.

Наименьшее возможное значение коэффициента m может равняться единице, при этом водосбор имеет овальную или округлую форму. С увеличением значения m форма водосбора в большей степени отличается от формы круга и имеет более вытянутую форму [10].

7.2.2 Координаты гипсографической кривой водосбора

Гипсографическая кривая дает наглядное обобщенное представление о рельефе, очерченном горизонталями, т.е. о размещении площадей водосбора по высотным зонам.

В качестве координат гипсографической кривой принимаются высоты горизонталей H и их площади F . Они определяются по топографическим картам, на которых рельеф изображен горизонталями. Первой координатой являются значения высот горизонталей в метрах, а второй – площади, ограниченные этими горизонталями, выраженные в процентах от площади водосбора (рисунок 7.7).

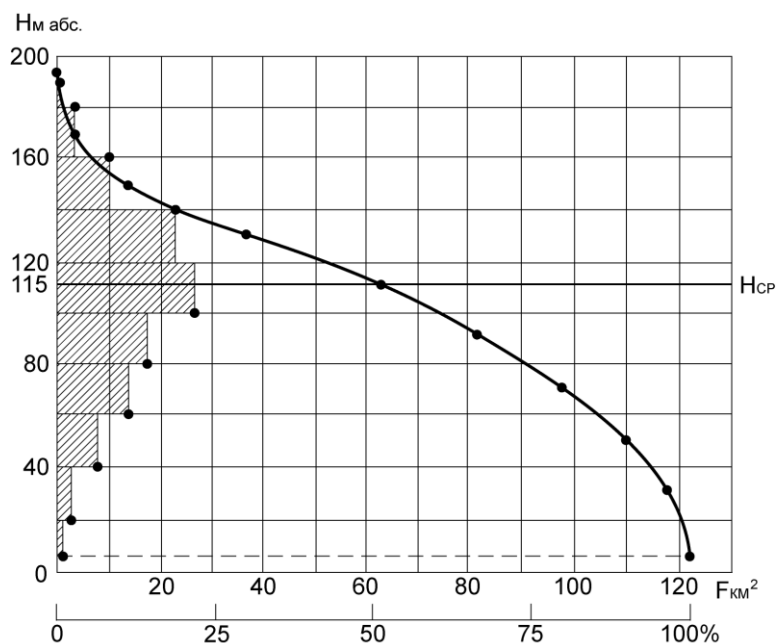


Рисунок 7.7 – Пример построения гипсографической кривой водосбора [11]

Выбор количества координат точек гипсографической кривой, т. е. количества горизонтальных сечений, зависит от характера рельефа водосбора и осуществляется с таким расчетом, чтобы можно было однозначно провести по точкам плавную кривую линию. Значения высот горизонталей определяются по подписям, нанесенным на картах, или путем подсчета от подписанных горизонталей с учетом высоты сечения.

Данные определений координат гипсографической кривой записываются в специальную ведомость (приложение В, таблица В.4) и используются для построения гипсографической кривой, характеризующей высотное положение поверхности водосбора (см. рисунок 7.7).

Высоты поверхностей сечения (горизонталей, ограничивающих высотные зоны) приводятся с точностью, показанной на используемых картах, а площади сечений – с погрешностью 1 %.

7.2.3 Средняя высота водосбора

При определении средней высоты водосбора, существенно влияющей на сток и характер его распределения, а также другие гидрологические характеристики, необходимо применять следующие способы: детальный, упрощенный и определение по гипсографической кривой.

В детальном способе средняя высота водосбора вычисляется по формуле [11]:

$$\bar{H} = \frac{f_1 H_1 + f_2 H_2 + \dots + f_n H_n}{F}, \quad (7.9)$$

где $f_1, f_2, \dots, f_n$ – частные площади водосбора, заключенные между горизонталями, км²;

$H_1, H_2, \dots, H_n$ – средние высоты между горизонталями, км²;

F – площадь водосбора.

Упрощенный способ определения высоты водосбора основан на подсчете средней высоты отдельных площадок, на которые разбивается площадь водосбора на данной карте. Определение средней высоты водосбора может быть выполнено клетчатой палеткой или квадратами километровой сетки при условии, если площадь водосбора содержит не менее 10 квадратов. Если их менее 10, то можно, либо произвести дополнительную разбивку километровой сетки на более мелкие участки, либо использовать палетку со сторонами квадратов меньшего размера.

Для определения средней высоты водосбора этим способом необходимо для каждого квадрата определить среднюю высоту, найти сумму их высот и разделить ее на количество квадратов. Неполные квадраты объединяют до полных. За среднюю высоту квадрата принимается высота средней по значению горизонтали, имеющей, как правило, наибольшую длину в пределах этого квадрата.

При большом количестве квадратов (100 и более) можно определять не средние высоты, а отметки высот в центрах квадратов (рисунок 7.8) или в углах сетки по формуле [7]:

$$\bar{H} = \frac{\sum H_u}{n}, \quad (7.10)$$

где H_u – высота центра каждого квадрата, м;

n – число квадратов, высоты центров которых были определены.

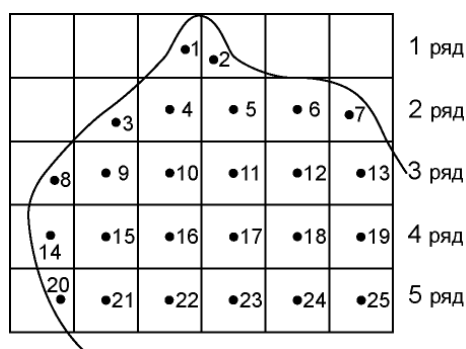


Рисунок 7.8 – Пример определения средних высот водосбора по клеткам

Средняя высота водосбора по данным гипсографической кривой водосбора (7.2.2) вычисляется по формуле:

$$\bar{H} = \left[\sum_{i=1}^n (H_i + H_{i+1})(F_{i+1} - F_i) \right] / (2F), \quad (7.11)$$

где H_i – высота поверхности горизонтального сечения;

$F_{i+1} - F_i$ – площадь между соседними горизонтальными сечениями;

F – площадь водосбора.

Определение средней высоты водосбора и запись в таблицах производится с точностью половины сечения горизонталей, принятого на используемой топографической карте.

7.2.4 Средний уклон водосбора

Средний уклон водосбора оказывает влияние на скорость стока дождевых и талых вод по склонам водосбора. Наиболее существенно этот показатель влияет на максимальные расходы воды, продолжение наводнений, эрозии склонов, сток наносов.

Средний уклон водосбора измеряется в промилле и определяется по формуле:

$$\bar{I}_{cp} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (l_i + l_{i+1}) h_i \right] / F \text{ или } \bar{I}_B = h_i \sum l / F, \quad (7.12)$$

где $h_i = H_{i+1} - H_i$ – превышение между соседними измеренными горизонталями, м;

l_i – длина горизонтали, м;

F – площадь водосбора, км²;

h – высота сечения рельефа, м.

Значение h_i зависит от того, какие выбраны горизонтали для определения среднего уклона водосбора. Если измеряются длины всех горизонталей на водосборе, h_i равно высоте сечения рельефа h , принятого на рабочей карте и в большинстве случаев имеет постоянное значение. Однако для определения среднего уклона водосбора не всегда необходимо измерять все горизонтали. При одинаковом или равномерно изменяющемся интервале (заложении) между горизонталями рекомендуется измерять длины горизонталей с развязкой – каждую вторую, третью, четвертую и т. п., но при этом желательно, чтобы в число измеренных горизонталей вошли наиболее длинная и наиболее короткая на водосборе.

В районах со слабо выраженным рельефом, с малым количеством горизонталей на

картах рекомендуется использовать не только основные, но и половинные горизонтали с учетом соответствующей высоты сечения рельефа.

Результаты измерения длин всех горизонталей заносят в ведомости измерения среднего уклона водосбора (приложение В, таблица В.5).

Вычисленные величины средних уклонов водосбора округляются до значений, указанных в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Рекомендуемая степень округления средних уклонов водосбора

Уклон, ‰	Степень округления значений, ‰	Уклон, ‰	Степень округления значений, ‰
Менее 10	0,5	100-200	5
10-50	1	Более 200	10
50-100	2		

7.2.5 Густота речной сети водосбора

Под густотой речной сети понимается отношение суммы для всех водотоков на водосборе к его площади.

Для определения этой характеристики измеряется суммарная длина всех водотоков: рек, ручьев, проток, каналов и канав в пределах площади водосбора, изображенных на топографической карте соответствующего масштаба сплошными или пунктирными линиями синего цвета.

Густота речной сети в км/км² определяется по формуле:

$$p_p = \sum l / F, \quad (7.13)$$

где $\sum l$ – сумма всех водотоков, км;

F – площадь водосбора, км².

При определении густоты речной сети водосбора измерению подлежат все водотоки данной речной системы. Для удобства работы целесообразно составлять ведомость длин водотоков системы рассматриваемого водосбора. Форма ведомости, построенная в соответствии с требованиями по заполнению таблиц каталога водных объектов, приведена в приложении В таблица В.6.

Густота речной сети вычисляется и записывается в таблицах с округлением до 0,01 км/км².

7.2.6 Густота русловой сети водосбора

Густота русловой сети водосбора определяется отношением суммарной длины речных долин, сухих русел оврагов, балок и логов к площади водосбора. Вычисляется по формуле:

$$p_o = (\sum l_d + \sum l_o) / F, \quad (7.14)$$

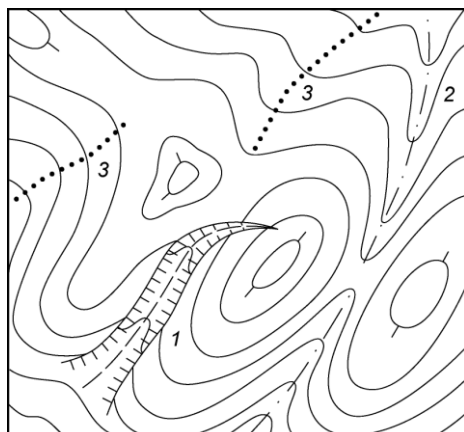
где $\sum l_d$ – суммарная длина речных долин на водосборе, км;

$\sum l_o$ – суммарная длина сухих русел, оврагов, балок и логов на водосборе, км;

F – площадь водосбора, км².

Под длиной речной долины понимается длина тальвега долины, измеряемая от вершины долины, находящейся вблизи водораздельной линии, до устья или пункта наблюдений. Для рек, нижняя часть которых расположена на равнине, длина долины

измеряется до места выхода реки на равнину, а далее до устья или пункта наблюдений измеряется русло реки. Положение линии тальвега балок, оврагов, логов определяется по горизонталям (рисунок 7.9).



1 – овраг, 2 – балка, 3 – лог

Рисунок 7.9 – Пример определения густоты русловой сети

Густота русловой сети вычисляется и записывается с округлением до 0,01 км/км².

7.2.7 Коэффициент канализованности

Коэффициент канализованности определяется для отдельных водотоков и речных систем в целом. Он характеризует степень преобразования речной сети или русла реки в результате хозяйственной деятельности. Численно коэффициент представляет собой отношение суммарной длины канализованных участков реки или речной системы с каналами и канавами к длине реки или суммарной длине речной системы соответственно.

Значения коэффициента вычисляются и записываются с округлением до 0,01.

7.3 Правила определения морфометрических характеристик водоемов

Морфометрические характеристики водоемов, связанные с уровнем воды в водоеме, определяются для периода межени – для естественных водоемов и для нормального подпорного уровня – для искусственных водоемов.

К морфометрическим характеристикам водоемов относятся: площадь водоема, уровень воды, максимальная и средняя глубина, полный и полезный объем (для водохранилищ), объем воды, длина, средняя и максимальная ширина, координаты батиметрической кривой.

Определение морфометрических характеристик водоемов необходимо начинать с составления списка водоемов, находящихся в пределах изучаемого района (водосбора). Список составляется в виде таблицы с подразделением водоемов на естественные и искусственные, проточные и бессточные. Состав граф таблицы определяется количеством необходимых сведений.

Обязательно должны быть предусмотрены графы: тип водоема, название водоема, географические координаты с точностью до 1' (для мелких водоемов – полярные координаты от какого-либо ориентира, изображающегося на картах многих масштабов), площадь водоема, площадь водосбора и использованные для определения гидрографических характеристик картографические материалы (масштаб и год составления).

7.3.1 Площадь водоема и его водосбора

Площадь водоема определяется путем измерения ее на топографической карте соответствующего масштаба в пределах, ограниченных береговой линией данного водоема. Острова в площадь водоемов не включаются. В площадь водосбора водоема включаются площадь, ограниченная водораздельной линией (6.1 и 6.1.1), а также площадь самого водоема с островами.

Данные о площади водоемов и водосборов приводятся с точностью, обеспечиваемой способами измерения и масштабом используемых карт. Точность округления значений приведена в таблице 7.2.

7.3.2 Координаты батиграфической кривой

Координатами батиграфической кривой являются абсолютные высоты H_i или глубины Z_i уровневых поверхностей водоема, площади этих поверхностей F_i и объем воды в водоеме до каждой уровневой поверхности V_i (рисунок 7.10).

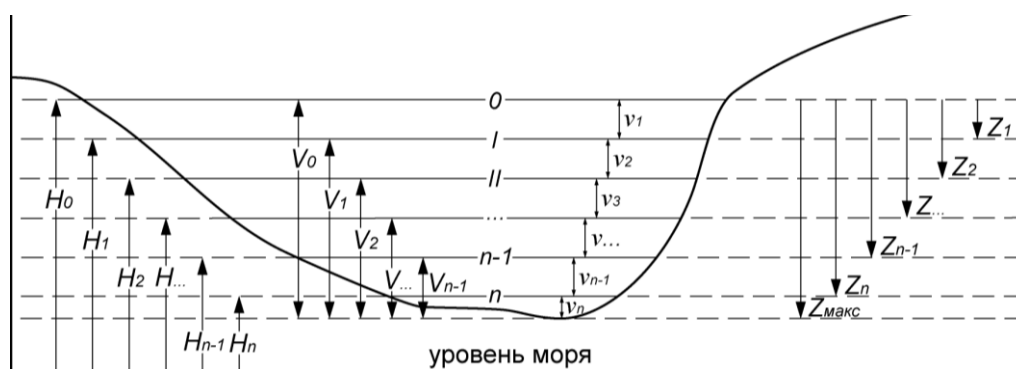


Рисунок 7.10 – Схема к определению координат батиграфической кривой водоема

Определение координат батиграфической кривой производится по батиметрическим картам или по топографическим картам, на которых рельеф дна водоемов изображен изобатами, горизонталями или отметками глубин с такой частотой и подробностью, которая обеспечивает проведение необходимых изобат с заданной точностью.

В качестве уровневых поверхностей водоема целесообразно принимать поверхности со значениями глубин, равными значениям изобат принятого на карте сечения.

Обязательно выбираются и измеряются нулевая уровневая поверхность и поверхность со значением глубины 2 м. В этом случае абсолютные высоты уровневых поверхностей H_i определяются по формуле:

$$H_i = H_0 - h_i, \quad (7.15)$$

где H_0 – высотная отметка уреза воды водоема;

h_i – значения изобат.

При очень сложных очертаниях изобат для упрощения процесса измерения площади целесообразно перед измерением провести их генерализацию с сохранением равенства площадей, ограниченных изобатой по обе стороны от генерализованной изобаты (рисунок 7.11).

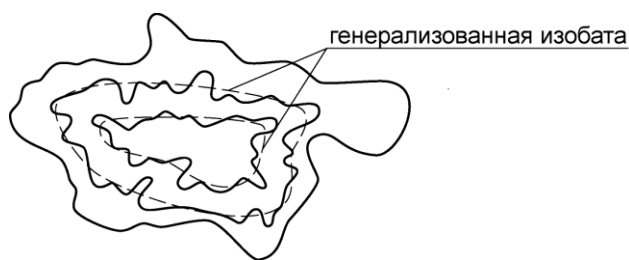


Рисунок 7.11 – Схема к определению площади между изобатами

Объем воды в м³ или км³ для любой глубинной зоны вычисляется по формуле:

$$v_i = 0,5(F_i + F_{i+1})(H_i - H_{i+1}), \quad (7.16)$$

или

$$v_i = 0,5(F_i + F_{i+1})(z_{i+1} - z_i), \quad (7.17)$$

где F_i – площадь уровенной поверхности;

H_i – абсолютная высота уровенной поверхности;

$z_i = H_0 - H_i$ – глубина уровенной поверхности.

Для последней зоны объем определяется по формуле:

$$v_n = \frac{1}{3} F_n (z_{\text{макс}} - z_n), \quad (7.18)$$

где $z_{\text{макс}}$ – отметка максимальной глубины водоема;

z_n – отметка глубины последней зоны водоема.

Общий объем воды в водоеме определяется как сумма частных объемов глубинных зон v_i по формуле:

$$V_0 = \sum_{i=0}^n v_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (7.19)$$

Объем воды до выбранной уровенной поверхности водоема определяется по формуле:

$$V_i = v_i + v_{i+1} + \dots + v_{n-1} + v_n \quad (7.20)$$

Результаты измерения объемов глубинных зон записываются в таблице в строке между соответствующими высотами уровенных поверхностей.

Регистрация измерений и вычислений координат батиграфической кривой производится в специальной ведомости (приложение В таблица В.7).

7.3.3 Уровень воды в водоеме

Определение уровня воды, т. е. высоты поверхности воды различных водоемов, необходимо производить по отметкам высот (урезам воды) и горизонталям, изображенным на топографических картах.

Если у береговой линии водоема на карте имеется отметка уреза воды, то она принимается за уровень воды и дается в таблице с точностью, показанной на карте. За

уровень воды водоемов, не имеющих отметки уреза воды, принимается значение ближайшей к водоему основной горизонтали, уменьшенное на половину принятого на карте сечения горизонталей. Если ближайшей горизонталью является половинная горизонталь, то за уровень воды водоема принимается значение этой горизонтали, уменьшенное на четверть сечения. Значения уровня воды, определенные по горизонталям, записываются с точностью, обеспечиваемой высотой сечения горизонталей ($\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ сечения).

7.3.4 Максимальная глубина водоема

Определение максимальной глубины водоема по картометрическим материалам производится по отметкам глубин, нанесенным на карту. Отметка глубины, имеющая наибольшее значение, принимается за максимальную глубину водоема.

Если на топографической карте изображение рельефа дна дано только изобатами, то определить максимальную глубину с достаточной точностью невозможно. В этих случаях (если отсутствуют другие источники) по изобатам на карте можно определить максимальную глубину лишь приближенно по следующим условным правилам:

- если изображение рельефа дна дано изобатами с постоянным сечением, то за максимальную глубину принимается наибольшее значение изобаты, увеличенное на $\frac{1}{3}$ принятого на карте сечения изобат;

- если же на карте применена скользящая шкала изобат (2, 5, 20 и т. п.), то за максимальную глубину водоема принимается значение наибольшей изобаты, увеличенное в 1,5 раза, в случае, когда площадь, ограниченная этой изобатой, составляет более 0,1 площади водоема, и в 1,2 раза, когда эта площадь менее 0,1 площади водоема.

Во всех случаях при определении максимальной глубины водоема по изобатам необходимо учитывать характер водоема, его происхождение, крутизну подводных склонов, характер окружающей местности, что обеспечит более точную интерполяцию и экстраполяцию глубин.

7.3.5 Средняя глубина водоема

Средняя глубина водоема вычисляется с использованием координат батиграфической кривой.

Вычисление средней глубины водоема $\bar{z}$ производится по формуле:

$$\bar{z} = \sum_{i=0}^n (H_i - H_{i+1})(F_i + F_{i+1}) / (2F_b) \quad (7.21)$$

Если сечение изобат на карте имеет постоянный интервал, то формула может быть записана в виде:

$$\bar{z} = \Delta Z \sum_{i=0}^n (F_i + F_{i+1}) / (2F_b), \quad (7.22)$$

где Δz – сечение изобат, м;

F_i – площади уровенных поверхностей (от 0 до n);

H_i – высоты (глубины) уровенных поверхностей (от 0 до n);

F_b – площадь водоема.

Если известен объем водоема V_0 , то среднюю глубину можно определить по формуле:

$$\bar{z} = V_0 / F_B \quad (7.23)$$

При отсутствии батиграфической кривой средняя глубина водоема определяется упрощенными способами, приведенными в 7.2.3.

Значения средней глубины следует округлить в зависимости от глубины водоема в соответствии с рекомендациями таблицы 7.4.

Таблица 7.4 – Рекомендуемая степень округления средней глубины водоема

Средняя глубина водоема, м	Степень округления значений, м
До 1,0	До 0,1
От 1 до 10	До 0,5
От 10 до 100	До 1
Более 100	До 5

7.3.6 Объем воды в водоеме

Определение объема воды в водоеме производится по координатам батиграфической кривой по формуле 7.17 либо по площади водоема и средней или максимальной (для малых водоемов) его глубине. В первом случае объем вычисляется по формуле:

$$V_0 = F_B \bar{z}, \quad (7.24)$$

где F_B – площадь водоема;

$\bar{z}$ – средняя глубина водоема.

Во втором случае, когда известна не средняя глубина, а только максимальная, объем водоема определяется приближенно по формуле объема конуса:

$$V_0 = \frac{1}{3} F_B z_{\max}, \quad (7.25)$$

где F_B – площадь водоема;

$z_{\max}$ – максимальная глубина водоема.

7.3.7 Полный и полезный объем водохранилища

Полный объем водохранилища определяется по координатам батиграфической кривой либо по средней глубине и площади водоема при нормальном подпорном уровне по формуле:

$$V_{\text{плн}} = F_B \bar{z}, \quad (7.26)$$

где F_B – площадь водоема;

$\bar{z}$ – средняя глубина водоема.

Для определения полезного объема водохранилища, представляющего собой разность между полным объемом $V_{\text{плн}}$ и мертвым объемом водохранилища $V_{\text{м}}$, необходимо иметь: площадь водохранилища F_B , отметку высоты зеркала воды $H_{\text{зв}}$, отметку уровня мертвого объема $H_{\text{мо}}$ и площадь поверхности горизонтального сечения водохранилища на уровне мертвого объема $F_{\text{мо}}$.

Измерение и определение площади водохранилища и отметки высоты зеркала воды

не вызывает затруднений, поскольку эти данные наглядно отображаются на топографических картах.

Отметки уровня мертвого объема водохранилища и площади поверхности горизонтального сечения водохранилища на этом уровне, берутся из проекта водохранилища.

Если известна лишь отметка уровня мертвого объема, необходимо на карте путем интерполяции между основными изобатами и отметками глубин провести изобату со значением, равным отметке уровня мертвого объема, а затем измерить оконтуренную ею площадь $F_{\text{МО}}$. Далее определить мертвый объем водохранилища по формуле:

$$V_{\text{М}} = F_{\text{МО}} \bar{z}', \quad (7.27)$$

где $\bar{z}'$ – средняя глубина водохранилища от уровня мертвого объема, определяемая по методике, приведенной в 7.3.5;

$F_{\text{МО}}$ – площадь поверхности горизонтального сечения водохранилища на уровне мертвого объема.

Полезный объем водохранилища вычисляется по формуле:

$$V_{\text{ПЛЗ}} = V_{\text{ПЛН}} - V_{\text{МО}}, \quad (7.28)$$

где $V_{\text{ПЛН}}$ – полный объем водохранилища;

$V_{\text{МО}}$ – мертвый объем водохранилища.

7.3.8 Длина, средняя и максимальная ширина водоема

Длина водоема представляет собой наибольшую протяженность водоема между противоположными берегами по его осевой линии. Она определяется путем непосредственных измерений по топографической карте. Для определения длины водоема с сильно расчлененной береговой линией целесообразно прежде провести карандашом генерализованную береговую линию, а затем на равном расстоянии от нее провести среднюю или осевую линию длины водоема (рисунок 7.12).

Максимальная ширина водоема – это наибольшее расстояние между противоположными берегами водоема, измеряемое по направлению, перпендикулярному линии длины (см. рисунок 7.12).

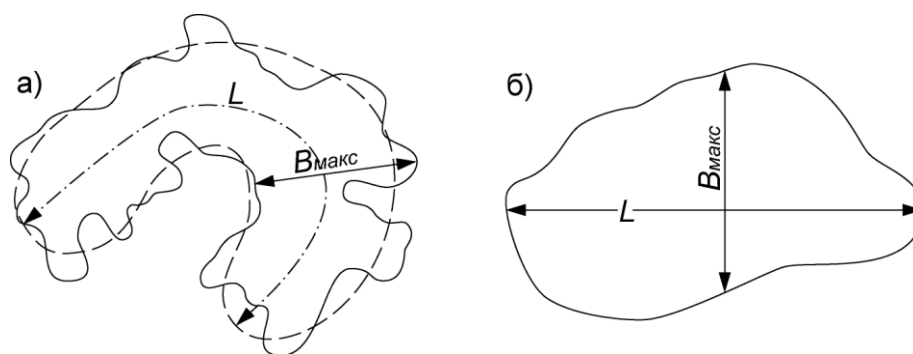


Рисунок 7.12 – Примеры определения длины и максимальной ширины водоема

Средняя ширина водоема вычисляется по формуле:

$$B = F_{\text{В}} / L_{\text{В}}, \quad (7.29)$$

где F_B – площадь водоема;
 L_B – длина водоема.

Результаты определений длины, средней и максимальной ширины водоема округляются до 0,1 км.

7.4 Правила определения морфологических характеристик водосборов водных объектов

Морфологические характеристики водосборов водных объектов используются для учета влияния физико-географических особенностей строения подстилающей поверхности и почво-грунтов водосбора на водный режим рек и водоемов.

К морфологическим характеристикам водосборов водных объектов, оказывающих наиболее существенное влияние на водный режим, относятся: озерность общая и взвешенная, заболоченность (верховые и низинные болота), лесистость (заболоченный и суходольный лес), распаханность, урбанизированность, а также состав почво-грунтов.

Определение морфологических характеристик водосборов производится путем измерений площади различных угодий способами, рекомендуемыми в 5.2 настоящего технического кодекса.

7.4.1 Озерность водосбора

Озерность водосбора подразделяется на общую и взвешенную.

Под общей озерностью водосбора понимается отношение суммы площадей всех проточных и бессточных водоемов (кроме внутриболотных озер) на водосборе к общей площади водосбора данного водотока. Озерность выражается в процентах и определяется по формуле:

$$k_{oz} = F_{oz} 100 / F, \quad (7.30)$$

где F_{oz} – площадь, занятая озерами на водосборе;
 F – площадь водосбора водотока.

Взвешенная озерность речного водосбора определяется отношением суммы произведений площади только проточных водоемов на площадь их водосборов к квадрату общей площади водосбора данной реки и определяется по формуле:

$$k_{взв.оз} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i f_i 100}{F^2} \right), \quad (7.31)$$

где S_i – площадь проточного водоема;
 f_i – площадь водосбора водоема;
 F – площадь водосбора реки.

Данные для вычисления озерности водосбора берутся из таблицы измерения площади водоемов и их водосборов, полученной в результате определения морфометрических характеристик водоемов (см. 7.3).

Вычисленные значения общей и взвешенной озерности записываются с округлением до 1 %.

7.4.2 Заболоченность водосбора

Заболоченность водосбора характеризует степень покрытия поверхности водосбора

болотами различных типов. Для определения заболоченности необходимо измерить суммарную площадь болот, расположенных в пределах исследуемого водосбора, контуры которых выделяются в соответствии с рекомендациями 6.2.2.

Заболоченность выражается в процентах и определяется по формуле:

$$k_6 = F_6 100 / F, \quad (7.32)$$

где F_6 – площадь, занятая болотами на водосборе;

F – площадь водосбора водотока.

Гидрологическая роль болот и, в частности, влияние их на речной сток и испарение зависят от типов болот и расположения на водосборе. Поэтому, кроме общей заболоченности водосбора, выделяются и измеряются площади верховых болот и низинных болот, контуры которых устанавливаются на топографических картах с использованием гидрогеологических карт.

Величины заболоченности водосбора приводятся с округлением до 1 %.

7.4.3 Лесистость водосбора

Под лесистостью водосбора понимается величина, характеризующая степень покрытия поверхности водосбора древесной растительностью.

Для определения лесистости необходимо измерить площадь всех лесных угодий.

Лесистость выражается в процентах и определяется по формуле:

$$k_{л} = F_{л} 100 / F, \quad (7.33)$$

где $F_{л}$ – площадь, занятая лесами на водосборе;

F – площадь водосбора водотока.

При необходимости в процентах от площади водосбора можно определить степень покрытия водосбора заболоченным и суходольным лесом. Все лесные угодья подразделяются на типы (хвойные, лиственные, смешанные).

Величины лесистости водосбора округляются до 1 %.

7.4.4 Распаханность водосбора

Под распаханностью водосбора понимается отношение суммарной площади пашен на водосборе к площади водосбора, характеризующее степень нарушенности водосбора вспашкой, существенно влияющей на водный режим.

Определение границ распаханных площадей на топографических картах сопряжено с некоторыми трудностями, поскольку они не имеют специального условного знака. Поэтому перед измерениями необходимо четко установить границы распахиваемых угодий. Затем производится измерение площади всех контуров пашен и находится суммарная их площадь.

Распаханность выражается в процентах и определяется по формуле:

$$k_p = F_p 100 / F, \quad (7.34)$$

где F_p – площадь, занятая пашней на водосборе;

F – площадь водосбора водотока.

При определении распаханности рекомендуется использовать также данные учета сельскохозяйственных органов, но при этом необходимо тщательно произвести

распределение площади распаханых угодий по водосборам, так как они приводятся по административным районам или хозяйствам. Следует также обращать внимание на характер сельскохозяйственных угодий, так как в этих материалах они не все являются пашнями (выгоны, сенокосы и т. п.).

Распаханность водосборов вычисляется и приводится с округлением до 1 %.

7.4.5 Урбанизированность водосбора

Под урбанизированностью водосбора понимается отношение площади, занятой населенными пунктами и объектами промышленного, сельскохозяйственного и дорожного строительства, к общей площади водосбора.

Урбанизированность выражается в процентах и определяется по формуле:

$$k_{yp} = F_{yp} 100 / F, \quad (7.35)$$

где F_{yp} – площадь, занятая населенными пунктами и объектами промышленного, сельскохозяйственного и дорожного строительства на водосборе;
 F – площадь водосбора водотока.

Для измерения площади водосбора, занятой населенными пунктами и хозяйственными постройками, рекомендуется использовать палетки со стороной квадрата 2 мм.

Площади водосбора, занятые зонами безрельсовых дорог, определяются по длине дорог, измеряемой по топографическим картам, и ширине до канав, показываемой на картах, непосредственно на условных знаках автострад, усовершенствованных шоссе и шоссе.

Так как у автострад на картах показывается ширина одной полосы и количество полос, то общая ширина зоны автостреды определяется умножением ширины одной полосы на количество полос.

Урбанизированность водосборов вычисляется и округляется до 1 %.

Промежуточные и окончательные результаты измерений и вычислений записываются в ведомости (приложение В, таблица В.8).

7.4.6 Почво-грунты водосбора

Механический состав почво-грунтов, слагающих поверхность водосбора, оказывает существенное влияние на его водный режим.

В качестве основного показателя почво-грунтов, слагающих водосбор, принимается механический состав основных категорий почв, покрывающих поверхность водосбора. Для характеристики почво-грунтов определяются доли площади водосбора, выраженные в процентах, занятые следующими почво-грунтами: глинистыми, суглинистыми, супесчаными, песчаными и каменистыми.

Для выделения границ этих категорий грунтов используются почвенные карты масштабов 1:500 000 или 1:1 000 000.

Методика определения почво-грунтов поверхности водосбора состоит из следующих этапов:

- выделение на почвенной карте основных категорий почво-грунтов путем обобщения контуров более детальных подразделений, показанных на почвенных картах и проведение контуров выделенных почвенных комплексов;
- перенесение этих контуров на топографическую карту с помощью проекта или по топографической ситуации карт;
- измерение площадей выделенных категорий почво-грунтов обычными способами и вычисление их в процентах от площади водосбора.

Точность определения этой гидрографической характеристики водосбора зависит от точности содержания почвенных карт и их масштаба. Учитывая возможности современных способов почвенного картографирования территорий и масштабов почвенных карт точность определения площади контуров отдельных типов почво-грунтов в пределах водосбора относительно невысока. В конечном счете эта характеристика может быть определена не точнее 5 % для больших водосборов (более 1-2 тыс. км²) и около 10 % для относительно малых водосборов (менее 1-2 тыс. км²) с увязкой по общей площади водосбора площадей всех категорий почво-грунтов.

С такой же точностью приводятся эти данные в таблицах гидрографических характеристик водных объектов со ссылкой в объяснениях к таблице на масштаб и год составления, использованных почвенных карт.

8 Порядок обновления гидрографических характеристик

С течением времени поверхность речных водосборов претерпевает изменения под воздействием естественных причин и хозяйственной деятельности человека; в различных районах эти изменения происходят по-разному и с различной интенсивностью. В связи с этим изменяются и значения гидрографических характеристик водных объектов и водосборов, полученные по топографическим и другим тематическим картам.

С точки зрения относительной стабильности или устойчивости гидрографические характеристики подразделяются на две основные группы: стабильные и динамичные.

К стабильным гидрографическим характеристикам с определенной степенью условности можно отнести: площадь водосбора, среднюю высоту водосбора, средний уклон склонов водосбора, состав почво-грунтов.

Все остальные гидрографические характеристики следует отнести к динамичным.

Динамичность гидрографических характеристик проявляется в изменении во времени их количественных показателей. Особенности источников получения и характер использования гидрографических характеристик в гидрологических расчетах определяют порядок их обновления.

Независимо от того, что не все гидрографические характеристики изменяются одновременно и одинаково, проверку и обновление их необходимо производить одновременно.

Необходимость обновления гидрографических характеристик водных объектов и водосборов появляется тогда, когда эти изменения начинают влиять на точность гидрографических расчетов.

В основном необходимость обновления гидрографических характеристик возникает при переиздании топографических карт. В отдельных случаях гидрографические характеристики могут быть уточнены в результате полевых гидрографических обследований.

Сроки обновления или исправления топографических карт назначаются в зависимости от динамичности природных объектов и явлений, изображаемых на них. Поэтому сроки обновления гидрографических характеристик, получаемых по топографическим картам, целесообразно обусловить периодичностью пересоставления и исправления этих карт.

Полное обновление всех гидрографических характеристик путем новых измерений по топографическим картам необходимо производить только с выходом новых пересоставленных и переизданных топографических карт. Если новое издание топографических карт осуществлено с частичными исправлениями, то производится лишь контрольная проверка основных, наиболее динамичных гидрографических характеристик (лесистость, распаханность, озерность и др.).

Прежде чем приступить к работам по определению (для новых постов), обновлению или исправлению гидрографических характеристик необходимо установить степень несоответствия изменения местности на старой и новой картах, характер и причины,

вызвавшие эти изменения.

Для анализа топографических карт наиболее удобен и производителен метод наложения.

Сущность метода наложения заключается в визуальном сопоставлении новой и старой карт, наложенных друг на друга и совмещенных по километровой, картографической сеткам или контурам. Этот способ позволяет достаточно быстро и точно выявить характер и объем изменений по несовпадению контуров различных объектов. На основе проведенного анализа топографических карт принимается окончательное решение о полном или частичном обновлении гидрографических характеристик.

Во всех случаях в таблицах гидрографических характеристик дается графа «использованные картографические материалы», в которой указывается год составления и масштаб новых картографических материалов, уровню состояния которых соответствуют приводимые гидрографические характеристики.

Приложение А

(рекомендуемое)

Определение длины реки по методу Ю.М. Шокальского

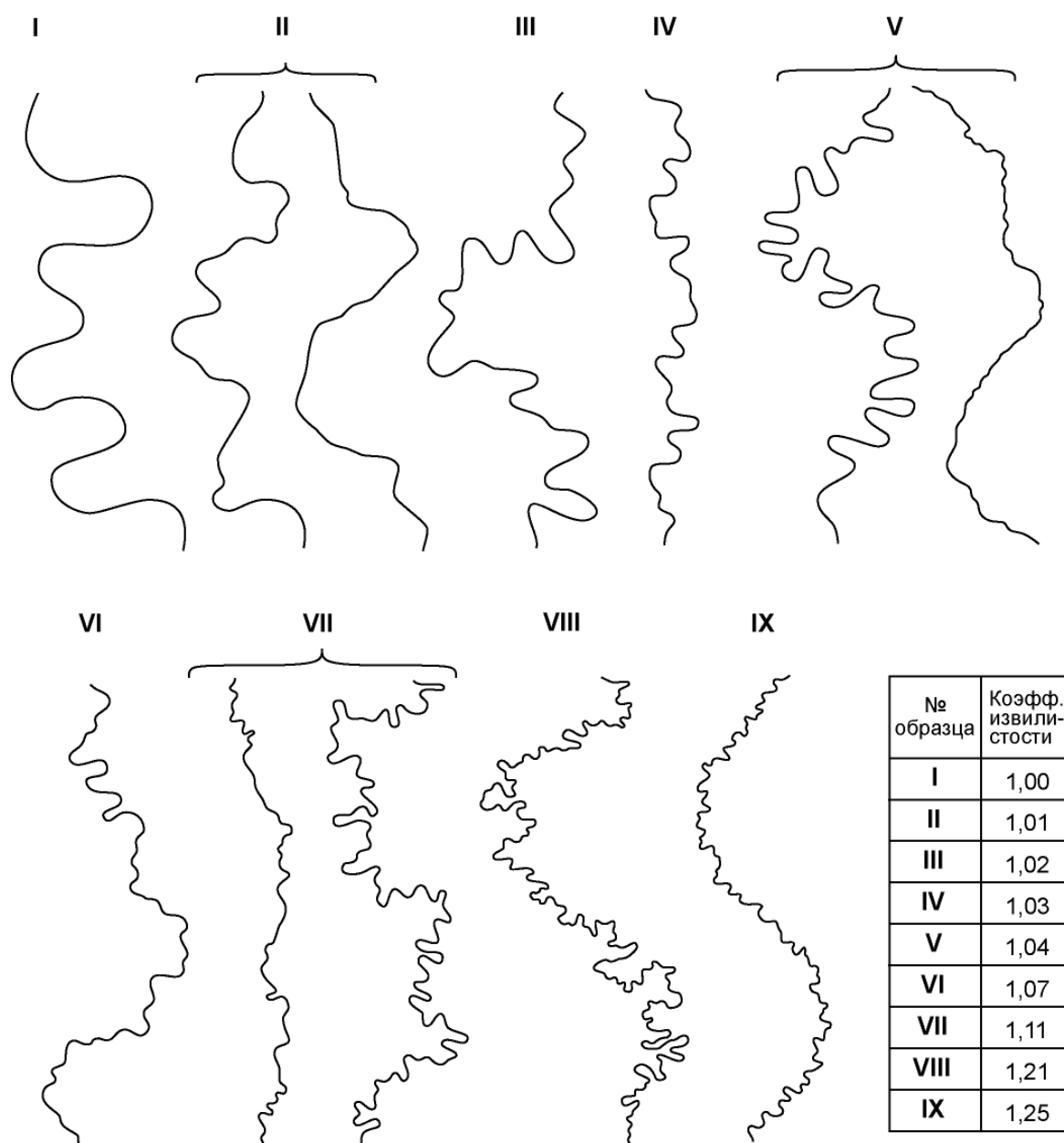


Рисунок А.1 – Образцы извилистости рек

Приложение В (обязательное)

Примеры определения гидрографических характеристик

Для более наглядной иллюстрации методик использования рекомендуемых в техническом кодексе способов определения гидрографических характеристик, а также правил вычисления характеристик и заполнения ведомостей ниже приводятся формы ведомостей и примеры их заполнения при определении и вычислении различных гидрографических характеристик (таблицы В.1-В.8).

Таблица В.1 – Ведомость измерения площади водосбора планиметром № 0590 с ценой деления 0,106715

Река-пункт	Номенклатура, масштаб, год издания карт	Отсчеты по механизмам планиметра			Измеренная площадь, км ²	Примечание
		по основному и дополнительному	разность отсчетов по основному и дополнительному	среднее значение отсчетов		
1	2	3	4	5	6	7
Цна - Дятловичи	N-35-113, 1:100 000,1986	3465 4469	1004	1007	107,5	Площадь водосбора в границах планшета N-35-113 разбита на две части
		5479 6489	1010			
	N-35-113, 1:100 000,1986	3576 5232	1656	1658	176,9	Площадь водосбора в границах планшета N-35-113 разбита на две части
		6891 8551	1660			
	N-35-114, 1:100 000,1986	0589 1997	1408	1406	150,0	
		3403 4807	1404			
	N-35-125, 1:100 000,1986	4832 6218	1386	1388	148,1	
		7609 8999	1390			
	N-35-126, 1:100 000,1974	0461 2083	1622	1621	173,0	Площадь водосбора в границах планшета N-35-126 разбита на три части
		3703 5323	1620			
	N-35-126, 1:100 000,1974	0499 1889	1390	1389	148,2	Площадь водосбора в границах планшета N-35-126 разбита на три части
		3277 4665	1388			
	N-35-126, 1:100 000,1974	0302 2063	1761	1760	187,8	Площадь водосбора в границах планшета N-35-126 разбита на три части
		3822 5581	1759			
	N-35-113, 1:100 000,1986	0554 0565	11	11	1,2	
		1022 1033	11			

1	2	3	4	5	6	7
Итого					1093	

Примечание – Определенная площадь водосбора р.Цна – Дятловичи составляет 1093 км², опубликованная площадь водосбора – 1100 км². Разница составляет 7 км², находится в пределах 5 % допустимого отклонения. Поэтому для створа р.Цна – Дятловичи принята площадь водосбора – 1100 км².

Таблица В.2 – Ведомость измерения длины реки (водотока)

Курвиметр № 113

Поправка курвиметра $\Delta k = -0,001$

Масштаб 1:100 000

Название водотока	Длина от истока до устья, см 1-е изм., 2-е изм., средн.	Поправка на длину с учетом Δk , см	Исправленная длина		Границы участка водотока	Высота концов участка, м БС	Длина участка реки, l_i изм., см					Поправка на невязку Δl_i	Исправленная длина участка		Расстояние границ участка от		Примечание
			см	км			1-е измерение	2-е измерение	среднее значение	поправка $\Delta k l_i$	длина с учетом $\Delta k l_i$		см	км	устья, км	истока, км	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
р.Щара	299	-0,299	299	299	Исток	185,7	3,5	3,5	3,5	0,0	3,5	-0,1	3,4	3,4	300,0	0,0	
	301	-0,301	301	301	д.Торчицы	182,7									296,6	3,4	
	300	-0,300	300	300	отметка	175,6	20,2	20,1	20,2	0,0	20,2	-0,5	19,7	19,7	276,9	23,1	
					отметка	170,7	14,6	14,2	14,4	0,0	14,4	-0,3	14,1	14,1	262,8	37,2	
					отметка	166,2	10,6	10,1	10,3	0,0	10,3	-0,2	10,1	10,1	252,7	47,3	
					д.Нетчин	157,6	25,5	25,6	25,6	0,0	25,6	-0,6	25,0	25,0	227,7	72,3	
					отметка	153,4	14,4	14,1	14,3	0,0	14,3	-0,3	14,0	14,0	213,7	86,3	
					отметка	151,7	5,6	5,6	5,6	0,0	5,6	-0,1	5,5	5,5	208,2	91,8	
					отметка	151,2	10,1	9,9	10,0	0,0	10,0	-0,2	9,8	9,8	198,4	101,6	
					отметка	150,3	9,8	9,9	9,8	0,0	9,8	-0,2	9,6	9,6	188,8	111,2	
					уст.кан.Зажарский	147,3	18,0	18,2	18,1	0,0	18,1	-0,4	17,7	17,7	171,1	128,9	
					д.Магилица	146,4	15,5	15,7	15,6	0,0	15,6	-0,4	15,2	15,2	155,9	144,1	
					отметка	142,4	8,8	8,8	8,8	0,0	8,8	-0,2	8,6	8,6	147,3	152,7	
					д.Углы	138,3	23,6	23,6	23,6	0,0	23,6	-0,6	23,0	23,0	124,3	175,7	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
р.Щара					д.Углы	138,3	23,0	22,9	22,9	0,0	22,9	-0,5	22,4	22,4	124,3	175,7	
					отметка	133,9									101,9	198,1	
					д.Шиловичи	132,2	5,3	5,3	5,3	0,0	5,3	-0,1	5,2	5,2	96,7	203,3	
					уст.р.Шея	132,0	2,4	2,2	2,3	0,0	2,3	-0,1	2,2	2,2	94,5	205,5	
					п.г.т.Слоним	129,7	8,8	8,6	8,7	0,0	8,7	-0,2	8,5	8,5	86,0	214,0	
					отметка	129,3	1,4	1,4	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4	1,4	84,6	215,4	
					отметка	126,3	12,4	12,1	12,2	0,0	12,2	-0,3	11,9	11,9	72,7	227,3	
					отметка	123,8	13,3	13,0	13,1	0,0	13,1	-0,4	12,7	12,7	60,0	240,0	
					отметка	117,3	22,9	23,0	22,9	0,0	22,9	-0,7	22,2	22,2	37,8	262,2	
					уст.р.Подъяворка	115,3	7,9	7,9	7,9	0,0	7,9	-0,2	7,7	7,7	30,1	269,9	
					отметка	114,8	3,7	3,6	3,6	0,0	3,6	-0,1	3,5	3,5	26,6	273,4	
					п.г.т.Щара	111,1	11,0	10,9	10,9	0,0	10,9	-0,3	10,6	10,6	16,0	284,0	
					отметка	109,9	3,4	3,5	3,5	0,0	3,5	0,0	3,5	3,5	12,5	287,5	
					устье	108,0	12,5	12,2	12,4	0,0	12,4	0,1	12,5	12,5	0,0	300,0	

Таблица В.3 – Ведомость определения средневзвешенного уклона логарифмическим способом

Расстояние от истока L, км 17,6 км

$\bar{I} = 0,82$

I ср. взв. = 0,81

р.Сушанка-Суша

Границы участка	Высота концов участка, м БС	Превышение h, м БС	Длина участка L_i , км	Средний уклон на участке I , ‰	LgI	L_i/L	$L_i/L * LgI$
Исток	165,0	7,6	7,9	0,9620	-0,0168	0,4489	-0,0075
отметка	157,4		9,7	0,7113	-0,1479	0,5511	-0,0815
п.г.т.Суша	150,5						

Таблица В.4 – Ведомость определения координат гипсографической кривой и средней высоты водосбора

Река-пункт, площадь водосбора F , км ²	Номер горизонтального сечения	Высота поверхности горизонтального сечения H_i , м	Площадь между горизонталями f_i , км ²	Площадь горизонтального сечения			Определение средней высоты водосбора		
				F'_i , км ²	F'_i , км ²	$\frac{F_i}{F} 100$, %	$\frac{1}{2}(H_i + H_{i+1})$	F_i , %	[8*9]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица В.5 – Ведомость определения среднего уклона водосбора

Река-пункт, площадь водосбора F , км ²	Отметки высот горизонталей H_i , м	Длина горизонталей l_i , км	$\frac{l_i + l_{i+1}}{2}$	$h_i = H_{i+1} - H_i$	[4*5]	$\bar{I}_B = \sum [6]/F$, ‰
1	2	3	4	5	6	7
р.Россь – Студенец $F=974$ км ²	256	0,0				30,5
	240	6,0	3,0	16	48,0	
	220	68,0	37,0	20	740,0	
	200	383,2	225,6	20	4512,0	
	180	598,0	490,6	20	9812,0	
	160	340,0	469,0	20	9380,0	
	140	88,0	214,0	20	4280,0	
	120	8,0	48,0	20	960,0	
			4,0	1,3	5,2	
	118,7	0,0			$\sum 29737,2$	

Таблица В.6 – Ведомость определения густоты речной сети

Название главной реки, пункты, длина реки L, км, площадь водосбора F, км ²	Название притоков	Куда и с какого берега впадает река	Длина притока l, км	Густота речной сети $\rho = \frac{L + \sum l}{F},$ км/км ²
р.Ольса – Бацевичи L = 62,0 F = 1520	Дулебка	Ольсу, лв	26,2	0,65
	Межанка	Дулебку, лв	5,7	
	Житинка	Дулебку, лв	2,2	
	Рожище	Ольсу, лв	6,1	
	Тереболь	Ольсу, лв	10,8	
	Тимень	Ольсу, пр	10,9	
	Сушанка	Ольсу, лв	21,6	
	Водоноска	Сушанку, пр	9,0	
	Гончанка	Ольсу, лв	11,1	
	Суша	Ольсу, лв	37,0	
	Пересопенка	Сушу, пр	16,2	
	Пересека	Пересопенка, пр	8,0	
	Ветковка	Сушу, лв	2,6	
	Без названия у д.Дубровка	Ольсу, пр	4,6	
	Без названия у д.Матевичи	Ольсу, пр	6,0	
	Несета	Ольсу, пр	39,0	
	Сеть мелиоративных каналов		701,6	
			$\sum l = 918,6$	

Таблица В.7 – Ведомость определения координат батиграфической кривой водоемов

Название, тип водоема, номенклатура, масштаб и год издания карт, площадь водосбора F _в , км ²	Номер уровенных поверхностей	Высота уровенных поверхностей H _i , м	Глубина уровенных поверхностей z _i , м	Площадь уровенных поверхностей F _i		Объем глубинных зон V _i , км ³	Объем воды до уровенных поверхностей V _и , км ³	Примечание
				см ²	км ²			
			0					
			2					

Таблица В.8 – Ведомость определения урбанизированности водосбора

Река – пункт, площадь водосбора F, км ²	Параметр	Объект урбанизации			Урбанизированность водосбора	
		населенные пункты и промышленные объекты	безрельсовые дороги		км ²	%
			автострады	шоссе		

Библиография

- [1] Водный кодекс Республики Беларусь от 15 июля 1998 г.
- [2] ВМО – № 168 Руководство по гидрологической практике. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. Том I, 2011.
- [3] Гидрологический словарь. А.И. Чеботарев. Л.: Гидрометеиздат, 1970.
- [4] Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь в 3 т. А.И. Бедрицкий. С.-П.: Летний сад, 2008, 2009.
- [5] Краткий топографо-геодезический словарь. Б.С. Кузьмин. М.: Недра, 1979.
- [6] Геодезия с основами инженерной графики. Ю.А. Федоров. С.-П.: Гидрометеиздат, 1995.
- [7] Геодезия. Н.И. Модринский. Л.: Гидрометеиздат, 1972.
- [8] Принципы и методы картометрии. Н.М. Волков. М.: АН СССР, 1950.
- [9] Картографический метод исследования. А.М. Берлянт. М.: МГУ, 1978.
- [10] Гидрология суши. Практикум. П.С. Лопух. Мн.: БДУ, 2004.
- [11] Практическая гидрология. А.А. Лучшева. Л.: Гидрометеиздат, 1976.

Зам. начальника управления – начальник
отдела регулирования гидрометеорологической
деятельностью и климата

П.И.Шерманов

Начальник Государственного учреждения
«Республиканский гидрометеорологический центр»

А.И.Полищук

Начальник сектора изучения и учета
изменений гидрографической сети
отдела гидрологии и государственного
водного кадастра

М.А.Асадчая

