
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

**РД
52.10.879 –
2019**

**РУКОВОДСТВО ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ
УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В МОРЕ**

Москва

2020

РД 52.10.879–2019

УДК 551.579:556.54

ББК 26.23 + 26.222.5

Р 85

РАЗРАБОТАНО Федеральным государственным бюджетным учреждением «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»)

РАЗРАБОТЧИКИ – И.В. Землянов, канд. физ.-мат. наук (руководитель разработки),
О.В. Горелиц (ответственный исполнитель)

СОГЛАСОВАНО: Управлением организации научных исследований и экспедиций (УНИЭ) Росгидромета 19.07.2019 г.; с Федеральным государственным бюджетным учреждением «НПО «Тайфун» Росгидромета (ФГБУ «НПО «Тайфун») письмом № 01-46/203 от 31.01.2019 г.

ОДОБРЕНО Ученым советом ФГБУ «ГОИН» 06.06.2019 г.

УТВЕРЖДЕНО Руководителем Росгидромета 23.07.2019 г.

ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 08.11.2019 № 579

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО головной организацией по стандартизации Росгидромета ФГБУ «НПО «Тайфун» 19.08.2019 г.

ОБОЗНАЧЕНИЕ РУКОВОДЯЩЕГО ДОКУМЕНТА РД 52.10.879–2019

ВЗАМЕН «Руководство по гидрологическому исследованию морских устьев рек. 1965 г.»

СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2025 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5

Р 85 РУКОВОДСТВО ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ УСТЬЕ-
ВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В МОРЕ : рук. док. / [разр. И. В. Землянов,
О. В. Горелиц]. – М.: ФГБУ «ГОИН», 2020. – 90 с.
ISBN 976-5-9500646-8-5

Настоящий руководящий документ устанавливает порядок проведения наблюдений для детального и специализированного исследования гидрометеорологического режима устьевых областей рек, впадающих в море. Приводится наиболее полный перечень характеристик режима и методы гидрометеорологического исследования устьевых областей, учитывающие специфику этого географического объекта, в т.ч. процессы водообмена и морфологию, русловые процессы, особенности развития гидрографической сети дельты.

Предназначено для устьевых станций, морских научно-исследовательских институтов (Росгидромет), а также для проектно-изыскательских и научных организаций, проводящих исследования и изыскания в устьевых областях рек, впадающих в море.

УДК 551.579:556.54

ББК 26.23 + 26.222.5

ISBN 976-5-9500646-8-5

© ФГБУ «ГОИН», 2020

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Сокращения.....	2
4 Общие положения.....	2
5 Устьевая наблюдательная сеть Росгидромета.....	6
6 Методы гидрологических исследований	8
7 Исследования метеорологических условий устьевой области реки.....	10
7.1 Общие положения.....	10
7.2 Элементы общих климатических условий устьевой области реки..	11
7.3 Элементы микроклиматических условий устьевой области реки...	15
8 Сток воды и его распределение по рукавам.....	17
8.1 Общие положения.....	17
8.2 Исследование режима стока непривливых устьевых областей рек.	18
8.3 Исследования приливных устьевых областей рек.....	22
9 Сток наносов и его распределение по рукавам.....	25
9.1 Общие сведения.....	25
9.2 Методы исследования режима стока наносов.....	26
10 Динамика гидрографической сети, рельефа дна устьевого взморья и русловые процессы.....	31
10.1 Общие сведения.....	31
10.2 Описание динамики гидрографической сети.....	32
10.3 Динамика речного бара и морского края дельты.....	35
10.4 Динамика рельефа дна устьевого взморья.....	36
10.5 Методы исследований русловых процессов.....	36
10.6 Стационарные и регулярные наблюдения.....	39
10.7 Наблюдения за образованием береговых прорывов.....	42
10.8 Наблюдения за процессами отмирания рукава.....	43
10.9 Наблюдения на речном баре.....	44
10.10 Наблюдения за динамикой морского края дельты и рельефа дна устьевого взморья	45
10.11 Наблюдения, связанные с исследованием заносимости каналов.	45
11 Уровень воды в устьевой области реки.....	46
11.1 Общие сведения.....	46
11.2 Методы исследований уровненного режима в непривливых устьевых областях рек.....	47
11.3 Методы исследований уровненного режима в приливных устьевых областях рек	51
11.4 Методы наблюдений.....	53
12 Течения на устьевом взморье.....	55
12.1 Общие сведения.....	55
12.2 Основные вопросы режима течений.....	56

12.3 Методы исследований и наблюдений течений.....	58
12.4 Анализ и обобщение материалов.....	61
13 Соленость воды в устьевых областях рек.....	62
13.1 Общие сведения.....	62
13.2 Основные вопросы режима солености.....	62
13.3 Методы исследований и наблюдений.....	63
14 Температура воды в устьевых областях рек.....	67
14.1 Общие сведения.....	67
14.2 Основные вопросы режима температуры.....	68
14.3 Методы исследований и наблюдений.....	68
14.4 Анализ и обобщение материалов.....	70
15 Ледовые явления.....	70
15.1 Общие сведения.....	70
15.2 Основные вопросы ледового режима.....	71
15.3 Методы исследований и наблюдений.....	72
15.4 Анализ и обобщение материалов о ледовых явлениях.....	79
16 Гидрохимический режим устьевых областей рек.....	79
16.1 Общие сведения.....	79
16.2 Основные задачи исследования.....	80
16.3 Методы исследований и наблюдений.....	80
17 Отчетность устьевых станций.....	81
Библиография.....	84

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

РУКОВОДСТВО ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В МОРЕ

Дата введения – 2020–07–01

1 Область применения

Настоящий руководящий документ устанавливает порядок проведения наблюдений для детального и специализированного исследования гидрометеорологического режима устьевых областей рек, впадающих в море. Приводится наиболее полный перечень характеристик режима и методы гидрометеорологического исследования устьевых областей, учитывающие специфику этого географического объекта, в т.ч. процессы водообмена и морфологию, русловые процессы, особенности развития гидрографической сети дельты.

В настоящем руководящем документе дается описание физических процессов в устьевой области, оцениваются их пространственно-временные масштабы, в соответствии с чем определяются методы исследований. Размещение пунктов, перечень параметров и частота наблюдений должны конкретизироваться в специально разработанной программе тематических исследований для каждой устьевой области реки в зависимости от поставленных целей и конкретных морфологических особенностей объекта.

В настоящем руководящем документе не рассматриваются специфические особенности исследования устьев рек, впадающих в море в полярных областях в зоне постоянного распространения вечной мерзлоты и ископаемых льдов.

Настоящий руководящий документ предназначен для устьевых станций, морских научно-исследовательских институтов Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), а также для проектно-изыскательских и научных организаций, проводящих исследования и изыскания в устьевых областях рек, впадающих в море.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

РД 52.10.324–92 Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек.

РД 52.10.764–2012 Водный кадастр Российской Федерации. Методические указания по составлению и подготовке к изданию многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек

РД 52.10.842–2017 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть I. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим руководящим документом целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов:

- нормативных документов Росгидромета – по РД 52.18.5–2012 «Перечень нормативных документов (по состоянию на 01.08.2012) и ежегодно издаваемому информационному указателю нормативных документов, опубликованному по состоянию на 1 января текущего года.

Если ссылочный нормативный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим руководящим документом следует руководствоваться заменённым (изменённым) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сокращения

В настоящем руководящем документе применены следующие сокращения:

- НИУ – научно-исследовательское учреждение;
- Росгидромет – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- СИ – средства измерений;
- УГМС – Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- УОР – устьевая область реки (впадающей в море);
- УС – устьевая станция;
- ФГБУ «ГОИН» – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова»

4 Общие положения

4.1 Устьевая область реки, впадающей в море (УОР), является особым географическим объектом, имеющим своеобразные морфологию, гидролого-гидрохимический режим, уникальный, часто аazonальный, ландшафт, и характеризующимся специфическими устьевыми процессами. К таким процессам относятся динамическое взаимодействие и смешение вод реки и моря, отложение и переотложение речных и частично морских наносов, приводящее к формированию дельты.

4.2 УОР представляет собой зону взаимодействия и смешения двух водных масс (пресной речной и соленой морской) с различными физическими и химическими свойствами. УОР имеет сложную гидрографическую сеть с разнообразными условиями поступления речных вод в море. Как часть реки УОР связана с бассейном реки, поэтому процессы формирования стока воды и

наносов, их объем и распределение, русловые и ледовые процессы, гидрохимический режим речных вод и другие факторы влияют на ее режим. Как часть прибрежной зоны моря она подвержена воздействию ветрового волнения, течений, изменений уровня моря, химического (солевого) состава вод и ледовых условий моря.

4.3 Согласно современным представлениям о районировании (Михайлов и др., 2018) в состав УОР может входить до четырех частей, различающихся по гидрологическим, морфологическим и экологическим признакам: устьевой участок реки, где преобладает речной гидрологический режим, дельта реки, эстуарий реки, устьевое взморье, где преобладает морской гидрологический режим.

Гидрологический режим и географические особенности этих частей УОР тесно связаны с режимом и особенностями примыкающего сверху (по течению) приустьевому участку реки, а снизу (по течению) – предустьевому пространству моря. Дельта реки может быть однорукавной, мало- или многорукавной. Верхней границей дельты служит ее вершина, нижняя граница дельты – это ее морской край. Устьевое взморье может быть открытым или полузамкнутым, приглубым или отмелым.

4.4 Границы УОР простираются от речной (верхней) границы до морской (нижней) границы.

Речная (верхняя) граница определяется по максимальной дальности распространения в реку колебаний уровня воды морского происхождения (приливов, нагонов) при меженном речном стоке, либо по месту, где начинается разветвление русла реки на дельтовые рукава, если колебания уровня моря затухают в дельте.

Морская (нижняя) граница выделяется по предельной дальности распространения в море зоны смешения речных и морских вод – условно по положению изогалины 90 ‰ от солёности воды сопредельной части моря при повышенном речном стоке, например, при расходах воды половодья 10 ‰-й обеспеченности.

4.5 Гидрографическая сеть УОР представляет собой совокупность естественных и искусственных, постоянных и временных водных объектов – водотоков и водоемов. Она характеризуется, с одной стороны, пространственной гидравлической и морфологической взаимосвязанностью водных объектов, с другой стороны – большой временной изменчивостью как сети в целом, так и отдельных ее элементов.

Водные объекты гидрографической сети УОР обычно делят на водотоки и водоемы. Среди водотоков выделяются рукава, протоки, ерики, выходные устья (банки, гирла и др.), среди водоемов – озера, полои, лиманы, ильмени, лагуны, кутлуки и др.

4.5.1 Рукавами называют крупные водотоки, отделяющиеся непосредственно от основного русла реки. Каждый рукав обычно имеет свою гидрографическую сеть.

4.5.2 Протоками называют водотоки, образующиеся в результате дробления рукавов. К протокам относят и небольшие водотоки, отделяющиеся непосредственно от реки или от основного рукава, но не достигающие моря, а впадающие в систему того или иного рукава. Одним из видов протоков являются прораны, которые образуются в дельтах рек в результате прорывов бровок русел рукавов.

4.5.3 Протоки разделяются на более мелкие водотоки – ерики. Часто ериками называют и мелкие водотоки, питающие отдельные водоемы. Большая часть ериков обычно расположена в нижней зоне дельты, где происходят наиболее активные процессы дельтообразования и формируется новая гидрографическая сеть.

4.5.4 Продолжение выходящего на отмелое устьевое взморье рукава или протока в виде русла, выработанного речным потоком, называется бороздиной, а при выходе на морском крае дельты – выходным устьем, банком или фарватером. Короткие водотоки в виде небольших проливов, соединяющих лиманы с морем, в некоторых устьевых областях рек называют гирлами.

4.5.5 Водоемы в дельте можно разделить на озера (ильмени, лиманы) и полои. Первые обычно заполнены водой в течение всего года и имеют относительно большие глубины. Вторые заливаются или подтапливаются только в период половодья и затем пересыхают. Озера делятся на внутридельтовые, речные и приморские (култушные, лиманные). Кроме того, в ряде дельт существуют почти постоянно залитые обширные пространства – разливы или водные пространства с обильной влаголюбивой растительностью (плавни). В большинстве случаев разливы обуславливаются катастрофическими явлениями, и продолжительность их существования зависит от величины испарения и фильтрации вод после прекращения поступления вод из водотоков. Плавни ежегодно пополняются водами половодья. Как правило, в половодье большая часть дельты заливаются и представляет собой единый водный объект.

Озера в УОР имеют различную соленость. Степень солености внутридельтовых водоемов зависит от вида питания, содержания солей в грунтовых водах и дельтовых отложениях, а также от количества солей, попадающих в котловину вследствие ветрового переноса и смываемых в озеро. Степень солености приморских водоемов зависит в основном от водо- и солеобмена их с морем.

- 4.6 УОР по гидролого-морфологическим признакам делятся на две группы:
- с приливами, в случае впадения реки в океан или открытое море;
 - без приливов, в случае впадения реки во внутреннее море.

Каждая из групп может иметь открытое отмелое, приглубое открытое или относительно узкое полузамкнутое устьевое взморье и однурукавную или многорукавную дельту реки (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 – Типизация устьевых областей рек РФ по гидрологическим и морфологическим признакам

Гидролого-морфологическая характеристика УОР	УОР побережья океанов и окраинных морей (приливные)						УОР внутренних морей (бесприлинные)					
	Приглубое Открытое		Отмелое Открытое		Эстуарий и/или относительно узкий залив		Приглубое Открытое		Отмелое Открытое		Лиман и/или относительно узкий залив	
Характеристика устьевого взморья	Одно-рукавная	Много-рукавная	Одно-рукавная	Много-рукавная	Одно-рукавный	Много-рукавный	Одно-рукавная	Много-рукавная	Одно-рукавная	Много-рукавная	Одно-рукавная	Много-рукавная
Характеристика дельты/эстуария	Устья малых рек	-	Устья малых рек	Сев.Двина Лена, Яна, Индигирка, Колыма	Онега, Мезень, Кулой, Амур, Пеганна	Печора, Обь, Енисей,	Устья малых рек	Кубань	Устья малых рек	Волга, Урал,	Однору- кавная	Много- рукавная
Примеры											Преголя, устья малых рек	Нева, Дон,

5 Устьевая наблюдательная сеть Росгидромета

5.1 Цель гидрометеорологических работ в УОР – постоянное слежение за гидрометеорологическими процессами для обеспечения оперативной и режимной информацией заинтересованных организаций. Для достижения поставленной цели в системе Росгидромета действует сеть специализированных подразделений – устьевых станций (УС).

5.2 УС организуют комплексное изучение режима УОР как единого целого.

В задачи УС входит:

а) постановка и выполнение тематических исследований, направленных на изучение происходящих в УОР процессов и получение гидрометеорологических характеристик для решения прикладных задач. При организации работы на новых объектах УС проводит целенаправленные исследования, в результате которых выявляются основные закономерности гидрологического режима, дается общая характеристика УОР.

Исследуются по возможности одновременно все или большинство гидрометеорологических элементов на устьевом участке реки и на устьевом взморье. Используются данные смежных с гидрологией дисциплин (климатологии, геологии, геоморфологии, гидрогеологии и др.);

б) проведение стандартных и тематических устьевых наблюдений, предусматриваемых основными и дополнительными программами для наблюдательных станций и постов разных типов и разрядов. Целью их является накопление длинных рядов наблюдений, используемых как для оперативного обслуживания, так и для получения режимных характеристик. Полученные материалы обобщаются в виде ежегодных научно-технических отчетов, ежегодников, многолетних сборников и др. Наблюдения проводятся по методикам, изложенным, в основном, в наставлениях и методических указаниях Росгидромета. УС могут быть поручены тематические и стандартные наблюдения в смежных с УОР областях. В УС проводятся также работы по совершенствованию методов наблюдения в УОР;

в) оперативное обеспечение потребителей текущей информацией – предупреждениями об опасных гидрометеорологических явлениях, гидрологическими прогнозами и справками о гидрологическом режиме УОР.

5.3 УС входят в морскую береговую гидрометеорологическую сеть прибрежной зоны окраинных и внутренних морей. УС имеет опорную сеть морских гидрометеорологических и гидрологических постов I, II и III разрядов, а также группу, проводящую экспедиционные наблюдения на гидростворах и океанографических разрезах. УС имеет инженерный состав и плавсредства, необходимые для решения поставленных задач.

Программа работ должна включать стандартные работы, а также дополнительные и специальные наблюдения. Программа работ УС разрабатывается по согласованию с Федеральным государственным бюджетным

учреждением «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова» (ФГБУ «ГОИН») и региональными морскими научно-исследовательскими учреждениями (НИУ) Росгидромета и утверждается в установленном порядке.

5.4 В административном отношении УС подчиняется Управлению по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), в научно-методическом – региональному морскому НИУ Росгидромета. Общее научно-методическое руководство осуществляет ФГБУ «ГОИН».

Научно-исследовательские институты для научно-технического руководства УС выделяют кураторов. Для руководства научно-исследовательскими работами НИУ Росгидромета (в соответствии с профилем работы) назначают, по обращению УГМС, научных руководителей.

5.5 УС и прикрепленные к ней посты выполняют:

а) комплекс стандартных стационарных метеорологических наблюдений (за температурой и влажностью воздуха, характеристиками ветра, атмосферным давлением, температурой почвы, видимостью, высотой нижней границы облачности, а также количеством нижней и общей облачности и формами облаков);

б) комплекс стандартных стационарных морских гидрометеорологических наблюдений (за уровнем моря, температурой воды, соленостью воды, химическим составом воды, состоянием льда, волнением) в соответствии с РД 52.10.842;

в) комплекс экспедиционных наблюдений (за температурой и соленостью воды, течениями, волнением, цветом и прозрачностью воды, загрязняющими веществами, толщиной льда, высотой и плотностью снега на льду и характеристиками метеорологических элементов: направлением и скоростью ветра, температурой и влажностью воздуха, горизонтальной видимостью в сторону моря и суши и атмосферными явлениями) в соответствии с утвержденной программой;

г) комплекс стандартных (стационарных в соответствии с РД 52.10.324 и экспедиционных в соответствии утвержденной программой) гидрологических наблюдений в устьевых водотоках (за стоком воды, уровнем воды, стоком наносов, температурой воды, ледовым режимом, химическим составом воды);

д) комплекс стандартных (стационарных и экспедиционных) гидрологических наблюдений в устьевых водоемах – озерах, лиманах и др. – при их наличии (за уровнем воды, температурой воды, волнением, ледовым режимом, химическим составом воды) в соответствии с утвержденной программой;

е) комплекс дополнительных устьевых наблюдений (за уровнем воды, русловыми деформациями, ледовым режимом);

ж) комплекс наблюдений за опасными и стихийными явлениями;

з) комплекс тематических экспедиционных устьевых наблюдений (за распределением стока воды по рукавам дельты, проникновением в них соленых вод, заливанием дельты, динамикой гидрографической сети дельты и др.).

Перечень наблюдаемых параметров, частота наблюдений и методы исследований указываются в утверждаемой (см. 5.3) программе тематических работ в соответствии с поставленными задачами.

5.6 Большинство устьевых гидрометеорологических наблюдений основано на измерениях. Каждое измерение должно производиться с помощью приборов и оборудования, т.е. технических средств, отвечающих требованиям метрологии.

Технические средства наблюдений составляют СИ, размещаемые на береговых местах наблюдений в устьевых водотоках и водоемах, в прибрежной зоне, на заякоренных буйах, на специальных платформах и плавсредствах, а также на воздушных судах.

Использование в практике устьевых работ СИ гидрологических и метеорологических характеристик должно осуществляться под метрологическим контролем, функции которого возложены на службу СИ соответствующего УГМС.

Погрешность СИ оценивается при его первичной поверке после изготовления и путем периодических проверок в процессе его эксплуатации. Период поверки устанавливается при утверждении типа СИ в соответствии с приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015.

Использование серийно изготавливаемых СИ без метрологического обеспечения не допускается. Должны применяться СИ, внесенные в Государственный реестр СИ.

6 Методы гидрологических исследований

6.1 При гидрологических исследованиях УОР применяют стандартные методы согласно РД 52.10.842, РД 52.10.324 и специальные методы, которые выбираются в соответствии с особенностями объекта и процесса.

6.2 Гидрологический режим устьевого участка реки нарушается вследствие влияния приливов и непериодических колебаний уровня моря, вызываемых общими анемобарическими факторами и местным ветром. В основном режим уровня, скорости течений, распределение стока воды и наносов, а также проникновение морских вод связаны с приливами и сгонно-нагонными явлениями. Поэтому методы исследования гидрологического режима устьевого участка реки должны учитывать направление и ход процессов, вызванных этими явлениями.

6.3 Русловые процессы, динамика гидрографической сети УОР протекают значительно быстрее, чем в реках. Исследования этих процессов проводятся специальными гидрографическими «русловыми» партиями или группами.

6.4 Изучение гидрологического режима УОР, особенно в малонаселенной и труднодоступной местности, требует больших затрат средств, сил и времени, поэтому, кроме наблюдений, целесообразно применение дистанционных методов исследований и методов моделирования.

Наиболее эффективным применение данных дистанционного зондирования Земли из космоса может быть при картировании, изучении деформаций, русел, определении площади затопления, а также при проведении промерных работ и т. д.

6.5 Устьевое взморье отличается от других районов моря значительными и относительно быстрыми изменениями гидрологических характеристик во времени и в пространстве. Обычно на устьевом взморье существуют зоны больших горизонтальных и вертикальных градиентов этих характеристик. Кроме того, под действием ветра, приливов, нагонов, сгонов и стока реки возникают кратковременные изменения гидрологических характеристик. В этих условиях выполнение гидрологических разрезов или съемок одним или двумя судами не дает сравнимой характеристики гидрологических элементов и их изменчивости в пространстве и во времени. Помимо съемок и разрезов необходимо организовывать стационарные точки наблюдений, оснащенные автоматизированными наблюдательными комплексами (плавымаки, посты на свайном основании, буйковые станции, автономные самописцы).

6.6 Для изучения кратковременных явлений, происходящих на устьевом взморье, необходимо сочетать разовые и многосерийные наблюдения. По полученным данным в дальнейшем строят графики краткосрочных изменений элементов гидрологического режима при выполнении многосуточных станций и вносят соответствующие коррективы в данные разрезов.

В районах больших горизонтальных и вертикальных градиентов гидрологических элементов вместо многосуточных станций можно выполнять короткие (3–5 миль) разрезы, продолжительность которых должна быть не более двух часов. Это дает возможность исследовать изменчивость гидрологических элементов одновременно и во времени и в пространстве.

На приливном взморье, где гидрологические характеристики имеют четко выраженный полусуточный или суточный ход, съемки не дают хороших результатов, поэтому исследование необходимо проводить путем выполнения многосерийных станций в характерных районах взморья с учетом различных фаз стока, ветровых условий и полумесячных приливных циклов (сизигии, квадратуры и промежуток).

Все гидрологические, гидрохимические и метеорологические исследования в пунктах многосуточных станций должны быть по возможности комплексными.

П р и м е ч а н и е — Здесь (в этом разделе) станцией называется комплекс наблюдений в определенной географической точке.

6.7 Большинство пунктов многосерийных наблюдений остаются опорными в течение нескольких лет, другие же могут быть перенесены с одного места на другое. Многосерийные опорные станции выполняются ежегодно по несколько раз в навигацию или ежемесячно (в зависимости от возможностей УС и с учетом сезонного хода гидрометеорологических элементов). Однако время наблюдений должно приурочиваться к погодным условиям, при которых наблюдения проводились реже всего.

6.8 Для исследований гидрологического режима зимой на устьевом взморье следует организовать зимние многосуточные станции со льда. Продолжительность работы такой станции определяется задачами исследования и возможностями.

Многосуточные станции дают также возможность получить максимальные величины течения, волнения, мутности и др., что важно для современных потребителей.

Организация зимних многосуточных станций позволяет исследовать водообмен, теплообмен и солеобмен подо льдом между различными частями взморья, а также исследовать влияние стоковых течений на режим взморья.

6.9 Применение новой техники и новых методов исследований УОР дает возможность комплексного изучения гидрологического режима. В результате такого изучения можно получить данные об изменении гидрологических элементов в пространстве по глубине и во времени почти при любом состоянии погоды, а также сведения для установления зависимостей между гидрометеорологическими элементами и для разработки методов расчета и прогноза.

Расположение пунктов наблюдений и станций на устьевом взморье следует планировать в соответствии с общим движением водных масс и с типичными и характерными для рассматриваемого взморья особенностями комплекса гидрологических явлений.

6.10 Методы гидрологического исследования определяются исходя из типичных черт и особенностей конкретной УОР и происходящих в ней процессов.

7 Исследования метеорологических условий устьевой области реки

7.1 Общие положения

Для изучения гидрометеорологического режима УОР необходимо описание общих климатических и микроклиматических условий УОР, исследование взаимосвязей, существующих между метеорологическими и гидрологическими элементами режима, а также проведение метеорологических наблюдений для целей информации о состоянии погоды и прогнозирования.

Общая климатическая характеристика УОР дается в соответствии с ее географическим положением, а микроклиматическая — в соответствии с наличием в данной УОР различных микроландшафтных зон. Для этих исследований используются данные метеорологических станций, расположенных непосредственно на территории УОР и на соседних с ней территориях. Кроме того, организуются специальные стационарные и экспедиционные исследования микроклимата с целью получения микроклиматического районирования УОР, выявления воздействия местных климатических особенностей на гидрологический режим и для выбора (при необходимости) места специальной метеостанции данной зоны.

7.2 Элементы общих климатических условий устьевой области реки

7.2.1 Ветер и атмосферное давление

Приводятся общие условия атмосферной циркуляции над данным районом, преобладающие воздушные массы, например, континентальный или морской воздух умеренных широт, тропические воздушные массы и др. При этом важно указать их повторяемость в различное время года, продолжительность, направление вторжений и условия погоды, связанные с такими вторжениями (резкие похолодания, метели, засухи и др.). Следует отметить также сезонную смену ветров и указать, какие именно воздушные потоки обуславливают наибольшие изменения температуры и выпадение осадков.

Для характеристики общих условий атмосферной циркуляции следует указать распределение барических полей над территорией, их годовую изменчивость, привести данные о годовом ходе давления воздуха.

Необходимо указать количественные характеристики ветрового режима:

- а) повторяемость направлений ветра и штилей (средняя месячная и в различные часы суток);
- б) повторяемость ветра различной скорости по градам; и
- в) повторяемость ветра различной скорости по направлениям.

Необходимо выделить те направления ветра, которые оказывают наибольшее влияние на гидрологические процессы, например основные направления ветра, при которых происходят сгоны и нагоны, развивается волнение и др.; привести данные повторяемости этих ветров, их скорости. Следует также охарактеризовать штормовые ветры (выше 15 м/с), их максимальные скорости, преобладающее направление и влияние на гидрологический режим.

Розы ветров строятся по данным многолетних наблюдений в различных районах УОР.

7.2.2 Температура воздуха

При описании температурного режима УОР необходимо уделить внимание тем температурным данным, которые характеризуют не только общие климатические, но и гидрологические условия данного района. Это средняя месячная и годовая температура воздуха, время наступления максимума и минимума и суточные амплитуды (эти характеристики особенно важны для районов с резко континентальным климатом), межсуточная и межгодовая изменчивость (последние показывают изменения условий погоды от года к году в исследуемом районе), средние и абсолютные минимальные и максимальные температуры воздуха.

Приводятся данные о накоплении сумм тепла и холода по суммам среднесуточных температур через градации кратные 5° (ниже -15°C , -10°C , -5°C и 0°C , и выше 0°C , 5°C , 10°C , 15°C) и даты перехода среднесуточных температур через 5°C (весной и осенью) и число дней с температурой, превышающей эти пределы. Здесь же необходимо привести даты перехода средних суточных температур через 0°C , 5°C , 10°C , 15°C и суммы температур выше 0°C , 5°C , 10°C , 15°C различной вероятности.

Специальной задачей является сопоставление годового и суточного хода температуры воздуха с ходом температуры воды в реке и на взморье для различных сезонов года.

Для характеристики и прогнозов ледового режима указываются даты первого и последнего заморозка, продолжительность безморозного периода (в днях), а также продолжительность периода с устойчивыми морозами (для районов с суровыми зимами). Следует также указать даты первого и последнего заморозков различной вероятности.

Для южных районов приводятся данные о числе дней с морозами, в тех районах, где часто наблюдаются оттепели, необходимо указать число дней с оттепелью.

7.2.3 Атмосферные осадки

Анализируя режим осадков, необходимо указать среднюю годовую и месячные суммы осадков, отметить степень увлажнения данного района в различное время года. Для характеристики засушливости и достаточности увлажнения следует рассмотреть соотношение осадков и испарения, указать особенности распределения осадков по сезонам года и основные типы осадков (ливневые, обложные, морозящие, твердые и жидкие).

При описании режима осадков необходимо учитывать их роль в формировании климатических и гидрологических условий УОР и анализировать причины, обуславливающие неравномерное распределение осадков по территории, особенно в условиях пересеченной местности, где количество осадков зависит не только от общих для всей устьевой области синоптических причин, но и от местных особенностей рельефа, распределения ветровых потоков, прогрева почвы, ее увлажнения и испарения с ее поверхности.

Указываются максимальные и минимальные суммы осадков в отдельные годы и месяцы, наибольшее суточное количество осадков по месяцам и за год (в мм), наибольшую величину из средних суточных значений интенсивности осадков, максимальную интенсивность осадков за весь период наблюдений, повторяемость бездождевых периодов различной продолжительности: 11–15, 16–20 дней и т. д.

Важной характеристикой является среднее число дней в месяце с осадками различной величины ($>0,1$; $0,5$; $>1,0$; $2,0$; $5,0$; $10,0$ мм и т. д.), повторяемость дождливых периодов различной продолжительности и месячное и годовое количество осадков различной вероятности.

Приводятся данные о повторяемости твердых, жидких и смешанных осадков, их количестве в процентах от общего количества осадков. Необходимо указать среднюю декадную высоту снежного покрова (в см), средние даты появления и исчезновения снежного покрова, даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова (среднюю, самую раннюю, самую позднюю), а также привести среднюю и абсолютную максимальную высоту снежного покрова.

7.2.4 Влажность воздуха

При описании режима влажности приводятся среднемесячные и годовые величины абсолютной влажности, относительной влажности и недостатка насыщения, характеристики суточного хода (данные по срокам).

Для характеристики сухости и увлажнения воздуха в различное время года необходимо указать по месяцам повторяемость (число дней) относительной влажности воздуха меньше 30 % (в любой из сроков наблюдений) и больше 80 % (в 13 часов).

Необходимо также привести данные об абсолютном минимуме относительной влажности в весенне-летний период.

При исследовании распределения влажности воздуха в устьевой области важно отметить, наблюдается ли убывание влажности воздуха по мере удаления от моря и центральных районов дельты.

7.2.5 Туманы

При описании туманов в устьевой области следует указать не только их повторяемость, интенсивность и устойчивость, но и выяснить их происхождение, так как эти данные необходимы для успешного прогнозирования и оценки вероятности образования туманов в различное время года.

Для выявления периода с наибольшей повторяемостью туманов указываются среднее, наибольшее и наименьшее число дней с туманом в каждом из месяцев и в году, а также среднюю продолжительность туманов в часах и повторяемость туманов различной продолжительности (<3 , $3-6$, $6-12$, $12-18$ ч и т. д.).

Для характеристики суточного хода туманов необходимо привести данные об их повторяемости и интенсивности (сильный, слабый) по срокам наблюдений.

7.2.6 Температура почвы

При исследовании температуры почвы необходимо прежде всего отметить особенности почвы в данном районе (естественный покров почвы, ее цвет, шероховатость, структура, увлажнение и др.).

Надо указать также наличие растительного покрова летом и снежного покрова зимой, так как все эти факторы сильно влияют на режим температуры почвы.

Следует привести среднюю месячную и годовую температуру поверхности почвы и на различных глубинах, максимальную и минимальную температуру почвы на поверхности и на глубинах по срочным наблюдениям, амплитуду колебаний, характеристики суточного хода температуры почвы.

Особое значение имеют даты первого и последнего заморозка на поверхности почвы и продолжительность безморозного периода, а также даты наступления первой и последней отрицательной температуры почвы на различных глубинах и глубину проникновения температуры 0 °С в почву (в сантиметрах).

Для районов вечной мерзлоты необходимо привести данные о сроках оттаивания почвы на различных глубинах.

Данные о температуре почвы на различных глубинах нужны также для изучения радиационного и теплового баланса в районе дельты.

7.2.7 Облачность и продолжительность солнечного сияния

Для характеристики облачного покрова в районе УОР прежде всего приводятся средние месячные и годовые оценки количества облаков (общей и нижней облачности в баллах), а также процентную повторяемость ясного (0–2 балла), полужасного (3–7 баллов) и пасмурного неба (8–10 баллов) по общей и нижней облачности.

Для характеристики суточного хода облачности нужны такие данные по каждому сроку наблюдений в отдельности, а также данные о числе ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности в каждом месяце, и, наконец, данные о повторяемости основных форм облаков в различное время года по месяцам.

В УОР с ярко выраженным изменением микроклимата от устьевого взморья к речной границе необходимо проследить наблюдающиеся изменения в облачном покрове (общего количества и формы облаков) на этих участках.

С облачным покровом тесно связаны также данные о продолжительности солнечного сияния. Они особенно важны для расчетов радиационного и теплового баланса дельты реки.

В этом разделе необходимо привести данные о средней продолжительности солнечного сияния (в часах) по месяцам и в среднем за

сутки, данные о числе дней без солнца по месяцам и за год и числе дней с непрерывной инсоляцией для выделения времени года, когда преобладает та и другая погода. При наличии многолетних наблюдений можно также привести повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния (в часах) по градациям 0–2, 3–5, 6–8, 9–11 и т. д.

Кроме абсолютной продолжительности солнечного сияния в часах, необходимы ежемесячные и годовые данные об относительной продолжительности инсоляции в процентах от наибольшей возможной. Эта последняя характеристика вычисляется как отношение числа часов солнечного сияния к числу светлых часов в сутки (от восхода до захода солнца).

7.3 Элементы микроклиматических условий устьевой области реки

7.3.1 Общие положения

В УОР, включающих дельту и имеющих значительную площадь, создается местный режим тепла, влажности, испарения и ветра, отличающийся от режима окружающей ее климатической области.

Микроклиматические условия таких УОР имеют существенное практическое значение для сельского хозяйства, рыборазведения, навигации и авиации.

7.3.2 Ветровой режим

При описании микроклиматических условий ветрового режима следует привести:

- а) распределение средних скоростей ветра по УОР в различное время года (в изолиниях);
- б) изменение скоростей и направлений воздушных потоков под влиянием берегов и от морского края к вершине дельты;
- в) бризовые ветры, зависимость степени их развития от сезона, основные их направления в различных районах, вертикальное и горизонтальное распространение бризовой циркуляции.

7.3.3 Режим облачности

При описании микроклиматических особенностей в распределении облачности, туманов и атмосферных осадков указывают следующие параметры:

- а) повторяемость различных форм облаков по сезонам в отдельных районах УОР (над дельтой и ее берегами, над устьевым взморьем и предустьевым пространством моря);
- б) повторяемость случаев размывания и испарения облачного покрова, а также развития и распространения облаков;
- в) густота, устойчивость и происхождение местных туманов в районе в различное время года над водой и над берегами;

г) распределение атмосферных осадков, выпадающих в различных районах УОР по сезонам, причины, вызывающие неравномерность в выпадении осадков.

7.3.4 Температура воздуха

При описании микроклиматических изменений температуры воздуха следует привести:

а) изменение температуры воздуха в различное время года по направлению от вершины устьевого участка реки к морскому краю дельты и над устьевым взморьем;

б) сезонные различия в температуре воздуха над УОР;

в) сравнение суточного и годового хода температуры воздуха в УОР и в окружающих районах, сравнение максимальных и минимальных температур воздуха над водной поверхностью моря и УОР, а также над сушей;

г) типы вертикального распределения температуры в прилегающих к земной поверхности слоях воздуха (над водой и над берегами) в различное время года;

д) характеристика влияния растительности в дельте на температуру воздуха.

7.3.5 Влажность воздуха

При описании микроклиматических особенностей распределения влажности воздуха следует указать:

а) изменение влажности воздуха в различное время года по направлению от вершины УОР к морю;

б) особенности суточного хода относительной и абсолютной влажности воздуха в отдельных частях УОР по сравнению с окружающей местностью, сравнение максимумов и минимумов относительной влажности над водами и над сушей;

г) изменение абсолютной влажности воздуха с высотой над водами и над сушей.

7.3.6 Температура воды и почвы

При описании микроклиматических особенностей распределения температуры воды и температуры почвы следует привести:

а) распределение температуры в водах устьевого участка реки и устьевого взморья в различное время года (желательны изотермы месячных температур воды);

б) сравнение температуры воды с температурой поверхности почвы на берегах (по сезонам);

в) суточный ход температуры воды и температуры поверхности почвы в различное время года в отдельных районах УОР;

г) сравнение годового хода температуры воды у берегов и по живому сечению устьевых водотоков.

7.3.7 Характеристика величины испарения

При описании микроклиматических особенностей режима испарения приводятся следующие характеристики:

- а) характеристика дефицита влажности при температуре водной поверхности и при температуре поверхности почвы в различное время года;
- б) характеристика величины испарения по данным о дефиците влажности и скорости ветра;
- в) характеристика испарения по данным испарительных бассейнов.

7.3.8 Агрометеорологическая характеристика

Агрометеорологическая характеристика УОР, главным образом в южных районах, составляется совместно со специалистами, ведущими почвенно-геоботанические исследования.

Агрометеорологические исследования направлены на удовлетворение запросов местного сельского хозяйства.

8 Сток воды и его распределение по рукавам

8.1 Общие положения

8.1.1 Речной сток – наиболее важный и постоянно действующий фактор, оказывающий влияние на устьевые процессы. Поступающий сток определяет направление основного сосредоточенного стока, вызывающего наиболее активные процессы трансформации УОР. Перераспределение стока изменяет режим уровня и условия заливания, от которых зависят условия хозяйственной деятельности в пределах УОР.

8.1.2 От морфологии и рельефа УОР зависит регулирующее действие поймы, развитие озер, болот, ильменей и плавней. Геологическое строение УОР определяет величину потерь на фильтрацию и подземный сток, а также интенсивность эрозионной деятельности потока.

8.1.3 Приливы и отливы, нагоны и стоны создают неодинаковый подпор водам рукавов УОР и оказывают различное гидродинамическое воздействие, особенно в период межени, что отражается на процессах перераспределения стока. Различия в условиях замерзания водотоков дельты и устьевого взморья определяют неоднородность условий протекания вод в разных рукавах, что также влияет на перераспределение стока. Полное или частичное изменение естественного режима стока в УОР (при этом в относительно короткое время) обычно вызывается созданием различных гидротехнических сооружений и водохозяйственными мероприятиями (строительством плотин, водохранилищ, дамб, вододелителей и др.). В УОР большую роль играют дноуглубительные

работы на барах, а также каналы и прорези, привлекающие часть стока из смежных рукавов.

8.2 Исследование режима стока непривливаемых устьевых областей рек

8.2.1 Элементы режима стока

Распределение расходов по водотокам необходимо исследовать одновременно с другими элементами гидрологического режима (особенно твердого стока и русловых процессов). Исследуются:

- а) режим стока во входном створе на верхней границе УОР, зависимость его от стока на приустьевом участке реки;
- б) распределения стока по главным рукавам;
- в) распределение стока в системе главного рукава: общее распределение по водотокам системы, распределение по длине главного рукава, основное современное направление стока рукава – отток стока в правые и левые ответвления из главного рукава;
- г) распределение стока на морском крае дельты и по фарватерам устьевого взморья;
- д) водообмен между водотоками, с водоемами УОР (озерами, ильменями, лиманами, лагунами, поляями и др.);
- е) исследование распределения стока в отдельных узлах разветвления и на बारे.

8.2.2 Режим стока на верхней границе устьевой области реки

8.2.2.1 Для входного створа на верхней границе УОР должна быть получена как можно более полная характеристика режима стока:

- а) среднегодовая величина стока за расчетный ряд и ее изменчивость (обеспеченность и повторяемость);
- б) максимальный и минимальный сток;
- в) сезонные колебания стока;
- г) потери или увеличение стока (если они имеются) на участке от замыкающего речного створа до рассматриваемого входного створа в дельту, если эти створы не совпадают.

8.2.2.2 При наличии или проектировании гидротехнических сооружений рассматривают влияние последних на распределение стока и рассчитывают будущий сток определенной обеспеченности, используя данные проектных организаций, и кривые $Q=f(H)$, где Q – расход, H – уровень.

8.2.2.3 При наличии длинного ряда наблюдений подсчет многолетней величины стока не вызывает затруднений. Однако часто для входного створа УОР такой ряд наблюдений отсутствует. В этом случае приходится связывать величины стока в этом створе с данными других гидростворов, расположенных выше.

8.2.2.4 При анализе межгодовой изменчивости стока следует рассматривать не только полный расчетный ряд, но, по возможности, и отдельно различные периоды – маловодные, многоводные.

8.2.2.5 Наиболее важным гидрологическими характеристиками являются величины максимального и минимального стока, поступающего в УОР. От максимальных величин стока зависит заливаемость, ее изменения и связанные с этим русловые процессы и переформирование гидрографической сети. Для исследования заливания важно сравнить продолжительность стояния максимальных расходов в днях с продолжительностью времени добега пика половодья от верхней границы УОР до морского края.

8.2.2.6 Для различных проектных организаций, связанных с мелиорацией дельт, часто требуются подсчеты обеспеченности и продолжительности максимальных среднесуточных и среднедекадных расходов. Для целей судоходства, водоснабжения и забора воды различными промышленными объектами (ТЭЦ, заводами и др.) необходимо давать характеристики минимальных среднесуточных и среднедекадных расходов воды, их обеспеченность и повторяемость.

8.2.2.7 При анализе сезонных колебаний стока, кроме общей характеристики за весь год, дают характеристику стока за период ледостава и по отдельным фазам (весеннюю межень, половодье, летне-осеннюю межень и др.). Особое внимание следует обращать на колебания расходов в осенний предледоставный и весенний послеледаоставный периоды в реках, замерзание которых начинается с верховья, а вскрытие с низовья. При установлении ледостава на вышележащих участках увеличивается сопротивление потоку, создается подпор и накапливаются воды в русле, вследствие этого расходы ее на нижележащих участках резко уменьшаются.

8.2.2.8 Если замыкающий створ в реке не совпадает с входным на устьевом участке, следует проанализировать потери вод, а также причины задержания стока на этом участке.

8.2.2.9 Анализировать материалы естественного и зарегулированного режимов следует отдельно. Сравнивая оба режима, необходимо отмечать существенные отличия в их влиянии на природу и хозяйство дельты. При проектировании гидротехнических и других сооружений выше устьевой области следует рассмотреть возможные изменения в режиме стока.

8.2.3 Распределение стока по главным рукам

8.2.3.1 Обычно УОР можно разбить на отдельные части, включающие соответствующие системы водотоков главных рукавов. Исследование распределения стока по главным рукам следует начинать с распределения расходов по рукам этих рукавов.

8.2.3.2 Распределение расходов по главным рукам зависит не только от стока, приходящего сверху, но и от возможной их пропускной способности на всем протяжении. Ряд лет и даже десятилетий распределение расходов воды

рукавов может оставаться почти неизменным, таким образом, влияние всех факторов, кроме влияния величины поступающего стока сверху, также остается постоянным. Изменения происходят только по амплитуде уровня или расхода. Зная эти изменения, можно судить о живучести того или иного рукава. Достаточно резкое увеличение доли расхода рукава в межень и уменьшение доли расхода в половодье указывает на большую активность этого рукава. Обычно увеличение доли расхода в межень присуще рукаву с более свободным выходом в море.

8.2.3.3 Небольшая доля расхода мутных вод весной и большая доля расхода чистых вод в межень благоприятны для жизни рукава. Повышенные скорости течения в межень приводят к смыву наносов мелких фракций. Наличие крупных наносов или трудно размываемых грунтов в рукаве указывает на его большую активность и равномерность скоростного режима.

8.2.3.4 При наличии данных следует рассчитывать среднемесячные, сезонные и многолетние величины стока. Целесообразно и весьма важно при этом рассматривать распределение расходов за отдельные периоды, например по пятилетиям или десятилетиям. В большинстве случаев данные о расходах оказываются за разные периоды неодинаковыми. В таких случаях дается приближенная характеристика распределения расходов по водотокам.

При увеличении годовой доли стока рукава кривая $Q=f(H)$ в межень сдвигается влево, а в половодье – вправо. Это имеет большое значение для судоходства и при расчетах заливаемости УОР.

8.2.4 Распределение стока в системе главного рукава

8.2.4.1 Исследование распределения стока в системе главного рукава аналогично исследованию распределения стока по главным рукавам. Предварительно составляют таблицы и строят графики распределения, а также составляют схемы распределения расходов по водотокам для различных отметок уровня или различных величин расходов воды определенной обеспеченности в истоке рукава.

8.2.4.2 Для установления возможных будущих основных направлений стока следует проанализировать распределение расходов по длине главных рукавов и стока в правобережную и левобережную части.

8.2.4.3 В некоторых УОР значительное влияние на перераспределение стока оказывают сгонно-нагонные явления. Однако это перераспределение происходит только в период действия этих явлений.

8.2.4.4 Графики распределения относительных (в процентах от расхода в вершине УОР или в истоке рукава) расходов воды по водотокам дают возможность рассчитать будущее перераспределение расходов в случае зарегулирования стока. Для этого необходимо иметь данные проектных организаций о планируемых пусках воды в нижний бьеф ГЭС.

8.2.5 Распределение стока воды на морском крае и по фарватерам устьевых взморья

8.2.5.1 В результате исследования режима устьевых взморья важно получить расчет распределения стока на морском крае. Сосредоточенность стока на отдельных направлениях определяет условия движения и смешения вод на устьевом взморье, а также вызывает неравномерность распределения продольных и поперечных уклонов водной поверхности на устьевом взморье, особенно вблизи морского края. Поэтому водотоки УОР обычно группируют по районам и рассчитывают величину суммарного стока, поступающего в отдельные районы. При небольшом количестве водотоков в рассматриваемой УОР это районирование можно не производить. Следует получить кривые распределения стока по амплитуде уровня или расхода на основных каналах и бороздинах с учетом влияния устьевых взморья и зарастаемости.

8.2.5.2 Измеренные расходы воды в бороздинах и каналах дают возможность определить суммарный расход на устьевом взморье. Разность между этим суммарным расходом и суммарным расходом воды рукавов дает величину потерь расхода на плоскостной сток по отмелому взморью. Для подсчета стока вод из каналов и бороздин на участке от морского края дельты до приглубого взморья створы располагаются через определенные расстояния.

8.2.5.3 Для учета влияния ледяного покрова на расходы требуется исследование их распределения зимой. Исходные кривые $Q=f(H)$ за период ледостава сопоставляются с аналогичными кривыми за период открытого русла. Для водотоков с частыми зажорными явлениями такой методикой пользоваться нельзя.

8.2.6 Водообмен между водотоками дельты или между морем и водоемами дельты

8.2.6.1 Под водоемами дельты подразумеваются озера, ильмени, лиманы, лагуны, полои, постоянные разливы, плавни и т.д. Исследование водообмена между водотоками дельты и водоемами включает расчет потерь пресных вод на заполнение водоемов в периоды подъема половодья и сброса вод на спаде, расчет заливаемости дельты и затопления различных частей ее территории, а также установление опресняющего влияния этих вод на водоемы и влияния оттока вод из водоемов на режим водотоков и регулирование их водности. Исследования проводятся на основании рассчитанных или измеренных расходов воды в водотоках (протоках, ериках, каналах и др.), связывающих водоемы с рукавами.

8.2.6.2 На перераспределение стока оказывают влияние сгонно-нагонные явления, значительно развитые в мелководных, но больших по площади водоемах. Водообмен может происходить в течение всего года или только в период половодья. В межень водообмен осуществляется только при достаточно высоких уровнях воды вследствие нагонов.

8.2.6.3 При исследовании многолетнего водообмена приходится учитывать изменение пропускной способности водотоков. Чем длиннее ерики, соединяющие водоем с рукавом, и чем меньше уклон дна и водной поверхности, тем больше наносов откладывается в ерике и быстрее уменьшается его пропускная способность.

8.2.6.4 Водообмен между морем и водоемами дельты через короткие проливы или протоки (гирла, прорвы, перебоины, прораны, ерики, банки и др.) осуществляется в основном вследствие стонно-нагонных явлений или приливов (в приливных УОР).

8.2.6.5 Для расчета величины водообмена с морем измеряются расходы воды при прямом (из дельты в море) и обратном (из моря в дельту) течениях, причем эти измерения могут быть кратковременными (разовыми) и многосерийными, охватывающими цикл явления. Во всех случаях желательно параллельно с измерениями расходов воды определять уклоны водной поверхности в проливе. Для этого на его концах устанавливают посты, отметки нулей которых должны быть увязаны. Это дает возможность получить расчетные графики для подсчета расходов за период отсутствия наблюдений.

8.2.7 Исследование распределения стока в отдельных узлах разветвления и на речном баре

8.2.7.1 Исследование основных закономерностей распределения стока в отдельных основных узлах разветвления имеет большое значение для выяснения современного и будущего возможного направления основного стока, следовательно, и для выяснения возможного перераспределения стока по водотокам. Режим стока в узлах разветвления показывает пропускную способность отдельных ответвлений и рукавов. Исследование должно быть комплексным и включать достаточно широкую постановку работ по изучению пространственного распределения уклонов водной поверхности в узле разветвления, скоростного поля, твердого стока, деформации русла, а также изменений различных морфометрических характеристик и гидравлических величин (в первую очередь глубины, ширины, коэффициента Шези и шероховатости русла и поймы). Следует получить зависимости изменения этих величин во времени при изменениях отметок уровня или величины расхода воды до разветвления водотока.

8.2.7.2 Аналогичные работы ставятся на речных барах отдельных водотоков с целью изучения процессов дельтообразования и закономерностей формирования гидрографической сети на морском крае дельты и заносимости основных выходов вод дельты в море.

8.3 Исследования режима стока приливных устьевых областей рек

8.3.1 Режим приливных УОР в межень в основном определяется приливными колебаниями. Они влияют на уровни воды и на переменные по

величине и направлению течения. Величина этих колебаний при прочих равных условиях зависит от условий проникновения приливной волны в реку.

8.3.2 В каждую фазу прилива режим уровня в УОР оказывается различным. В зависимости от местных особенностей могут наблюдаться два минимума и два максимума скорости течения. В распределении приливных вод в русле играет роль морфометрия русла, форма поперечного сечения и соотношение глубин у берегов и на стрежне, а также извилистость и шероховатость русла, увеличивающие силу трения. Наблюдаются случаи струйного передвижения приливных вод в русле и миграция этой струи от берега к берегу, т. е. в русле течение приливных вод оказывается в этом случае поперечным или косым. Эти струйные потоки в зависимости от рельефа дна и наличия препятствий в русле могут выходить на поверхность и в конечном счете перемешиваться с речными водами.

8.3.3 В приливных УОР морские соленые воды заходят с устьевого взморья или эстуария в русло реки или рукава дельты и подпирают в той или иной степени речные воды. Обычно это проникновение происходит в виде клина по дну русла. Формируется двухслойное течение с противоположным направлением. В зависимости от энергии или живой силы встречных потоков миграция клина соленых вод может быть различной. При одной и той же энергии реки, т. е. при одном расходе реки и постоянном уклоне дна, но при большей величине приливного уровня клин соленых вод может далеко заходить в реку, а ее водное сечение в устье может полностью заполняться солеными водами. При больших расходах воды реки граница клина соленых вод может оказаться далеко на устьевом взморье.

8.3.4 Зимой при наличии ледяного покрова дальность распространения приливной волны вверх по реке обычно уменьшается вследствие шероховатости льда и уменьшения вертикального поднятия уровня ледяным покровом.

8.3.5 Наличие клина соленой морской воды в приливном устье оказывает влияние на распределение скорости по вертикали по сравнению с нормальным речным потоком. Клин стесняет площадь живого сечения потока, поэтому скорость в часы отлива в поверхностном слое еще больше увеличивается.

8.3.6 В продолжение приливо-отливного цикла течение меняется с приливного на отливное. Это изменение происходит несколько позднее времени наступления полных и низких вод. В прилив ход скорости течения может искажаться вследствие влияния местных условий (например, явление «маниха» в устье Сев. Двины).

8.3.7 В отличие от открытого моря в устье реки перемена направления течения происходит не одновременно по всей глубине, а постепенно от дна к поверхности и от берегов к стрежню. Вследствие этого в моменты, близкие к перемене направления течения, в одном и том же сечении появляются противоположные течения. Цикл изменения скорости в более глубоких точках вертикали запаздывает по сравнению с аналогичным циклом в точках, расположенных ближе к поверхности. Вблизи максимума прилива скорость у

поверхности оказывается почти постоянной, а у дна переменной, хотя она и ограничивается узким пределом времени, пространства и величины.

8.3.8 Однорукавное приливное устье характеризуется большой амплитудой прилива и отлива, а дельтовое – небольшой амплитудой, а также отсутствием вдольберегового течения.

8.3.9 В однорукавном устье приливное и отливное течения сосредотачиваются в одном русле, поэтому дальше и на большее протяжение (чем в многорукавном устье) вверх по реке сохраняется живая сила приливной волны, а отливная волна перемещается по этому же руслу вместе с речным расходом, вследствие чего и создается более глубокое и устойчивое русло.

8.3.10 Многорукавное (дельтовое) устье характеризуется неустойчивостью русел. Часто приливное русло не совпадает с отливным. Приливные воды, растекаясь по рукавам и встречая в них сопротивление, уменьшают живую силу. Их распространение вверх по реке затухает. В различных рукавах по-разному могут образовываться приливные и отливные русла, перераспределяться расходы и переформировываться русла устьевых рукавов.

8.3.11 Гребень приливной волны перемещается быстрее, чем подошва, что обуславливает сокращение времени подъема воды в устье и увеличение высоты подъема уровня. В УОР, воронкообразно суживающихся вверх по течению, время роста приливной волны сокращается сильнее, и подъем происходит скачкообразно в виде прибойной волны. Чем дальше вверх по течению реки, тем больше уменьшается время прилива и увеличивается время отлива.

8.3.12 Длина пути частицы воды в прилив и отлив не одинакова. В устьевых участках приливных рек (вследствие влияния берегов и русла) путь представлен двумя незамкнутыми прямыми линиями – отливной и приливной. Рукав с большим путем отлива по сравнению с путем прилива несет больший собственный речной расход частиц воды. Длина пути частиц воды отлива и прилива меняется в зависимости от сезонного и многолетнего стока реки в широких пределах. Вверх по реке эта длина убывает.

8.3.13 Вследствие непрерывного и систематического изменения скорости течения воды в приливном участке непрерывно изменяется расход в течение приливо-отливного цикла. Под расходом воды в приливо-отливном потоке понимают количество воды, протекающее в единицу времени через данное сечение в обоих направлениях. При этом положительным считается расход, направленный в сторону моря, а отрицательным – направленный вверх по реке. Поэтому рассматривают отдельно приливный и отливный расходы, алгебраическая сумма которых дает мгновенный (секундный) баланс воды в данном поперечном сечении. Можно определить секундный расход и расход за все время прилива и отлива. В последнем случае можно установить общую зависимость этого расхода (объема воды) от высоты стояния среднего приливо-отливного уровня в данном пункте.

8.3.14 Продолжительность отливных расходов обычно больше, чем приливных, причем эта неравномерность увеличивается вверх по реке.

Максимум расхода, как правило, наступает в моменты, близкие к моментам среднего приливо-отливного уровня при наибольших скоростях течения. Нулевые расходы (переход приливного расхода в отливный и обратно) происходят обычно несколько позже наступления полной и малой вод.

8.3.15 Исследования приливных УОР основываются на регулярных измерениях скорости, уровня, расходов воды, времени прилива и отлива.

9 Сток наносов и его распределение по рукавам

9.1 Общие сведения

9.1.1 Режим стока наносов в устье реки зависит от многих факторов: стока воды и наносов, поступающих на устьевой участок реки, скоростей течения в руслах и на устьевом взморье, растительности, волнения, приливо-отливных и сгонно-нагонных колебаний уровня, деятельности человека и др. Значительная часть взвешенных наносов в устьях переходит в донные, что обуславливает рост дельты. Взвешенные наносы играют основную роль в формировании пойм и межукавных дельтовых пространств. Часть взвешенных наносов, проходящих по рукавам дельты транзитом, отлагается с естественной сортировкой на устьевом взморье вследствие уменьшения скоростей течения и коагуляции при смешении пресной речной и соленой морской воды. В формировании дна устьевого взморья принимают участие наносы морского происхождения, являющиеся продуктом разрушения морских берегов или дна вне зоны влияния реки. Ветровые и волновые течения взмучивают ранее отложившиеся на взморье речные и морские наносы, переносят их и отлагают на новых местах.

9.1.2 Значительное влияние на режим наносов оказывают приливы и нагоны. Замедление и последующее изменение направления течения в прилив или сильный нагон приводит к прекращению поступления наносов с вышележащих участков реки. Вместе с приливным течением в устье поступают наносы со стороны моря, которые по своему происхождению могут быть либо морскими, либо взмученными речными наносами, ранее отложившимися на взморье. Наносы, поступающие при приливе в реку, могут отлагаться в русле реки, создавая отмели. В отлив течение с повышенными скоростями размывает отложившиеся наносы и уносит их в море. Вместе с ними выносятся и наносы, поступающие с вышележащих участков реки.

9.1.3 Большое влияние на динамику наносов и их отложение оказывает миграция клина более плотных морских вод в период приливо-отливного или сгонно-нагонного цикла. Придонная часть клина служит преградой для перемещения донных речных наносов. В самом клине с пониженными скоростями течения отлагаются взвешенные наносы.

9.1.4 В некоторых УОР увеличение стока наносов происходит частично за счет эоловых наносов. В устьевых областях северных рек добавочное поступление наносов в рукава дельт связано с термокарстовыми явлениями.

9.1.5 Во многих УОР естественный режим стока наносов нарушается хозяйственной деятельностью человека.

9.2 Методы исследования режима стока наносов

9.2.1 Элементы режима стока наносов

9.2.1.1 Режим стока взвешенных наносов в вершине дельты исследуется одновременно с режимом стока воды и на том же входном створе. Измерения расходов наносов должны отражать все основные фазы режима стока воды и стока наносов (подъем, пик и спад половодья, межень и др., а также одну или несколько фаз хода мутности). С целью сокращения объема работ расходы взвешенных наносов можно измерять не при каждом измерении расходов воды.

9.2.1.2 В первую очередь исследуются:

- а) характер связи расходов воды, мутности и взвешенных наносов;
- б) основные характеристики режима стока наносов (средний многолетний сток взвешенных наносов, изменчивость годового стока, внутригодовое распределение стока, максимальный и минимальный сток наносов и др.);
- в) зависимость режима стока наносов от условий формирования стока воды и наносов в бассейне реки.

9.2.1.3 Особенности режима стока наносов в вершине УОР и особенности режима стока взвешенных наносов на приустьевом участке реки, находящемся под влиянием устьевых процессов, выясняют путем сопоставления годовых, месячных и других характеристик стока наносов на нескольких створах, нижним из которых является входной створ УОР в вершине дельты.

9.2.2 Распределение мутности

9.2.2.1 Изучение распределения мутности необходимо для исследования распределения стока наносов в пределах УОР, но может иметь и самостоятельное значение. Наблюдения в дельте показывают, что мутность при одной и той же величине стока воды и стока наносов в вершине дельты оказывается по пространству дельты неодинаковой. В озерах, плавнях, протоках дельты мутность изменяется еще в большей степени. Во внутренних дельтовых водоемах мутность значительно уменьшается, и воды их осветляются.

9.2.2.2 При сравнении средних мутностей по пространству дельты может быть построена карта равных мутностей (при различных фазах стока воды), которая поможет выявить и объяснить местные аномалии мутности в рукавах. В ряде случаев (в зоне активного волнения, размыва одного из берегов, в зоне водоворотов, около устоев моста и др.) вследствие повышенной турбулентности мутность оказывается завышенной, хотя это и не отражается на увеличении

стока наносов рукава на всем его протяжении. Такие местные аномалии мутности надо выделить и учитывать при расчете распределения стока наносов в рукавах дельты.

9.2.2.3 При исследовании связи мутности со скоростной структурой потока необходимо исследовать закономерности распределения мутности:

а) по вертикали в разных местах устьевой области и в разные периоды режима стока воды, особенно в приливных устьях, и при значительных нагонах и сгонах (в том числе при обратных течениях);

б) на участках разветвлений (на примере двух-четырех наиболее характерных);

в) на характерных участках фарватеров, бороздин, на взморье и на барах.

9.2.3 Распределение стока взвешенных наносов между главными рукавами дельты

9.2.3.1 Важно определить соотношение стока воды и стока взвешенных наносов при их распределении по рукавам дельты. Натурные данные показывают, что среднее распределение стока взвешенных наносов происходит почти пропорционально среднему распределению стока воды.

9.2.3.2 Обычно устанавливают связь между величинами стока взвешенных наносов в рукавах на трех створах: на одном до разветвления и на двух – после. В качестве сравниваемых величин могут служить синхронно измеренные расходы взвешенных наносов, величины стока наносов, осредненные за неделю, месяц и т. д., и расходы взвешенных наносов, снятые с кривых связи.

9.2.4 Изменение стока взвешенных наносов вдоль рукавов дельты

9.2.4.1 Как при исследовании изменения стока воды вдоль рукавов, возможны три способа измерений стока наносов:

- одновременные (синхронные);
- измерения с учетом времени добегания;
- разновременные с построением кривых $R = f(Q)$, где R – сток наносов.

9.2.4.2 Весьма полезные результаты при изучении изменения стока взвешенных наносов вдоль рукава могут дать одновременные (детальные) измерения расходов воды и взвешенных наносов на нескольких створах вдоль рукава ежедневно в течение пяти-шести дней. В результате могут быть получены надежные данные об изменении как стока воды, так и стока взвешенных наносов вдоль рукава. Измерения проводятся в различные фазы водного стока и стока наносов:

- на подъеме половодья;
- на пике мутности;
- на пике половодья;
- на спаде половодья;
- в низкую межень.

Такие измерения незаменимы при исследовании изменения стока наносов вдоль приливных участков рек (длительность работ должна составлять 15 суток).

9.2.4.3 Имея кривые $R=f(Q)$, если они надежны, или таблицы ежедневных (декадных) значений стока наносов для ряда створов, можно получить представление об изменении стока наносов вдоль рукава. При этом рассматривают изменения величины среднего годового стока наносов вдоль рукава для периодов межени и половодья. Такие характеристики дают представление о русловых деформациях по длине рукава и о внутригодовых изменениях в каждом створе.

9.2.5 Режим стока донных наносов

9.2.5.1 При исследовании режима стока донных наносов выясняют те же вопросы, что и при исследовании взвешенных наносов. Кроме того, изучают характер и особенности динамики различных форм скопления донных наносов в руслах и на бере.

9.2.5.2 Для решения этих вопросов сравнивают расходы донных наносов. Они могут быть измерены непосредственно с помощью приборов (донных батометров) или рассчитаны по формулам. Оба эти метода могут дать существенные ошибки. О величине стока донных наносов можно приблизительно судить также по размерам движущихся гряд и по объемам наносов на бере.

9.2.5.3 Рекомендуется устанавливать связи между величинами стока донных наносов, стока воды и стока взвешенных наносов, а также попытаться связать непосредственно измеренные расходы донных наносов с гидравлическими элементами потока и, если связь получится статистически значимой, то пользоваться ею в дальнейшем.

9.2.6 Движение наносов на устьевом взморье

9.2.6.1 Движение наносов на взморье под влиянием гидрологических факторов играет важную роль в заносимости каналов, портов, формировании баров. Поэтому для изучения заносимости следует организовать специальные наблюдения.

9.2.6.2 При исследовании движения наносов на устьевом взморье решают следующие вопросы:

а) выясняют количество речных взвешенных и донных наносов, поступающих на устьевое взморье, по измерениям на выходных створах рукавов;

б) изучают распространение речных наносов на устьевом взморье.

При этом важно исследовать:

- закономерности изменения концентрации взвесей вдоль и поперек речных струй (в какой мере это уменьшение объясняется уменьшением скоростей течения, а в какой – перемешиванием речной воды с морской);

- закономерности изменения количества взвесей по вертикали;

- влияние ветра на распределение взвесей;

- закономерности сезонных изменений величины водного стока и стока наносов, волнения, взмучивающего наносы на взморье, растительности.

9.2.6.3 Наблюдения необходимо вести одновременно с гидрологическими съемками, дающими представление о динамических и физико-химических характеристиках речных струй на устьевом взморье. Учитывая трудоемкость гидрологических работ, съемки проводятся в следующие гидрологические фазы: на подъеме, вблизи пика половодья и в межень (при двух-трех разных направлениях ветра).

9.2.6.4 Интересные данные могут быть получены в результате наблюдений за гидрофронтами, отделяющими две водные массы – речную и морскую или речную осветленную – после прохождения их через заросли. В устьях рек с большим стоком взвешенных наносов мутные воды четко выделяются по своему цвету. При изучении этого вопроса обращают внимание на очертания гидрофронта и его изменчивость в зависимости от изменения ветра, угол наклона плоскости гидрофронта, диапазон изменения мутности по обе стороны гидрофронта и др. Наблюдения за очертаниями гидрофронта можно производить с самолета и по спутниковым снимкам.

9.2.6.5 Движение донных наносов на взморье можно изучать следующими способами: сравнением последовательных грунтовых карт, анализом колонок, анализом форм рельефа (особенно вблизи берега), наблюдением за движением песчаных наносов с помощью люминофоров или радиоактивных изотопов по схемам, построенным на основании промеров на выбранных участках, а также отбором проб с помощью донных батометров.

9.2.6.6 Анализ вертикальной смены грунтов в колонках дает представление о динамике грунтов или хотя бы (совместно с картой грунтов) о перемещении зон грунтов во времени. Большую пользу принесет определение механического состава наносов. При изучении морфологии береговых и подводных валов, кос, пляжей, пересыпей и др. следует по возможности объяснять ту или иную форму рельефа гидрологическими условиями (преобладающими направлениями волнения, ветровых и волновых течений, их повторяемостью и др.).

9.2.6.7 Обычно наблюдают наиболее динамичные формы рельефа, приводят их описание, зарисовки, фото. Это дает возможность установить характер их изменения и выяснить направление преобладающего движения наносов. Полезно проводить систематические наблюдения над динамикой дна взморья (промеры два-три раза в год, особенно после сильных штормов). Хорошие результаты дает сравнение планшетов разновременных аэрофотосъемок морского края дельты.

9.2.7 Движение наносов в устьях, подверженных приливно-отливным и сгонно-нагонным явлениям

Режим наносов при значительных приливо-отливных и сгонно-нагонных явлениях характеризуется переменным направлением движения наносов и

значительными колебаниями их расхода. При значимом влиянии указанных процессов на режим устьевой области необходимо изучать следующие вопросы:

а) характер изменения расходов наносов при изменениях расходов воды. Для этих целей строят хронологический график измеренных расходов воды, расходов наносов и средней мутности. В приливном устье анализу должен быть подвергнут период около 15 суток (полумесячное неравенство, включающее сизигию и квадратуру). Такой анализ необходимо провести в различные периоды речного стока (подъем, пик, спад половодья, межень);

б) изменение механического состава взвешенных и донных наносов в устьевой области в течение приливного цикла (отдельно для различных фаз стока воды): пробы можно отбирать одновременно с измерением расходов наносов или специально при продольном разрезе вдоль рукавов и на взморье;

в) связь мутности с динамической структурой потока – распределение мутности по вертикали при двуслойных течениях и в периоды значительного подпора и спада уровня и др., а также при миграции клина плотных морских вод на взморье и в рукавах дельты. Для решения этого вопроса необходимо организовать измерение расходов воды и взвешенных наносов на гидростворах (в течение всего цикла изучаемого явления) или организовать повторные продольные разрезы вдоль рукавов и на взморье с комплексом гидрологических наблюдений (течения, мутность, соленость и др.) на станциях (с постановкой судна на якорь).

9.2.8 Механический состав наносов и грунтов и устойчивость донных отложений

9.2.8.1 Путем систематических наблюдений над составом наносов в рукавах дельты должны быть исследованы следующие вопросы:

а) механический состав взвешенных наносов и его зависимость от фазы гидрологического режима. Для этих целей пробы воды на анализ берут в характерные фазы режима стока воды и стока наносов (подъем половодья, пик мутности, пик половодья, спад половодья, межень);

б) механический состав взвешенных наносов в приливных устьях и его связь с фазами приливного цикла. Берут, как минимум, две пробы за приливный цикл – в максимум отлива и максимум прилива;

в) изменение механического состава взвешенных наносов по территории устьевой области. Эти пробы надо брать по возможности синхронно и на одном горизонте (например, у поверхности). При этом для выяснения изменения состава наносов вдоль устьевой области необходимо взять три–шесть проб: выше вершины дельты, в дельте (рукава и озера), перед выходом на взморье, на взморье;

г) изменение механического состава донных наносов и отложений (грунтов) в разные периоды режима стока воды и стока наносов, вдоль устьевой области (связь с изменением гидравлических элементов потока вдоль рукавов) и поперек русла (связь с изменением гидравлических элементов потока по ширине

русла). Необходимо иметь в виду, что уменьшение диаметра наносов может быть также связано с процессом истирания частиц.

9.2.8.2 По механическому составу наносов можно судить о направленности русловых процессов, аккумуляции или размыве. Донные отложения на взморье характеризуют гидрологические процессы.

9.2.8.3 Карта донных грунтов взморья хорошо иллюстрирует динамические процессы на взморье. Грунты на взморье по происхождению подразделяются на морские и речные. Различать их можно по механическому анализу, характеру сортировки частиц, содержанию органических веществ в наносах, наличию различных видов ракушки (пресноводных и солоноватоводных) и др. Иногда требуется произвести минералогический анализ в специальных лабораториях. Последовательная смена грунтов и крупности его частиц покажет степень затухания стоковых и ветровых течений у дна.

9.2.8.4 Для исследования влияния гидрологического режима на грунты взморья необходимо проводить повторные съемки в периоды подъема и спада половодья, межени, после сильного шторма на некоторых участках взморья, особенно на барах.

10 Динамика гидрографической сети, рельефа дна устьевого взморья и русловые процессы

10.1 Общие сведения

10.1.1 Под динамикой гидрографической сети понимают постоянно происходящие (в основном необратимые) изменения в строении всей гидрографической сети (русловой, озерной, лиманной и т. п.) УОР, отражающие общий процесс формирования и развития дельтовой равнины, т. е. процесс дельтообразования.

10.1.2 Под русловыми процессами понимают все изменения в морфологическом строении русла и поймы (в УОР под поймой следует понимать поверхность современной аллювиальной дельтовой равнины), которые происходят под действием текущей воды, отражая процесс или форму транспортировки наносов речным потоком.

10.1.3 В УОР активизируются одни и отмирают другие рукава, заиляются внутридельтовые водоемы, образуется речной бар на выходе речного потока в море, удлиняется устье и уменьшается продольный уклон водотока, обуславливая усиление аккумулятивных процессов и т. п.

Степень изменчивости гидрографической сети дельты определяется главным образом интенсивностью развития русловых процессов, зависящих от ряда гидрологических, геоморфологических и других факторов. Динамика гидрографической сети дельты также связана с развитием дельты в целом как географического и геологического объекта.

10.1.4 Русловые процессы в УОР имеют много общего с русловыми процессами равнинного участка реки, поэтому методические основы исследования русловых процессов, выработанные в ходе исследований равнинных рек, в значительной степени могут быть применены к исследованиям УОР. Поскольку эти области являются в основном зонами аккумуляции речных наносов, то русловые процессы приобретают здесь некоторые специфические особенности, требующие во многих случаях дополнительно применения специальных методов исследований и наблюдений. Отдельные типы русловых образований в отличие от образований в реке на равнинном участке не претерпевают полного цикла развития. Наблюдается достаточно частая смена во времени типов русловых образований на одном и том же участке, не обуславливаемая изменениями общего режима стока воды и наносов бассейна реки.

10.1.5 Исследуются следующие вопросы:

а) динамика гидрографической сети и русловые процессы: общие закономерности развития гидрографической сети, деление русла на рукава, образование прорывов, отмирание рукавов, заилиние внутридельтовых водоемов, распределение стока внутри дельты и др.;

б) динамика барово-култучной зоны, включающая динамику морского края дельты, в месте выхода водотока и между водотоками, определяющая рост дельты, устьевое удлинение, перераспределение стока на морском крае, влияние искусственных каналов на динамику бара, заносимость и др.;

в) динамика дна взморья: формирование бороздин, подводных кос, осередков, островов, общего устьевое морского бара, свала глубин, а также перемещение вдольберегового потока наносов и заносимость каналов.

10.2 Описание динамики гидрографической сети

10.2.1 Особенностью строения гидрографической сети дельты является увеличение ее густоты по мере приближения к морю. Эта сеть испытывает постоянные изменения, причем их интенсивность также возрастает по направлению к морю. По мере выдвижения дельты в море в тыловой ее части одни водотоки активизируются за счет отмирания других, в то время как число водотоков на морском крае дельты, впадающих в море, либо увеличивается по мере увеличения длины морского края, либо остается почти постоянным. В дельтах с большим твердым стоком, выдвигающихся в море неравномерно, развитие гидрографической сети в отдельных районах дельтовой равнины циклично. Это выражается в том, что на определенном этапе развития дельтовой равнины вся или значительная часть гидрографической сети сосредоточивается только в одном из районов дельты, наиболее активно развивающемся на данном историческом этапе. После того, как этот район достаточно глубоко выдвинулся в море, и продольный уклон его стал значительно меньше по сравнению с соседними районами, отставшими в своем выдвижении, начинается постепенное

отклонение основного стока воды в район с наибольшим продольным уклоном. Этот процесс сопровождается отмиранием гидрографической сети в первом и формированием его во втором районе.

10.2.2 Гидрографические исследования надо начинать с составления подробной гидрографической карты УОР, для чего используют последние крупномасштабные картографические и аэрофотосъемочные материалы, спутниковые снимки. По гидрографической карте районируют УОР с учетом гидрологических данных, густоты и характера сети. При наличии материалов описательного характера устанавливают генетические особенности водоемов и водотоков. Когда определенно известно или становится очевидным из материалов предварительных рекогносцировочных работ несоответствие составленной гидрографической карты истинному положению (в условиях активно развивающихся дельт это обычное явление), разрабатывается программа подробных гидрографических экспедиционных исследований в расчете на один-три года (в зависимости от сложности гидрографической сети и объема работ).

10.2.3 Экспедиционные гидрографические работы должны идти параллельно с камеральными исследованиями истории развития гидрографической сети дельты. Материалами для такого изучения могут служить геологические, почвенные, ландшафтные, ботанические карты и очерки. Наибольшую ценность представляют историко-картографические и гидрографические материалы. Большое значение имеют материалы о межвековых и внутривековых изменениях климатических условий бассейна, поскольку разные по водности периоды могут быть определенным рубежом в наступлении резких изменений в общем строении гидрографической сети дельты.

10.2.4 Комплексный анализ всех имеющихся материалов позволяет выявить последовательность формирования аллювиальной дельтовой равнины, а в конечном итоге – эволюцию ее гидрографическом. Важно установить, когда, в каком историческом периоде, в каком направлении более активно формировалась дельтовая равнина и, следовательно, более активно развивалась гидрографическая сеть. Когда и при какой водности и, что особенно важно, хотя и наиболее трудно установить, при каких соотношениях в высотном положении отдельных районов дельты наступает период значительной перестройки гидрографической сети, т. е. ее отмирание в прежнем направлении и активизация или появление в новом направлении. При этом важно разделить естественный процесс развития гидрографической сети и процесс, развивающийся под влиянием искусственных мероприятий.

10.2.5 В результате гидрографических исследований необходимо получить достаточно полную генетическую классификацию всех водоемов и водотоков устьевой области, характеристику развития водных объектов и перехода их из одного типа в другой, установить цикличность или периодичность в формировании дельтовой равнины, современную тенденцию развития гидрографической сети в целом, а также отдельных узлов разветвления.

10.2.6 Деление основного потока на рукава происходит вследствие различных причин. Можно указать на следующие основные формы естественного деления:

а) деление в результате образования осередка (баровой отмели) в устье потока при впадении его в приемный водоем;

б) деление вследствие образования устойчивых береговых прорывов, развивающихся в последующем в самостоятельный русловой поток.

Первая форма более характерна для устьев равнинных рек с малой мутностью и относительно небольшим твердым стоком. Вторая форма присуща рекам, имеющим большую мутность и относительно большой твердый сток.

10.2.7 По мере продвижения от вершины дельты к ее морскому краю русловая сеть в силу многократного деления потока мельчает. Каждый следующий после очередного деления участок русла находится на разных стадиях развития, отражающих различные тенденции развития гидрографической сети. В вершине дельты сильнее выражен процесс укрупнения русловых потоков за счет отмирания второстепенных потоков.

10.2.8 Чем ближе к вершине дельты, тем реже образуются береговые прорывы, однако они обычно более устойчивы и более перспективны с точки зрения перехода их в относительно крупные рукава и даже в основное русло. Наоборот, чем ближе к морскому краю дельты, тем чаще происходит образование береговых прорывов, но они менее устойчивы и мало перспективны с точки зрения перехода в самостоятельные, постоянно действующие потоки. Это обстоятельство следует учитывать при установлении пунктов стационарных наблюдений за русловыми процессами как в узлах разветвления, так и на участках образования береговых прорывов.

10.2.9 Отмирание отдельных, иногда весьма крупных рукавов, обуславливается либо характером развития русловых образований основного русла и закупоркой истока ответвляющегося рукава русловыми отложениями, либо активным устьевым удлинением, либо в результате прорыва другого рукава по более короткому пути к водоприемному бассейну.

Начало процесса отмирания рукава характеризуется уменьшением доли стока, а также преобладанием аккумулятивных процессов в русле над эрозионными.

10.2.10 В задачу исследований в данном случае входит выявление причин отмирания и характера перестройки русловых образований на разных стадиях отмирания рукавов. В конечном итоге решение этой задачи сводится к следующему:

а) выделение основных типов русловых процессов и установление закономерностей перехода одного типа в другой;

б) выделение морфологически однородных участков и выявление закономерности распространения их по территории устьевой области;

- в) выявление роли внешних факторов (геологических, геоморфологических, гидрологических и т. д.) в формировании типов русловых процессов;
- г) выявление закономерностей изменения гидрографической сети;
- д) установление взаимовлияния русловых процессов и динамики гидрографической сети;
- е) выработка основ методики расчета и прогноза русловых деформаций и эволюции гидрографической сети.

10.3 Динамика речного бара и морского края дельты

10.3.1 В УОР широко распространено одно из морфологических образований – баровая отмель, или речной бар, формирующийся в устье реки при впадении ее в море. Бары более характерны для неприливных устьев, поскольку в приливных устьях мощные отливные течения обычно баровую отмель размывают. Формирование бара в основном осуществляется за счет русловых наносов, однако в некоторых случаях (при наличии значительного вдольберегового морского потока наносов) в формировании бара участвуют и морские наносы.

10.3.2 Поскольку влекомые наносы речного потока перемещаются к форме определенных морфологических образований, можно считать, что устьевой бар – это конечная стадия перемещения структурных донных русловых образований, но по форме отличающихся от чисто русловых в силу начала действия дополнительных гидродинамических факторов (волнения, вдольберегового морского течения и потока наносов).

10.3.3 Речной поток способствует формированию бара, а волнение – его разрушению. В задачу систематических исследований бара входит выявление характера его морфологических изменений, происходящих под влиянием этих факторов.

10.3.4 Темпы выдвижения дельты, а следовательно, и изменений контуров ее морского края определяются объемом стока речного аллювия и наносотранспортирующей емкостью вдольберегового потока (вернее, превышением первого над вторым) и глубиной взморья. Чем больше объем стока речных наносов превышает полную емкость вдольберегового потока и чем меньше глубина взморья, тем быстрее происходит выдвижение дельты в море и наоборот.

10.3.5 В динамике морского края дельты проявляется взаимодействие двух противоположно направленных тенденций – выдвижения дельты в море (в основном за счет накопления речных наносов) и срезания волнением наиболее выдвинувшихся участков дельты. В результате возникает большое разнообразие форм контура морского края дельты.

10.3.6 Неравномерное выдвижение дельты, характерное для устьев с отмелым взморьем, создает благоприятные условия для образования мелких,

глубоко вдающихся в дельтовую равнину заливов с их обособленным гидрологическим и гидрохимическим режимом. Отшнуровыванию этих заливов от моря обычно способствует вдольбереговой поток наносов, за счет которого образуются вытянутые косы, отгораживающие заливы от моря.

10.4 Динамика рельефа дна устьевого взморья

10.4.1 Рельеф дна устьевого взморья, особенно отмелого, часто имеет очень сложный и изменчивый характер вследствие образования многочисленных подводных русловых бороздин, баровых отмелей, подводных валов, углублений, вырабатываемых приливо-отливными и сгонно-нагонными течениями, и т. п.

10.4.2 Одним из основных вопросов при изучении динамики дна взморья является исследование движения наносов и заносимости каналов в устьях рек. Возможны следующие общие задачи исследования заносимости:

а) установление величины заносимого существующего канала и ее связь с прибрежным донным потоком наносов, а также определение границ между зонами с речной, смешанной и морской заносимостью;

б) установление наиболее выгодного направления трассы проектируемого канала, обеспечивающего наименьшую заносимость;

в) выработка методики зимнего прогноза навигационной заносимости канала для заблаговременного планирования количества земснарядов к навигации.

10.4.3 Наносы, входящие в канал или на взморье из рукава дельты, постепенно оседают в канале по мере уменьшения скоростей при выходе струи из рукава, обуславливая обмеление ближайшей к морскому краю дельты части канала.

10.4.4 В половодье обмеление значительно больше и нередко вызывает образование в канале донных форм рельефа (например, шалыги в устье Волги), напоминающих устьевой бар, но небольших размеров. Зона максимальной интенсивности транзита наносов не бывает постоянной, так как внешний край зоны забурунивания с ростом волны перемещается в сторону моря на большие глубины. Мористые участки канала имеют различную заносимость при различных штормах. Эту закономерность можно выявить путем сравнения точных промеров глубин до и после шторма.

10.5 Методы исследований русловых процессов

10.5.1 Постановка комплексных исследований русловых процессов в УОР в методическом отношении не универсальна.

Комплексные гидравлические и гидролого-морфологические методы русловых исследований требуют, вследствие их большой сложности и

трудоемкости, особенно для многорукавных дельт, высокой квалификации исполнителей.

10.5.2 Вследствие большого разнообразия типов УОР нет единой схемы русловых исследований. К исследованиям необходимо подходить дифференцированно, в зависимости от конкретных естественных условий и от предъявляемых народным хозяйством запросов. На выбор схемы исследований русловых процессов большое влияние оказывает степень изученности гидрологического режима УОР.

10.5.3 УОР можно подразделить на сложные (многорукавные) и простые (малорукавные). Русловые процессы в УОР исследуются по следующим этапам:

а) составляют сокращенную гидролого-морфологическую схему на базе анализа имеющихся картографических, гидрографических, аэрофотосъемочных, гидрологических, геологических и иных материалов. Районируют всю УОР по признаку гидролого-морфологической однородности, т. е. по признаку однотипности внешних форм проявления русловых процессов (общая густота речной сети, ширина, глубина, извилистость отдельных русел, частота и характер деления на рукава и др.). Для простых УОР районирование гидрографической сети обычно не производят, однако русло разбивают на морфологически однородные участки и выявляют роль отдельных участков в общей схеме руслового процесса;

б) устанавливают внешние факторы, определяющие особенности русловых процессов по каждому району (гидрологические, геоморфологические, геологические и искусственные мероприятия);

в) выявляют места каждого из районов в общей схеме развития русловых процессов в данной УОР и их взаимосвязи с соседними районами;

г) выявляют в границах морфологически однородные районы наиболее типичного русла. При выборе последнего следует также учитывать практическую значимость того или иного рукава;

д) детально исследуют на избранном русле наиболее типичные и характерные для данного района комплексы русловых образований (деление на рукава, слияние рукавов, излучины, петли, островные участки, баровые участки и т. п.).

10.5.4 Для зарегулированных участков с закрепленными берегами или при наличии землечерпания составляют крупномасштабный план глубин, карты донных грунтов, выделяют морфологически однородные участки русла, составляют морфологическую характеристику русла и типизируют русловые образования, выявляют внешние факторы, определяющие развитие русловых процессов, и устанавливают закономерности развития этих процессов.

10.5.5 Для исследования русловых процессов необходимо подбирать наиболее крупномасштабные съемки русла и поймы за различные годы. В устьях рек наземными съемками обычно охватывают лишь главные рукава, поэтому исключительную ценность представляют материалы сплошной аэрофотосъемки и данные дистанционного зондирования Земли из космоса. По ним во многих

случаях удастся восстановить ход деформации, особенно после дешифрирования на месте. Надо стремиться к тому, чтобы на смежных одновременных съемках был зафиксирован однонаправленный процесс. В противном случае нельзя проследить последовательность развития русловых образований.

10.5.6 При наличии материалов разрозненных случайных съемок, при условии установления водности русла на период съемки также можно составить представление о том, насколько закономерен тот или иной тип русловых процессов на различных стадиях развития гидрографической сети. При всех исследованиях учитывают данные о сроках введения в строй тех или иных гидротехнических сооружений, о назначении отдельных сооружений и их влиянии на гидрологический и русловой режим, о землечерпании, планы прорезей. При наличии русловыправительных и берегоукрепительных сооружений следует иметь сведения об их плановом расположении и общие характеристики конструкций.

10.5.7 В крупных УОР со сложной сетью морфологическая съемка может производиться по отдельным районам или участкам русла большой протяженности. Съемку рекомендуется приурочивать к периоду после спада половодья или в период стояния низких горизонтов воды.

Практически эта съемка сводится к картированию в первую очередь крупных морфологических и русловых элементов, существующих во все фазы водного режима, и гидрометрическим работам.

10.5.8 В ходе полевых работ уточняют границы и положение крупных морфологических образований с учетом произошедших изменений со времени последней съемки, определяют высоту элементов этих образований и их объемные характеристики, характер строения и механический состав грунтов аккумулятивных образований и эродируемых участков берега и поймы. Более детальные работы производятся на заблаговременно выбранных в ходе характерных работ типичных морфологических русловых и пойменных образованиях. Наряду с картированием морфологических элементов следует картировать почвенный и растительный покровы и другие элементы ландшафта.

10.5.9 В подавляющем большинстве случаев гидрометрические створы по длине исследуемого участка русла расположены на большом удалении один от другого, а на многих второстепенных рукавах могут и вообще отсутствовать. В связи с этим возникает необходимость в проведении хотя бы сокращенного комплекса гидрологических работ при морфологической съемке. По времени эти работы могут в некоторых случаях не совпадать с морфологической съемкой.

10.5.10 Поскольку основные деформации русла и поймы происходят в период весеннего половодья или больших паводков, то важно получить общие гидравлические данные о потоке именно в этот период, а не только в период меженного стояния уровня, к которому приурочивается морфологическая съемка. В состав гидрометрических работ, входящих в комплекс морфологической съемки, входят продольные и поперечные промеры русла, измерение скоростей течения и мутности.

10.5.11 Продольный промер русла выполняют при отсутствии подробных русловых съемок исследуемого участка, отражающих состояние профиля к моменту составления схемы развития русловых процессов. В зависимости от устойчивости русла можно ограничиваться данными о продольном профиле различной давности, но не более чем 10-летней. На реках с относительно устойчивым руслом продольные и поперечные промеры целесообразнее проводить в межень период. На реках с большой сезонной изменчивостью донного рельефа необходимо иметь как минимум два продольных профиля дна (по фарватеру): один отражает первую половину фазы спада половодья, другой – межень перед началом половодья. Поперечные профили нужно снимать как минимум в двух сечениях русла на каждом морфологически однородном участке. При этом сечения намечают в местах развития наиболее типичных русловых форм этого участка.

10.6 Стационарные и регулярные наблюдения

10.6.1 Стационарные работы выполняют в течение длительного времени (нескольких лет) только на постоянных выбранных участках водотоков дельты. Эти работы представляют собой инструментальные и полуинструментальные наблюдения. Помимо этого осуществляют периодические наблюдения над динамикой гидрографической сети. В дельтах с большой изменчивостью гидрографической сети проводят постоянные систематические гидрографические наблюдения, в остальных – эпизодические, через 5–10 лет. Задачей этих наблюдений является своевременная регистрация изменений в строении гидрографической сети и оценка влияния внешних факторов, обуславливающих эти изменения.

10.6.2 Гидрографические наблюдения можно проводить в виде контрольных гидрографических рекогносцировок основных водных объектов и аэровизуальных наблюдений на всей территории дельты с картированием всех выявленных изменений в строении гидрографической сети. Углубленные рекогносцировки проводятся на наиболее изменчивых объектах или в целом по районам с наименее устойчивой гидрографической сетью. В состав систематических гидрографических наблюдений должны входить и наблюдения за изменениями очертаний морского края, происходящими в зависимости от колебаний уровня моря, в результате волновых или приливо-отливных течений, собственного выдвигания дельты вследствие аккумуляции речных наносов и т. п. Такие наблюдения можно выполнять путем эпизодических гидрографических съемок морского побережья и путем постановки стационарных гидролого-морфологических наблюдений за наиболее изменчивыми морфологическими образованиями морского побережья.

10.6.3 Стационарные наблюдения должны быть организованы прежде всего:

- а) на разветвлении русла на рукава;

б) на прорывах и на новых рукавах русла;

в) на отмирающих рукавах;

г) на речном баре.

Кроме того, организуют наблюдения за динамикой морского края дельты и дна устьевого взморья, а также за процессами, обуславливающими заносимость каналов.

10.6.4 Для стационарных наблюдений следует выбирать разветвления, находящиеся на разной стадии развития. При устойчивом существовании разветвления рукава период систематических наблюдений может быть ограничен двумя-тремя годами.

10.6.5 В дальнейшем должна проводиться раз в два-три года одна морфологическая съемка участка до отметки наивысшего горизонта воды, наблюдавшегося после предыдущей съемки. Если при этом на основании сопоставления съемок будет отмечена выраженная тенденция в развитии объекта, следует возобновить систематические наблюдения еще на два-три года. В тех же случаях, когда на исследуемом участке наблюдается большая интенсивность переформирования русловой системы, а масштабы и направленность выраженной тенденции определенно выявляются из материалов систематических двух-трехлетних наблюдений, стационарные наблюдения по сокращенной программе (уменьшенное количество съемок) должны продолжаться до полного отмирания одного из рукавов.

10.6.6 При постановке стационарных наблюдений за русловым процессом на разветвлениях рукавов надо учитывать и степень хозяйственного исследования того или иного рукава, влияние его на развитие всей гидрографической сети дельты.

10.6.7 При разветвлении основного русла примерно на равные рукава выбранный участок должен охватывать как минимум по одной макроформе вверх по течению по основному руслу и вниз по течению в разветвлениях. В тех же случаях, когда одно из ответвлений представляет собой продолжение основного русла, длина участка по основному руслу может быть ограничена длиной одной макроформы, в пределах которой наблюдается отделение рукава, а по побочному руслу – длиной первой, определенно выраженной в нем макроформы.

10.6.8 Съемкой охватывают не только русло, но и пойму в пределах возможных плановых деформаций русла. Густота размещения промерных профилей в русле и нивелировочных профилей на пойме должна быть такой, чтобы обеспечить выявление всех основных морфологических образований руслами поймы.

10.6.9 Участок стационарных исследований оборудуется водомерным постом, на котором производят учащенные наблюдения в период работ. Пост дополнительно оборудуют максимальной и минимальной рейками, по показаниям которых определяют максимальный и минимальный уровень не только в период работ, но и в промежуток времени между циклами наблюдений.

При отсутствии тесной связи между уровнем на посту участка и уровнями ближайших верхнего и нижнего постоянных сетевых постов возникает необходимость в проведении годового цикла наблюдений за уровнем на исследуемом участке.

10.6.10 Основные гидрометрические створы располагают выше разветвления (на верхней границе начала перестройки мезоформ на подходе к разветвлению) и на ответвлениях (на нижних границах участков перестройки русловых мезоформ в связи с делением потока на рукава). При большой протяженности этого участка следует организовать дополнительный гидрометрический створ непосредственно в месте разветвления.

10.6.11 Регулярные наблюдения на разветвлении имеют цель установить связь между деформациями русла и поймы и скоростным полем потока. Одна из важнейших задач этих наблюдений состоит в выявлении характера перестройки структуры донных подвижных морфологических образований в узле разветвления. Частота измерений во времени определяется характером изменений водного режима потока и интенсивностью русловых деформаций.

10.6.12 Промерные работы выполняют по нескольким основным постоянным, а также дополнительным поперечникам, намечаемым с целью более полной зарисовки контуров различных русловых образований (гряд, кос, побочной и т. п.). Дополнительные поперечники могут быть не постоянными, особенно при проведении промеров с помощью эхолота. Съемку по поперечникам выше уровня воды доводят до отметки максимального высокого уровня, наблюдавшегося в промежуток времени между предшествующим и данным циклом наблюдений.

10.6.13 Съемку скоростного поля потока производят одновременно или вслед за выполнением промерных работ в русле. Направление и скорости течения измеряют детальным способом как минимум на трех створах. Для изучения структуры скоростного поля потока на разветвлении между верхним и нижним створами можно ограничиваться измерением поверхностных и придонных скоростей течения на дополнительных створах, густота размещения которых должна быть согласована с продольными размерами мезоформ данного участка русла.

10.6.14 На основных створах наряду с измерениями скоростей течения отбирают пробы воды на мутность и картируют зоны обратных течений, водоворотов, вспучивания, воронок остановившихся волн и т. п.

При сгонно-нагонных и приливных явлениях сток воды и наносов по рукавам может перераспределяться. Следовательно, гидрометрические работы надо приурочивать к разным фазам развития хорошо выраженного того или иного явления.

10.7 Наблюдения за образованием береговых прорывов

10.7.1 Стационарные наблюдения за образованием береговых прорывов и их последующим развитием до стадии самостоятельного, постоянно действующего руслового потока включают выявление:

а) характера развития руслового процесса в основном русле, вызывающего образование прорыва берега;

б) влияния рельефа, геологии и растительного покрова на развитие прорыва и последующее формирование нового русла;

в) последовательности развития прорыва и формирования нового русла, а также характера и последовательности форм русловых образований на разных стадиях развития нового русла;

г) характера заполнения наносами пойменных понижений;

д) влияния деятельности человека на образование береговых прорывов. Стационарные наблюдения имеет смысл ставить в тех устьевых областях, где это явление широко распространено.

10.7.2 В подавляющем большинстве случаев крупные береговые прорывы с тенденцией последующего развития до стадии самостоятельного руслового потока образуются на участках резких поворотов русла, т. е. на участках его интенсивного бокового смещения.

10.7.3 Процессы образования береговых прорывов изучают одновременно с исследованием развития типичной русловой макроформы. Участки для наблюдений выбирают в различных районах дельты с учетом разных стадий развития русловой сети. Систематические или регулярные наблюдения следует проводить одновременно не более чем на двух-трех участках. Длину участка определяют размерами русловой макроформы.

10.7.4 На смежных верховой и низовой макроформах проводят наблюдения по сокращенной программе (общую плановую съемку и промеры один раз в год). Состав регулярных наблюдений в основном аналогичен составу наблюдений на участке разделения потока.

10.7.5 В дальнейшем проводят дополнительные наблюдения уже за самим процессом последовательного развития или выработки в толще пойменных отложений нового русла с его характерными формами. С этой целью следует фиксировать моменты начала, максимума и окончания слива воды через прорыв и величину перепадов уровня, а также измерять расходы воды через прорыв (на подъеме, пике и спаде). При невозможности прямого измерения расхода воды его определяют по разности измеренных расходов в основном русле выше и ниже прорыва.

10.7.6 После прекращения сброса воды через прорыв ежегодно один раз в год производят подробную топографо-морфологическую съемку участка поймы на протяжении всей длины выработанных в пойменных отложениях эрозионных бороздин и конуса выноса, образовавшегося из отложений прорыва. Для

определения объема отложений в конусе выноса этой съемкой должна быть охвачена если не вся, то хотя бы часть пойменного понижения, в которой формируется конус выноса прорыва. Картируют также растительный покров и производят грунтовую съемку в пределах полосы образований бороздин и конуса выноса с шурфованием или прикопкой на глубину до отметок дна наиболее глубоких ям в бороздинах.

10.7.7 С того момента, когда береговой прорыв начинает оформляться в самостоятельный русловой поток, следует распространить на верхний участок нового русла те же русловые наблюдения, что и на основном русле.

10.8 Наблюдения за процессами отмирания рукава

10.8.1 Основные виды стационарных наблюдений аналогичны наблюдениям на разветвлении рукавов, однако участок систематических наблюдений на отмирающем рукаве удлиняют с таким расчетом, чтобы охватить съемками две первые макроформы русла. В качестве дополнительных наблюдений проводят эпизодические промеры по контрольным поперечным профилям русла с нивелировкой берегов до отметок наивысшего уровня, наблюдавшегося в период между двумя смежными по времени промерами.

10.8.2 На каждом морфологически однородном участке отмирающего рукава организуют наблюдения на пяти профилях, охватывающих одну наиболее типичную русловую макроформу. Поперечники делают постоянными, закрепленными створными знаками и оборудованными хотя бы одним репером для каждой группы поперечников.

10.8.3 Промеры производят с учетом режима стока: в половодье три (подъем, пик и спад), в межень – два-три раза. В зимних условиях желательно производить промеры со льда после зажорно-заторного явления.

10.8.4 В тех случаях, когда на отмирающем рукаве нет постоянного гидроствора, его организуют для измерения расходов воды и наносов. Частота измерений определяется характером режима стока, но надо добиваться получения достаточно надежной связи стока в отмирающем рукаве со стоком в основном русле.

10.8.5 В рукавах, действующих время от времени, промеры по контрольным поперечникам проводят два-три раза за период установления стока, если этот период длится не менее трех-четырех месяцев в году. При меньшем периоде действия водотока промеры вообще не производят, однако вместо этого выполняют по одному разу нивелировки поперечников, спустя не менее месяца после прекращения стока (после уплотнения донного грунта).

10.9 Наблюдения на речном баре

10.9.1 Организация систематических наблюдений на баре сопряжена с большими трудностями в силу мелководности, неустойчивости глубин, сильного волнения и других проявлений влияния моря.

10.9.2 В район наблюдений входит прилегающий к устью участок русла как минимум с одной полной макроформой и вся баровая отмель исследуемого рукава. Если это не вызывается практической необходимостью, то исследования в первые годы целесообразнее проводить на сравнительно небольших обособленных рукавах с ярко выраженной баровой отмелью. По мере накопления опыта работ исследования переносят на устья крупных и наиболее важных (особенно в водно-транспортном отношении) рукавов. Границу баровой отмели можно определять по форме изобат. Кроме баровой отмели, район наблюдений включает прибрежную полосу моря от уреза воды до изобаты, оконтуривающей подошву баровой отмели.

10.9.3 Для проведения наблюдений прокладывают и закрепляют основную магистраль вдоль рукава и намечают промерные профили. Частота размещения профилей и промерных точек определяется морфологическими особенностями данного рельефа. На баре промерные профили можно располагать либо параллельно руслу (перед его выходом на взморье), либо веерно расходящимися от устья. В тех случаях, когда на морском крае нет хороших естественных ориентиров, возникает необходимость в их сооружении. Целесообразнее строить вышки, которые могут быть одновременно ориентирами и пунктами для наблюдений за волнением на баре. Следует иметь не менее трех ориентиров.

10.9.4 Производят регулярные промерные, геологические (грунтовые съемки) и гидрометрические работы. В состав гидрометрических работ входит измерение расхода воды и наносов в створе, расположенном в вершине участка исследований, измерение скорости поверхностного и придонного течений, мутности, цвета и прозрачности в точках, расположенных на профилях нормально к главной струе речного потока и удаленных одна от другой на одну пятую часть общей длины баровой отмели. Причем гидрометрический профиль выполняется также у окончания короткой устьевой косы (ее надводной части). Точки наблюдений или вертикали размещают таким образом, чтобы были равномерно освещены все наиболее характерные формы образований подводного рельефа и структура скоростного поля потока на данном профиле.

10.9.5 При резком свале глубин дополнительно наблюдают скорости течения и мутность по продольному профилю вдоль основной струи потока. При этом вертикали располагают последовательно по одной на речном склоне отмели, гребне бара, в средней части морского склона и у мористой подошвы свала. Для наблюдения за перемещением вдольберегового потока наносов можно применять окрашенный люминофорами песок.

10.9.6 Цикл наблюдений приурочивают к различным фазам стока. С целью выявления влияния штормовых условий на динамику бара сразу же по

прекращении шторма производят детальные промерные работы морской части исследуемого района.

10.9.7 Наблюдения за характером изменений рельефа дна морского побережья, прилегающего с обеих сторон к бару, сводятся к детальным промерам до глубины затухания волнового воздействия на дно и нивелировке пляжа до отметки наивысших волновых заплесков.

10.9.8 Обязательны промеры после сильных штормов. Когда в плановом очертании и в морфологии надводной части района в результате шторма возникли заметные изменения, производят планово-высотную съемку бара.

10.9.9 Частоту циклов наблюдений по всему участку определяют, исходя из интенсивности изменений морфологических образований и возможности установления последовательности формирования основных форм донного рельефа.

10.10 Наблюдения за динамикой морского края дельты и рельефа дна устьевого взморья

10.10.1 В задачу таких наблюдений входит выявление общих закономерностей формирования наиболее характерных морфологических образований и влияния на этот процесс внешних факторов.

Наиболее приемлемым для этих целей, как и при исследовании руслового процесса, оказывается гидролого-морфологический анализ, для которого пригодны крупномасштабные топографические, гидрографические, аэрофотосъемочные, геолого-геоморфологические и другие материалы, позволяющие выявить характер взаимного расположения и развития морфологических образований (конусов выноса, баровых отмелей, кос, подводных валов, бороздин и т. п.).

10.10.2 Для изучения донного рельефа взморья в основном используют промерные работы с отбором образцов грунта. В отличие от обычных гидрографических промеров глубины для морфологического анализа измеряют с большей густотой промерных точек, достаточной для выявления относительно мелких морфологических образований (подводных валов, бороздин и т. п.). Длину промерных разрезов (от уреза в сторону моря) ограничивают глубиной, на которой затихает воздействие волнения на дно.

10.10.3 Для съемки прибрежной полосы необходима прокладка базиса, закрепленного реперами. Во всех случаях следует стремиться привязать базис к государственной нивелирной и триангуляционной сети. Когда это невозможно сделать, создают собственную систему координат и высот на длительный период наблюдений.

10.11 Наблюдения, связанные с исследованием заносимости каналов

10.11.1 Обычно участок наблюдений определяет организация, эксплуатирующая канал, находящийся в УОР. Весьма важно произвести районирование канала по генезису заносимости (речная, смешанная, морская). Границы между этими районами определяются несколькими способами:

- а) по литологическому составу наносов в канале;
- б) по характеру отложения слоя наносов, который различен для продольной и боковой заносимости;
- в) по результатам изучения движения наносов способом меченых песков.

10.11.2 Рабочий план исследований УОР составляется совместно с изыскательской группой, изучающей заносимость самого канала. Все внимание гидрологов должно быть уделено изучению волнения, течений, наносов и ветра с целью определения основных характеристик движения наносов.

10.11.3 В результате обработки и сравнения материалов промеров глубин получают величину заносимости. На основании данных о движении наносов с забровочных пространств и из устьевых рукава, карт грунтов (наносов) канала исследуют процесс отложения наносов в различных участках канала.

10.11.4 Если выясняется, что канал заносится главным образом илом, то нет смысла продолжать исследования по способу меченых песков, а целесообразно расширить гидробатиметрические исследования и съемки течений, прозрачности и мутности воды. При заносимости канала исключительно песком надо расширить исследования по способу меченых песков и другие исследования донных наносов.

11 Уровень воды в устьевой области реки

11.1 Общие сведения

11.1.1 Изменения уровня воды в УОР представляют собой сложный процесс, обусловленный режимом уровня моря и реки. Колебания уровня интегрально учитывают изменения стока воды, поступающего в УОР, его распределение по рукавам, водообмен устьевых водотоков и водоемов, русловые деформации, приливные и сгонно-нагонные явления. Режим уровня дельтовых рукавов может обладать специфическими чертами, зависящими от процессов заливания дельты, заборов воды на орошение и других видов хозяйственной деятельности.

Изучение режима уровня воды в УОР имеет значение для сельского и рыбного хозяйства, водного транспорта, городского, промышленного и сельского строительства, коммунального водоснабжения, мелиорации дельт.

11.1.2 В зависимости от соотношения режимов уровня реки и моря можно выделить девять типов уровенного режима в УОР:

- а) с весенним половодьем и сгонно-нагонными колебаниями уровня;

- б) с весенним половодьем, сгонно-нагонными и приливными колебаниями уровня;
- в) с весенним половодьем и приливными колебаниями уровня;
- г) с половодьем в теплую часть года и сгонно-нагонными колебаниями;
- д) с половодьем в теплую часть года, сгонно-нагонными и приливными колебаниями;
- е) с половодьем в теплую часть года и приливными колебаниями;
- ж) с паводками и сгонно-нагонными колебаниями;
- з) с паводками, сгонно-нагонными и приливными колебаниями;
- и) с паводками и приливными колебаниями.

Тип УОР по характеру внутригодовых колебаний уровня может быть установлен по данным исследований колебаний уровня в вершине дельты и на приустьевом пространстве моря.

11.1.3 При определении типов УОР не были учтены сезонные колебания уровня моря и сгонно-нагонные режимы зональной и муссонной циркуляции. Режим зональной циркуляции характеризуется постепенным понижением уровня от зимы к лету, минимумом в весенне-летнее время и повышением уровня к зиме. Режим муссонной циркуляции носит обратный характер, и колебания уровня моря имеют большую амплитуду. Сгонно-нагонному режиму муссонной циркуляции подвержены устья рек с весенним половодьем и половодьем в теплую часть года (побережье Черного и Азовского морей), а также устья рек, стекающих с Сихотэ-Алинского хребта (побережье Японского моря). Устья рек, впадающих в Балтийское море, подвержены сгонно-нагонному режиму, обусловленному зональной западно-восточной циркуляцией. Сезонные колебания уровня замкнутых морей (Каспийское) и многих внутренних морей (Азовское, Белое) связаны в значительной мере с сезонными изменениями их водного баланса, которые определяются в основном колебаниями стока.

11.2 Методы исследований уровня режима в неприливых устьевых областях рек

11.2.1 К общим вопросам исследования уровня режима УОР относятся суточные, внутригодовые и многолетние колебания. Для нужд гидротехнического строительства необходимо специальное изучение колебаний максимальных и минимальных уровней, а также приливных и сгонно-нагонных колебаний. В отдельных случаях исследуются процессы, связанные с изменением уровня на больших пространствах (изменение продольного профиля водной поверхности, процессов заливания дельт и пр.).

11.2.2 Суточный ход уровня открытой части устьевого взморья в неприливых УОР в основном определяется изменчивостью скорости ветра и бризовой циркуляцией. Суточный ход вследствие неравномерности ветра одного и того же направления можно исследовать, исходя из анализа синоптических процессов или анализа суммарного суточного хода уровня. Для анализа влияния

бризовой циркуляции на уровенный режим в течение года или нескольких лет по данным наблюдений выбирают достаточно длительные периоды с антициклонической погодой. Затем составляют таблицы ежечасных высот уровня, сравнимые по сезонам и годам. Для сравнения выбирают обычно сутки с наиболее четко выраженным бризовым ходом уровня или периоды одинаковой длительности за разные сезоны или годы.

11.2.3 На морском крае и в дельтах некоторых рек выделяют суточный ход уровня, обусловленный искусственным суточным регулированием стока. Наибольшее влияние на суточный ход оказывают плотины гидроэлектростанций, заметно также влияние водозаборных сооружений крупных оросительных систем.

11.2.4 При исследовании суточных колебаний уровня в приливных устьях следует прежде всего выделять приливные (периодические) и неприливные (непериодические) колебания. Последние выделить обычно труднее, так как они могут наблюдаться в течение нескольких суток.

11.2.5 Для исследования внутригодовых колебаний уровня строят хронологические и комплексные графики хода уровня, совмещенные для системы одного из рукавов, для взморья или для всей УОР. Отдельно рассматриваются годовой ход средних, максимальных и минимальных уровней. Графики и таблицы, которые ведутся на УС, служат исходными материалами для исследования связей уровней с определяющими их факторами и колебаний уровня в различных районах УОР. Особое внимание уделяют количественной оценке трансформации волны половодья и влиянию различного рода гидротехнических сооружений и изменений гидрографической сети УОР на ее уровенный режим.

11.2.6 Во внутригодовом ходе уровня в отдельных случаях выделяются колебания, связанные с влиянием местных факторов. Они складываются из изменений уровня, вызванных регулирующей ролью дельты, естественным и искусственным удлинением рукавов, а также искусственным их обвалованием. Наиболее существенную роль во внутригодовом ходе уровня играет регулирующее влияние дельты.

11.2.7 Многолетние колебания уровня характеризуются сменой лет (циклов) с относительно высокими и низкими среднегодовыми, максимальными и минимальными за год уровнями. Обычно анализируют внутригодовой ход уровня за расчетный ряд, для чего строят графики годового хода уровня по среднедекадным или среднемесячным величинам, по скользящим пяти- и десятилетиям, исследуют факторы, обуславливающие многолетние колебания уровня. При наличии гидротехнических сооружений сравнивают сезонные и многолетние колебания уровня до и после ввода в строй сооружений.

11.2.8 Исследованию подлежат следующие вопросы:

- а) уровень в вершине УОР;
- б) уровень устьевого взморья и предустьевого пространства моря;
- в) уровень в водотоках дельты или на устьевом участке реки;

г) уклоны водной поверхности в дельте (на устьевом участке реки) и на взморье;

д) колебания уровня в водоемах УОР;

е) затопление и заливание дельты.

11.2.9 Колебания уровня в вершине УОР изучают наиболее подробно по данным наблюдений. Сезонные колебания уровня определяются здесь главным образом характером внутригодового хода уровня реки, половодьем и паводками.

Если сток реки невелик, а сезонные колебания уровня предустьевого пространства моря значительны, то на ход сезонных колебаний уровня в вершине дельты могут сильно влиять сезонные колебания уровня устьевого взморья.

Непериодические колебания уровня в вершине УОР связаны, как правило, со сгонами и нагонами, с прохождением паводков, русловыми процессами, процессами, вызываемыми делением реки на рукава, заторно-зажорными явлениями, регулированием стока, выправительными работами и т.п.

В устьях рек с небольшим расходом воды и значительными приливами режим уровня в вершине УОР определяется приливо-отливными явлениями (см. 11.3).

11.2.10 Колебания уровня устьевого взморья и предустьевого пространства моря изучают по материалам наблюдений в первую очередь на границе устьевого взморья и предустьевого пространства моря и вне пределов непосредственного гидродинамического влияния реки. Сложность режима уровня здесь определяется прежде всего величиной приливо-отливных колебаний (11.3), а если они незначительны, то величинами сгонно-нагонных, сезонных, бризовых и сейшевых колебаний.

Сезонный ход уровня может быть различным в зависимости от условий зональной или муссонной циркуляции, а также в зависимости от величины и распределения стока воды реки по сезонам и от удаленности пункта наблюдения от морского края дельты. На устьевом взморье приливные и сгонно-нагонные колебания уровня вследствие влияния морфометрических особенностей взморья весьма существенно изменяются. Амплитуда сейшевых колебаний затухает с течением времени. Их исследование может представлять самостоятельный интерес, если они достаточно велики.

В отдельных случаях (если нет приливов) заметны бризовые колебания уровня. При развитой бризовой циркуляции максимум уровня наблюдается в дневное время, а минимум – в ночное. Четко выраженный суточный ход бризовых колебаний уровня может иметь разный характер в зависимости от метеорологических условий.

11.2.11 На устьевом участке реки, включая дельту, режим колебаний уровня на различных водных объектах различен. Изменения уровня на водных объектах дельты от ее вершины до морского края характеризуют постепенный переход от режима, близкого к речному, к режиму, характерному для устьевого взморья. Амплитуда приливо-отливных и величина сгонно-

нагонных колебаний уровня уменьшаются от морского края к вершине УОР. Заливание и затопление дельты вызывают трансформацию – распластывание – волны половодья и отдельных высоких паводков и уменьшение стокowej составляющей уровня к морскому краю дельты.

Для дельт рек характерны русловые процессы, проявляющиеся наиболее интенсивно на разветвлениях рукавов и при выходе рукавов на взморье. Интенсивность и общее направление русловых деформаций на разветвлениях обуславливаются продольным профилем рукавов. В некоторых дельтах выдвигание и отмирание одного или целой системы рукавов часто приводит к образованию прорывов, носящих катастрофический характер. При этом в образовавшийся прорыв может уйти весь сток рукава или его большая часть. В этих случаях уровенный режим значительно изменяется. Если рукав или система рукавов отмирает, то уровень выше разветвления в общем повышается (если нет рукава, развитие которого компенсирует отмирание старого рукава), если же они активизируются, то уровень выше разветвления в общем понижается. Русловые деформации, как и морфологические особенности выходных участков рукавов, оказывают наибольшее влияние на уровенный режим в период половодья, во время прохождения паводков, сильных нагонов и приливов. Значительное влияние на режим уровня оказывают заторно-зажорные явления.

11.2.12 Уклоны водной поверхности в дельте и на устьевом взморье при различных фазах режима изучают обычно путем анализа данных всей сети водомерных и уклонных постов в УОР. Для объяснения многих гидрологических процессов необходимы мгновенные или фазово-однородные продольные и поперечные профили водной поверхности (рукава, лимана, залива и др.). Часто состояние водной поверхности картируется. Как правило, в этих случаях пользуются данными сети постоянных и временных водомерных постов.

11.2.13 Колебания уровня в различных водоемах УОР зависят от водообмена с рукавами дельты или с открытой частью устьевого взморья (залива, лимана), а также от величины осадков, испарения и транспирации, режима грунтовых вод. Уровенный режим внутридельтовых озер, ильменей, полоев и других водоемов УОР, не связанных непосредственно с устьевым взморьем, определяется, в основном, степенью их проточности.

На уровенный режим всех водоемов большое влияние оказывает ветер. Сгонно-нагонные колебания уровня усиливают процессы водообмена. Если лиман или залив соединен с морем достаточно узким проливом, то разность уровня по ту и другую сторону пролива определяет уклон водной поверхности, а значит и скорости течения.

Взаимный водообмен внутридельтовых водоемов (полоев и ильменей), слабо связанных как с рекой, так и с морем, в основном определяется ветром.

11.2.14 Если уровни воды в водотоках превысят критические значения (большие в верхней и меньшие в нижней части дельты), то начинается процесс заполнения водой понижений дельтового рельефа – затопление дельты. Обычно затопление обусловлено повышением уровня воды в период половодья и в

паводки – этот вид затопления называют заливанием. Заливание дельт, связанное с половодьем в естественных условиях наступает регулярно, это процесс в основном обратимый – после снижения уровней воды поверхность дельты освобождается от воды.

Затопление дельт, помимо половодий и паводков, может быть вызвано морскими факторами – прежде всего нагонами, а также подъемом уровня моря вследствие вековых колебаний. Речными факторами затопления являются катастрофические явления – прорывы бровок русел и береговых валов, плотин, искусственные попуски, заторно-зажорные явления и др.

Площади затопления в дельтах определяют с использованием данных наблюдений за уровнями воды, материалов рекогносцировочных обследований, аэрофотосъемок и данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Зоны затопления картируют.

11.2.15 Сгонно-нагонные колебания уровня изучаются во взаимосвязи с факторами, их вызывающими. Для этого на всей сети ведутся комплексные гидрометеорологические наблюдения. Опорные вековые посты оборудуют анеморумбографами и самописцами уровня. Все остальные посты ведут учащенные наблюдения обязательно при ветре более 8 м/с, который вызывает почти во всех УОР существенные колебания уровня. В некоторых устьях такие наблюдения необходимо начинать уже при ветре более 5 м/с.

При анализе особое внимание уделяют наиболее эффективным (дающим наибольшие приращения уровня) направлениям ветра, связывают состояние уровенной поверхности (в отдельных точках или районах) с синоптическими ситуациями. Для исследования процесса трансформации волны нагона в УОР необходимо привлекать данные наблюдений за ветром и давлением.

11.2.16 К наиболее трудным вопросам исследования сгонно-нагонных колебаний уровня в УОР относится выделение составляющей сгонно-нагонных колебаний уровня из суммарных и установление величины уровня, от которого следует отсчитывать высоту сгона и нагона. Величину сгонно-нагонных колебаний уровня для устьевых участков рек можно отсчитывать от уровней, обусловленных только прохождением стока воды.

11.3 Методы исследований уровенного режима в приливных устьях

11.3.1 Приливная волна проникает в устье на значительное расстояние, которое меняется в зависимости от фазы прилива, режима стока, влияния сгонно-нагонных явлений, наличия ледяного покрова, русловых деформаций. Действуя постоянно и периодически, приливы создают на морском участке реки целый ряд особенностей гидрологического режима, существенно отличающие их от бесприливных устьев. С проникновением в устье приливной волны связано изменение направления и скорости течения, поступление в устье соленых морских вод и целый ряд физических и биохимических процессов.

11.3.2 Приходящие в устье приливные волны могут быть поступательными или стоячими. Наиболее распространенным является случай поступательной приливной волны, когда приливные колебания уровня реки в различных точках морского участка УОР находятся в разной фазе. Сравнительно редко наблюдаются стоячие приливные волны. Приливные колебания происходят в этом случае почти в одной фазе (т. е. одновременно) на всем устьевом участке реки. Стоячие приливные волны возникают в случае приглубого взморья, например, в устьях Поноя в Белом море, в устье Лагуны в Охотском море и др. При наличии мелководья перед входом в устье стоячие приливные волны преобразуются в поступательные.

11.3.3 Процесс распространения приливной волны вверх по устьевому участку начинается с момента перехода у морского края от малой воды к подъему. По мере продвижения волны вверх по реке профиль ее постепенно искажается, а скорость распространения и высота уменьшаются. Уклон дна, уменьшение глубины и влияние речного стока создают различие в скорости распространения гребня и подошвы приливной волны. По мере распространения приливной волны вверх по реке расстояние между ее гребнем и подошвой предшествующей волны постепенно уменьшается, и время падения уровня значительно превосходит время его подъема.

11.3.4 Существует различие между характером приливных колебаний уровня в море и на устьевом участке реки. В море эти колебания происходят относительно среднего уровня моря, и самые низкие уровни малых вод наблюдаются в сизигии. Нижняя часть устьевого участка находится в основном под влиянием моря, и характер приливных колебаний здесь аналогичен морскому. Выше по течению влияние моря снижается, доминирующее влияние имеет речной сток и приливные колебания происходят относительно стокового уровня. С увеличением стока уменьшается величина прилива. В ряде устьев в период весеннего половодья приливы, как правило, не проявляются.

11.3.5 Влияние ледяного покрова сказывается в уменьшении величин прилива, уменьшении скорости распространения приливной волны, увеличении полуамплитуд суточных волн за счет волн меньших периодов.

11.3.6 К основным вопросам исследований относятся:

- а) выделение приливо-отливных колебаний уровня из суммарных (выделение стоковой и сгонно-нагонной составляющей);
- б) предвычисление и расчет основных характеристик приливов;
- в) установление протяженности устьевого участка реки и ее изменчивости;
- г) определение нуля глубин навигационных карт.

11.3.7 Для решения ряда практических задач, связанных с гидротехническим строительством, разрабатываются методы расчета максимальных и минимальных уровней и их обеспеченности.

11.3.8 Уровень воды в любой момент времени представляет собой сумму приливной и непериодической составляющей, отражающей влияние стока, сгонов и нагонов. Непериодические колебания уровня получают путем

вычитания из ежечасных значений наблюденного уровня его значений, предвычисленных методом гармонического анализа. При отсутствии надежно предвычисленных данных пользуются способом 24-часового скользящего сглаживания.

При достаточно густой сети водомерных постов, обеспечивающих непрерывную запись уровня, можно получить характерные профили водной поверхности в прилив по всей протяженности устьевых участков для различных астрономических условий и различных расходов воды.

11.3.9 Данные для расчета элементов прилива, а также для водохозяйственных и других расчетов, надежны только в том случае, когда в УОР и в районе проектируемых сооружений есть необходимое количество водомерных постов и непрерывная запись хода уровня с охватом характерных астрономических и гидрометеорологических условий.

11.3.10 В приливных УОР необходимо иметь три реперных водомерных поста: у морского края дельты (или эстуария), в вершине дельты и на верхней границе устьевых участков. Временные водомерные посты располагают в каждом из основных рукавов и протоков УОР.

11.3.11 После года работы УС в результате обработки и анализа годового цикла наблюдений устанавливают коррелятивную связь между уровнями на отдельных постах и определяют форму водной поверхности для различных фаз режима. Эти данные позволяют выяснить необходимость сооружения дополнительных и изменения местоположения существующих водомерных постов.

Окончательную схему размещения постоянных и временных постов определяют через два-три года работы УС, когда будет достаточно верно установлена репрезентативность каждого водомерного поста. В широких рукавах и эстуариях нередко существует различие между элементами прилива на противоположных берегах. В таких случаях нужно открыть временные посты у обоих берегов для освещения характерных астрономических и гидрометеорологических условий.

11.3.12 В отдельных случаях для исследования деформации приливных волн проводят дополнительные наблюдения за уровнем, особенно в местах резкого изменения морфометрических характеристик рукавов или при значительном изменении этих характеристик во времени.

11.4 Методы наблюдений

11.4.1 Для исследования режима уровня в каждой УОР организуют, как правило, три опорных вековых или реперных поста, а также постоянные и временные водомерные посты.

11.4.2 Опорные или реперные посты размещают в вершине дельты или в вершине устьевых участков реки (вне заметного влияния моря), на границе

устьевого взморья и предустьевого пространства моря (вне пределов заметного гидродинамического влияния речного стока) и на морском крае дельты или при выходе однорукавного устья.

11.4.3 Место расположения опорного поста в вершине дельты выбирают в с обязательным учетом тектонической структуры района и его инженерно-геологических условий. Пункт оборудуют самописцем и футштоком, основным и контрольным реперами. В районе опорного пункта в дельте располагают опорный гидроствор и два уклонных поста. В отдельных случаях, когда русло реки подвержено сильной деформации, один из уклонных постов рекомендуется оборудовать капитально и в характерные периоды производить на нем наблюдения параллельно с наблюдениями на основном водомерном посту.

11.4.4 На реках с весенним половодьем и половодьем в теплую часть года на опорном пункте в вершине дельты достаточно обеспечить двухсрочные наблюдения с обязательной установкой максимальной и минимальной реек. Во всех остальных случаях посты оборудуют самописцами уровня. При капитальной установке самописца на опорном пункте следует учитывать возможное влияние льда на сооружение и влияние большой мутности вод на заносимость колодца и подводящего канала или трубы.

11.4.5 Место расположения опорного пункта на границе устьевого взморья и предустьевого пространства моря выбирают в соответствии с возможными условиями для сооружения капитальной установки самописца уровня. Во многих случаях (при наличии берега ветровой осушки, осыхания вследствие опускания уровня моря и т. п.) рекомендуется устраивать опорные пункты на островах или маяках, если возможна достаточно точная планово-высотная его привязка. Тип самописца уровня моря определяется амплитудой колебания уровня и местными условиями.

11.4.6 Организация, размещение и оборудование сети постоянных уровенных постов подчиняется задаче полного отражения гидрологического режима основных гидрографических объектов при минимальном количестве пунктов наблюдений. При этом учитывают также морфологию, особенности развития гидрографической сети дельты, хозяйственную ценность УОР и др.

11.4.7 При наличии не менее годового цикла наблюдений необходимо установить коррелятивную связь между уровнями на отдельных постах и определить формы водной поверхности для различных фаз режима. Это позволит выяснить необходимость сооружения добавочных временных или необходимость изменения местоположения существующих постоянных постов с тем, чтобы более точно установить место перегиба продольного профиля водной поверхности.

11.4.8 В дельтах, имеющих крупные рукава, размещение постоянных постов желательно приурочивать к крупным разветвлениям, но располагать их в некотором удалении от места разветвления.

11.4.9 Требования к оборудованию и установке постоянных уровенных постов предъявляются такие же, как и к опорным пунктам, с той лишь разницей,

что все делается менее капитально. К месту положения постоянных и опорных уровенных постов должны быть приурочены гидростворы, здесь же следует производить комплексные гидрометеорологические наблюдения. Это поможет выявить связь уровенного режима устьевой области с факторами, которые его обуславливают, и позволит, исходя из знания уровенного режима УОР, объяснить другие гидрологические явления.

11.4.10 На всех постоянных постах, расположенных на участках, подверженных сгонно-нагонным или приливным колебаниям уровня, устанавливают самописцы. Если невозможно установить самописец, то на посту обеспечиваются как минимум четырехсрочные наблюдения с обязательной регистрацией уровня по максимальной и минимальной рейкам. На постоянных постах, на участках, не подверженных сгонно-нагонным или приливным явлениям, организуют стандартные двухсрочные наблюдения и дополнительные наблюдения по максимальной и минимальной рейкам.

11.4.11 К оборудованию постоянных постов и методике наблюдений на участках русла с непродолжительными паводками или регулируемым (например, попуски в нижний бьеф ГЭС) суточным режимом стока предъявляются те же требования, что и к оборудованию опорных постов с соответствующим режимом стока.

11.4.12 При исследовании процессов заливания дельты устанавливают временные посты в различных понижениях дельтового рельефа, вдоль поперечных профилей или по площади на отдельно выбранных массивах.

11.4.13 При специальных исследованиях отдельных, наиболее важных элементов гидрологического режима (заторно-зажорные явления, влияние рельефа дна взморья и контуров морского края дельты на сгонно-нагонные и приливные колебания уровня и т. п.) возникает необходимость в организации более густой сети временных водомерных постов. Размещение и методика наблюдений на таких постах определяются специально разработанной программой в зависимости от поставленных целей и конкретных морфологических особенностей исследуемого участка.

12 Течения на устьевом взморье

12.1 Общие сведения

12.1.1 Изучение режима течений – одна из основных и наиболее сложных задач исследования гидрологии устьевого взморья. Режимом течений на взморье в значительной степени определяются режим солености воды, транспортировка и отложение наносов, температура и прозрачность воды, перемещение планктона и гидрохимический режим, формирование рельефа взморья и отчасти ледовый режим.

12.1.2 Характеристику течений необходимо знать для изучения теплового и солевого баланса отдельных районов моря или устьевого взморья, дрейфа льда, а также загрязнения вод.

12.1.3 Циркуляция вод на устьевом взморье определяется в основном влиянием речного стока, ветра и атмосферного давления, приводящих к своеобразному колебанию уровня и изменению уклонов водной поверхности. В зоне смешения речной и морской вод на течения оказывают влияние вертикальные градиенты плотности воды. На морях с приливами режим течений на устьевом взморье, кроме этих факторов, в значительной степени определяется приливо-отливными явлениями. Таким образом, течения в каждом отдельном районе взморья определяются суммарным воздействием всех перечисленных факторов.

12.1.4 Устьевое взморье имеет свои специфические особенности:

- наличие составляющей стокового течения;
- влияние берега на направление, скорость течения и на возникновение градиентных течений;
- влияние рельефа дна;
- большая мутность воды и наличие водной растительности;
- кратковременность и малая инерционность течений.

12.1.5 Перечисленные особенности имеют большое значение для выбора методики исследования изучаемого района (мелководья, залива, открытого участка взморья, пролива). На мелководном взморье и в проливах, возрастает роль сгонно-нагонных явлений, во многом определяющих режим течений. В этих случаях существенную роль приобретают наблюдения за уровнем воды, проводимые одновременно с наблюдениями за течениями.

12.1.6 При постановке наблюдений за течениями следует иметь четкое представление о том, для чего и как они будут использованы в дальнейшем. В зависимости от этого методы исследования могут существенно различаться. Иногда значительно меняются и требования не только к характеру сведений, но и к их точности.

12.2 Основные вопросы режима течений

12.2.1 Режим течений характеризуется изменчивостью во времени и пространстве. Различают:

- сезонную изменчивость, обусловленную сезонными изменениями атмосферного давления, ветра, речного стока, плотности воды и т. п.;
- кратковременную изменчивость, обусловленную кратковременными – от нескольких часов до нескольких суток – изменениями ветра и уровня;
- «мгновенную» изменчивость, обусловленную турбулентностью потока.

Кроме того, различают периодические и непериодические изменения течений.

12.2.2 Режим течений на устьевом взморье характеризуется существованием стокового течения, играющего огромную роль в режиме

взморья. Стоковое течение создается речными водами и обуславливается существованием на взморье уклона водной поверхности в сторону моря. Скорость стокового течения в основном определяется величиной этого уклона.

12.2.3 Значительные изменения в режим стоковых течений вносит ветер. Суммарное течение на взморье может включать, кроме стокового, ветровые (дрейфовые), градиентные и плотностные течения.

Ветровые течения развиваются под действием тангенциального давления ветра на водную поверхность. В мелководной прибрежной зоне зависимость течений от ветра имеет крайне сложный характер. Под дрейфовыми течениями понимают установившиеся ветровые течения, для которых характерно постоянство уклона урванной поверхности при данной силе ветра.

12.2.4 Вызванные действием тангенциальной силы ветра на урванную поверхность, ветровые и дрейфовые течения при достаточной продолжительности переносят значительные массы воды и обуславливают наклон урванной поверхности моря. Этот наклон создает некоторый градиент давления, под влиянием которого в море возникают так называемые градиентные течения.

12.2.5 Течения, обусловленные неравномерностью поля плотности, называются плотностными. Поскольку плотностные и стоковые течения обладают значительно меньшей изменчивостью во времени по сравнению с течениями ветровыми, то они могут рассматриваться как течения «постоянные» (сезонные).

12.2.6 В продолжительный штиль, когда отсутствуют анемобарические воздействия на поверхность моря, на устьевом взморье действуют только «постоянные» течения – стоковые и плотностные, а в приливных морях на эти течения накладываются приливно-отливные течения.

12.2.7 К периодическим следует отнести приливные, сейшевые и бризовые течения. Хотя факторы, вызывающие сейшевые и бризовые течения непериодические, сами течения по своему характеру периодические.

12.2.8 На отмелем взморье можно выделить три основных района преобладания различного рода течений:

а) район преобладания стокового течения, самый мелководный и прилегающий к морскому краю дельты. Он включает придельтовые отмели, бары, фарватеры, култуки и проточные лиманы;

б) район преобладания стоково-ветровых течений, располагающийся мористе первого и включающий свал глубин. Суммарное течение здесь представляет геометрическую сумму ветрового и стокового течений. В штиль преобладают стоковые течения, а в период действия ветра – ветровые. При сгонах и нагонах возникает придонное компенсационное противотечение. В это время создаются условия для формирования слоя скачка солености и температуры воды (плотности) на горизонте, который служит границей, отделяющей поверхностный поток ветрового течения от придонного потока компенсационного течения.

В этом районе нейтральные ветры, а также ветры нагонного направления обуславливают схождение стокового и ветрового течений. Как правило, он является переходным от района взморья с преобладающим влиянием реки к району с преобладающим влиянием моря;

в) район преобладания ветровых, а в штиль – остаточных течений. Он включает мористую часть устьевого взморья и предустьевое пространство моря. Стоковые течения даже в длительный штиль здесь проследить трудно.

12.3 Методы исследований и наблюдений течений

12.3.1 Методы исследований

12.3.1.1 При организации исследования течений на устьевом взморье можно выделить следующие районы:

- а) устьевой бар;
- б) бороздины или каналы;
- в) межбороздинное пространство взморья, т. е. отмели;
- г) центральный район;
- д) предустьевое пространство моря.

12.3.1.2 Различают три основных подхода к исследованию течений:

а) изучение течений на гидрологическом разрезе (распределения течений вдоль бороздины и канала по мере удаления от берега, водообмена между отдельными районами взморья и др.). Выполнение этого вида работ позволяет получить распределение течений вдоль разреза в определенный момент времени;

б) съемка течений, дающая пространственное распределение течений при определенных условиях;

в) систематические наблюдения в одном пункте в продолжение длительного времени (многосуточные станции) с целью исследования процесса изменения течений и установления корреляционной связи течений с другими гидрометеорологическими элементами.

Эти три подхода на практике можно применять каждый самостоятельно или в сочетании друг с другом (например, разрез и многосуточная станция синхронно).

12.3.1.3 Разрезы для изучения течений на взморье могут быть двух видов: опорными (стандартными), которые выполняются ежегодно и неоднократно в течение ряда лет, и временными (тематическими), которые выполняются один или несколько раз и служат для дополнения или уточнения данных, полученных на основных стандартных разрезах.

12.3.1.4 Вблизи морского края дельты стандартные разрезы намечают по направлению стокового течения по основным фарватерам (каналам, бороздинам) взморья. Эти разрезы нужны для определения затухания скорости стокового течения в штиль, а также при различных скоростях и направлениях ветра. На приглубом взморье, где фарватера может и не быть, разрезы совпадают с

направлением стокового течения в штиль и чаще всего перпендикулярны морскому краю дельты или береговой черте.

12.3.1.5 На отмелях (забровочном пространстве) часть из них располагается примерно параллельно бороздинам с целью определения затухания скорости стокового течения на взморье между устьями рукавов дельты, а часть – параллельно морскому краю, пересекая фарватеры под прямым углом с целью выявления неравномерности распределения стокового течения по ширине взморья.

12.3.1.6 Устьевое взморье и мелководные прибрежные районы моря отличаются от остальных районов моря большими и относительно быстрыми изменениями течений во времени. Большую роль в этих изменениях играют колебания уровня, которые значительны в данных районах. Нельзя изучить режим течений на взморье, не уделив основного внимания исследованию изменчивости течений во времени и установлению зависимости этих изменений от гидрометеорологических факторов. Для этого наиболее целесообразно применять метод многосуточных (многосерийных) станций, перемещая их местоположение по акватории взморья.

12.3.1.7 Метод многосуточных наблюдений имеет большие преимущества перед всеми остальными. Он позволяет:

а) осветить такие особенности режима, которые могут быть упущены при разовых наблюдениях;

б) изучить течения в более короткий срок;

в) при выполнении многосуточных наблюдений в нескольких точках сопоставить режим течений, наблюдаемый в разных районах;

г) подойти к расчету и прогнозу течений.

12.3.1.8 Наиболее доступно и целесообразно изучение течений посредством выполнения многосуточных (многосерийных) станций с экспедиционных судов с одновременной постановкой автономных самописцев течений в тех районах, где позволяют условия. Многосуточные станции должны быть комплексными. На этих станциях, кроме наблюдений над течениями, производят наблюдения над соленостью, температурой, мутностью воды, а также метеорологические наблюдения. По мере выявления основных закономерностей режима течений в районе расположения станции, многосуточную станцию переносят в другой район. Рекомендуется выполнять синхронно несколько многосуточных станций с двух-трех судов в нескольких точках взморья, освещая режим течений не только во времени, но и в пространстве. Желательно также одновременное выполнение на двух-трех судах одной-двух многосуточных станций и разрезов или съемок течений между ними.

12.3.2 Исследования течений в приливных устьевых областях рек

12.3.2.1 Исследование течений в приливных УОР отличается целым рядом специфических особенностей как в постановке, так и в обработке и анализе данных. Если для изучения непериодических течений (в бесприливных УОР)

большое значение имеют синхронность, частота и продолжительность наблюдений, необходимость охвата различных сезонов и различных синоптических условий, то в приливных УОР, где существуют периодические течения, требуется строго определенная продолжительность наблюдений (тридцати, пятнадцати, двух, одно- или полусуточной продолжительности).

12.3.2.2 В УОР приливо-отливные течения могут быть двух типов: возвратно-поступательные или реверсивные (иногда их называют прямолинейными) и вращательные (круговые). В рукавах дельты, на बारे и прилегающей к устью части взморья, как правило, наблюдаются реверсивные течения. Этот тип течений характеризуется скачкообразным изменением направления течения на 180° без промежуточных значений. При реверсивном типе течений при смене приливного течения на отливное и обратно некоторое время скорость равна нулю. Это явление называется обычно кроткой (стоячей) водой.

Для открытой части устьевого взморья и предустьевого пространства моря характерны течения вращательного типа. В этом случае направление их изменяется, проходя через все румбы компаса, а скорость, изменяясь по величине, не достигает нулевого значения.

12.3.2.3 Исследование течений в приливных УОР в основном заключается в следующем:

- в выделении из суммарных течений приливо-отливных, в том числе истинных, полусуточных, суточных и в отдельных случаях четвертьсуточных течений; в определении остаточных течений;
- в вычислении гармонических постоянных приливо-отливных течений, предвычислении и расчете их основных характеристик;
- в совместном анализе приливо-отливных колебаний уровня и течений для выяснения кинематики приливных волн, формирующих прилив в устье;
- в определении продолжительности действия одностороннего (речного) течения в период половодья по всему пространству устьевой области;
- в определении на взморье зоны перехода реверсивных течений во вращательные;
- в установлении границы распространения вверх по реке приливо-отливных течений и ее изменчивости.

12.3.3 Классификация приливо-отливных течений

Приливо-отливные течения классифицируются на основании вычисленных гармонических постоянных. Истинные приливо-отливные течения, подобно приливо-отливным колебаниям уровня, в зависимости от соотношений между амплитудами приливных волн обычно подразделяются на три типа:

- полусуточные;
- суточные;
- смешанные.

Истинные приливо-отливные течения полусуточного типа характеризуются дважды повторяющимся за время лунных суток максимальным приливным и максимальным отливным течением. Истинные приливо-отливные течения суточного типа характеризуются одним максимальным приливным и одним максимальным отливным течением за время лунных суток. Истинные приливо-отливные течения смешанного типа имеют дважды поступающие за время лунных суток максимальное приливное и максимальное отливное течения, однако скорость первого максимального течения существенно отличается от скорости второго.

12.4 Анализ и обобщение материалов

В итоге обработки и анализа наблюдений над течениями на взморье должны быть:

- выявлены и изучены основные факторы, определяющие режим течений на взморье. Для этого необходимо точно установить сравнимость используемых материалов;
- выделены районы генетически разнородных течений: район преобладания стоковых течений, район стоково-ветровых течений и район ветровых течений;
- составлена схема стоковых течений в штиль, для периода навигации и для зимнего периода, а также для половодья и межени и для разных фаз изменения уровня;
- даны схемы стоковых течений устьевого взморья и предустьевого пространства моря для восьми основных румбов ветра;
- установлен ветровой коэффициент и его зависимость от глубины места, направления ветра, удаленности от берега;
- выделены границы на взморье, за которыми развивается придонное противотечение при сгонах и нагонах, а также найден наиболее вероятный горизонт раздела течений по вертикали;
- выделены зоны резкого затухания скоростей стокового течения на взморье;
- найдены зоны схождения стокового и ветрового течений при нагоне (в межень, в половодье);
- вычислен период установления дрейфового течения для отдельных районов при определенных скоростях и направлениях ветра;
- определено наличие периодических течений (приливных, бризовых, сейшевых) и их характер;
- установлена связь между уровнем и течением по наблюдениям на водомерных постах и рейдовых точках (многосуточных станциях, автономных самописцах);
- установлена зависимость скоростей течения от вертикальных градиентов плотности при прочих равных условиях;
- выявлена роль плотностного течения в результирующем течении;

- установлен результирующий перенос водных масс на взморье за отдельный синоптический период, сезон, навигационный период, год.

13 Соленость воды в устьевых областях рек

13.1 Общие сведения

Соленость воды определяет многие физические, химические и биологические свойства воды, в т.ч. условия существования водных организмов. От солености воды зависит существование и видовой состав водной растительности в рукавах дельт, лиманах и на взморье. Она же определяет некоторые типы почв дельт, затопляемых при сильных нагонах или в прилив, и величину ветрового выноса солей. Грунтовые воды дельт могут находиться в контакте с морскими водами, что также влияет на величину и характер засоления почв прибрежных районов. В устьях северных рек соленость воды влияет на образование внутриводного (донного) льда, что следует учитывать при прогнозировании дат появления льда на взморье.

Соленость воды в УОР определяется следующими физико-географическими факторами:

- а) соленостью вод моря;
- б) расходом стока воды и наносов;
- в) осадками;
- г) испарением и др.

Основными динамическими факторами, вызывающими изменения солености в отдельных районах УОР, могут быть:

- а) приливо-отливные, стоковые, ветровые и плотностные течения;
- б) ветровое и конвективное перемешивание;
- в) сейшевые и бризовые колебания уровня;
- г) внутренние волны;
- д) ледовый покров.

Кроме этого, большую роль в режиме солености, особенно в устье с отмелым взморьем, играют глубина и рельеф взморья.

13.2 Основные вопросы режима солености

13.2.1 При изучении режима солености подлежат исследованию:

- а) кратковременные изменения солености воды;
- б) сезонные изменения солености;
- в) межгодовые изменения солености;
- г) пространственное распределение солености и его изменения;
- д) вертикальное распределение солености и его изменения.

13.2.2 По дальности проникновения морских вод можно выделить устья, в которых:

- морская соленая вода никогда не проникает в устьевой участок реки;
- проникает при малых расходах воды (межень) в штиль;
- проникает при сильных стогах или нагонах, проникает в фазу прилива.

13.2.3 При исследовании солёности воды в УОР получают обычно следующие характеристики: среднюю, наибольшую и наименьшую солёность в различных районах взморья и участков рукавов, а также расстояние наибольшего и наименьшего распространения пресных и рассоленных вод на взморье и характеристику проникновения соленых вод в рукава дельты или лиманы.

13.2.4 Для получения указанных характеристик проводят комплексные работы по исследованию еще ряда взаимосвязанных элементов гидрологического режима (речного стока, уровня, температуры воды, течения), ледовых явлений и метеозадающих – ветра, осадков и др., от которых зависит режим солёности.

13.2.5 В отличие от открытых районов моря, в некоторых районах устьевого взморья сильно выражены как межгодовые и сезонные изменения солёности воды, определяемые главным образом стоком реки, так и кратковременные (от нескольких часов до нескольких суток) колебания ее значения.

13.2.6 Условием существования таких быстрых изменений солёности воды являются большие горизонтальные и вертикальные градиенты солёности в этих районах, созданные соприкосновением речных и морских вод. Эти изменения в основном вызываются ветром, стоковыми и приливными течениями.

13.3 Методы исследований и наблюдений

13.3.1 Методы исследований

13.3.1.1 В зависимости от поставленных задач и имеющихся возможностей составляют программу и план исследования солёности. Если в УОР исследования солёности еще не проводились, то необходимо выполнить рекогносцировку.

13.3.1.2 В план рекогносцировочных работ обычно включается выполнение разрезов, съемок и многосуточных станций в различные сезоны и погодные условия. В районах наибольшего изменения глубин (свала глубин), на предполагаемых границах стыка двух различных течений (например, стокового и ветрового) или резкой границы мутности вертикали учащаются.

13.3.1.3 Исследования солёности воды должны проводиться с учетом:

а) сезонов:

- весеннего – в предполоводную межень;
- периодов половодья (на пике),
- осенней межени;

- осеннего паводка
- ледового периода;

б) ветра:

- нагонного;
- сгонного;
- нейтрального;
- шторма;
- до шторма и после шторма;
- штиля;

в) прилива:

- периода полной фазы (например, для полусуточного прилива 14 ч);
- периода суточного неравенства, в том числе для полусуточных приливов (26–28 ч),
- периода месячного неравенства (в сизигию и в квадратуру).

13.3.1.4 Программа исследования солёности в УОР должна предусматривать одновременные наблюдения на стационарных пунктах устьёвого участка реки и устьёвого взморья, в рейдовых точках этих пунктов (постоянные суточные вертикали), на суточных вертикалях и разрезах вдоль основных рукавов и их продолжений на взморье.

13.3.1.5 Если возможности УС позволяют, то солёность исследуют синхронно в основных рукавах УОР. В противном случае исследуют режим солёности каждого рукава, а затем проводят наблюдения во всех основных рукавах для выяснения различия в проникновении морских вод в эти рукава при одинаковых гидрометеорологических условиях (фазах прилива, нагонах, сгонах).

13.3.1.6 Для изучения пространственного распределения солёности на взморье и предустьёвом пространстве моря выполняется съёмка солёности воды. Съёмка производится с одного судна за короткий промежуток времени по нескольким разрезам или одновременно (синхронно) с нескольких судов по нескольким разрезам.

Результаты съёмки должны отражать все специфические особенности солёности в районе съёмки.

13.3.1.7 Съёмки бывают двух типов:

- синхронные;
- фазовые (с учетом времени добегания вод).

В УОР с приливами съёмка солёности производится методом синхронных измерений в ряде створов или точек за приливо-отливную фазу, т. е. в течение 13 ч. и 26 ч.

В УОР без приливов съёмку приурочивают к определенным погодным условиям. Время ее определяют на основании прогноза явления (сгона, нагона, штиля).

13.3.1.8 В зависимости от задач исследований съёмку выполняют или только в поверхностном слое, или во всей толще воды (на ряде горизонтов). В первом случае температуру воды можно не определять, а во втором случае

нужно обязательно совместно с соленостью определять и температуру воды для обнаружения слоя скачка плотности. Такую съемку сопровождают наблюдениями над цветом, прозрачностью воды, течениями, ветром, а также учащенными наблюдениями над ветром и уровнем на береговых и островных гидрометеостанциях и постах. Эти наблюдения позволяют выявить зависимость величины солености от указанных элементов.

13.3.1.9 Съемку солености проводят на акватории всего взморья или в отдельных его районах. Это определяется размерами устьевого взморья и степенью кратковременной изменчивости солености на взморье. При съемке количество точек (станций) на каждом разрезе планируется больше, чем при выполнении одного отдельного разреза. Съемки солености на устьевом взморье выполняются несколько раз в год (4–6 раз) в зависимости от фазы, стока реки. В предустьевом пространстве моря съемку следует выполнять два-три раза в год: в предполоводный период, месяц спустя после пика половодья и перед ледоставом.

13.3.1.10 Режим солености устьевого взморья характеризуется значительными и быстрыми изменениями солености во времени в пункте наблюдения. Отсюда следует, что существующие в океанографической практике методы наблюдений за соленостью в открытом море не всегда целесообразно применять на устьевом взморье.

13.3.2 Методы наблюдений

13.3.2.1 Стационарные исследования режима солености воды проводят непрерывно и систематически в течение ряда лет. Они позволяют использовать статистический метод обработки полученных данных для изучения многолетнего изменения режима солености определенного района.

13.3.2.2 Важно правильно выбрать район расположения стационарного пункта в УОР и место для взятия проб воды. По возможности, это место должно иметь глубину, характерную для района исследования, и не должно быть изолировано от открытой части выбранного района.

13.3.2.3 Стационарные пункты взятия проб воды подразделяются на основные (вековые, опорные) и тематические (временные – на 2–3 года). На этих пунктах проводятся круглогодичные или сезонные (например, на период навигации) наблюдения.

13.3.2.4 Опорные пункты наблюдений над соленостью устанавливаются на морском крае дельты, островах и постоянных плавмаяках на устьевом взморье или на приморском участке одного из основных рукавов (наиболее глубокого или имеющего канал на взморье), если клин солености обычно проникает в этот рукав.

13.3.2.5 Для детализации режима солености на пространстве устьевого участка реки или устьевого взморья создают временные (тематические) пункты наблюдений за соленостью, например, выше и ниже по течению рукава от опорного пункта наблюдений. Такие пункты организуют на два-три года для

выявления основных особенностей режима солёности в районе наблюдений, или только на какой-нибудь сезон (период половодья, межень и др.).

13.3.2.6 Пробы воды на стационарных пунктах берут обычно с двух горизонтов: поверхности и дна. При значительной разности в солёности поверхностного и придонного горизонтов берут пробу в промежуточном горизонте.

В зимний период подо льдом следует брать пробы также в поверхностном и придонном слоях.

13.3.2.7 Количество наблюдений над солёностью в сутки зависит от степени изменчивости солёности в районе наблюдения. Первоначально число наблюдений в сутки устанавливают по имеющимся экспедиционным или архивным данным об устойчивости солёности в районе стационарного пункта, а затем уточняют на основании наблюдений этого пункта. Чем ближе средняя солёность в пункте наблюдения в обычных условиях к солёности речной или морокой воды, тем устойчивее величина солёности в этом районе. Если же средняя солёность в пункте наблюдения приближается к половине значения солёности моря, то в этом районе возможны частые значительные кратковременные ее изменения.

13.3.2.8 На стационарном пункте на устьевом участке реки, на котором обычно морская вода отсутствует, наблюдения над солёностью воды следует производить только в период значительных сгонов и нагонов. Для этого пункта устанавливают какой-то критический уровень воды (отдельно для межени и половодья), при достижении которого наблюдатель начинает брать пробы на солёность. Пробы берут с поверхности и дна через два–четыре часа до тех пор, пока уровень не перейдет через максимум сгона или нагона. Так как при сильном сгоне вода взморья может проникать в придонный слой наиболее глубокого рукава в виде компенсационного течения, то следует в основном следить за изменением солёности в придонном слое.

13.3.2.9 Если стационарный пункт расположен в зоне стыка речных и морских вод и обычно солёность в этом районе составляет 40 %–60 % средней солёности моря, то пробы воды берут четыре раза в сутки.

13.3.2.10 Если пункт наблюдения находится в предустьевом пространстве моря или в очень распресненной зоне взморья (солёность составляет 5 %–10 % солёности моря) и близко не расположена зона наибольших горизонтальных градиентов солёности воды, пробы берут один раз в сутки (днем) в обычных условиях и два раза в сутки при устойчивых продолжительных ветрах свыше пяти баллов.

13.3.2.11 В УОР, где сильно развиты бризы, пробы воды на солёность на стационарных пунктах следует брать два раза в сутки – утром и вечером, не считая учащенных наблюдений, отмеченных выше. Время взятия проб воды обычно приурочивается к времени других гидрометеорологических наблюдений.

13.3.2.12 Когда в рукавах стрежень потока прижимается к одному берегу или при небольшом стоке и впадении рукава в приглубое взморье, морские воды

могут проникать в устье не по всей ширине русла, а только вдоль берега, противоположного тому, к которому ближе ось потока. В этом случае в русле наблюдается хорошо выраженный поперечный градиент солености. Для исследования отмеченного явления в устьях с приглубым взморьем в межень следует наблюдать несколько вертикалей на поперечном разрезе основного рукава.

13.3.2.13 Количество сроков взятия проб на соленость на многосуточной станции в первый раз следует определять, исходя из ее расположения и удаленности от устья, а также в зависимости от горизонтальных и вертикальных градиентов солености. В дальнейшем вносят коррективы, исходя уже из установленной по наблюдениям кратковременной изменчивости солености отдельно для межени и половодья. Обычно в зоне стыка речных и морских вод на отмелем взморье пробы воды на многосуточных станциях следует брать через четыре, а на приглубом – через два часа. При резкой смене гидрометеорологических условий (направления и скорости ветра, уровня, течения) взятие проб воды учащается. В остальных районах взморья и на приустьевом пространстве моря пробы на соленость можно брать с интервалом в 6–8 ч.

14 Температура воды в устьевых областях рек

14.1 Общие сведения

Режим температуры воды определяется совокупностью периодических (суточных, сезонных, многолетних) и непериодических процессов изменения температуры, протекающих в определенных гидрометеорологических условиях. Поэтому исследования температуры воды в УОР, каким бы специальным задачам они ни были подчинены, должны быть тесно увязаны с общим комплексом гидрометеорологических работ в УОР.

Температура (наряду с соленостью и содержанием кислорода в воде) определяет условия существования водных биоресурсов – ихтиофауны, водоплавающих птиц и других животных и растительных организмов в водных объектах.

Характер распределения температуры по глубине показывает степень однородности или неоднородности толщи воды, интенсивности процессов перемешивания. Температура – одна из основных характеристик, позволяющих выделить на взморье речные и морские водные массы. По данным о температуре рассчитывают теплозапас воды, что необходимо при разработке методов прогноза сроков замерзания и вскрытия (продолжительности навигации). Данные о температуре используются в оперативных целях для обслуживания рыбной промышленности (для нахождения промысловых скоплений рыбы в море).

14.2 Основные вопросы режима температуры

Исследованию подлежат следующие вопросы:

- а) режим температуры воды устьевое участка реки или дельты;
- б) режим температуры водоемов дельты;
- в) режим температуры воды устьевое взморья.

Определяют межгодовой, сезонный и суточный ход температуры водных объектов УОР, с установлением величин экстремальных температур и их обеспеченности.

Турбулентный характер речного течения в УОР обеспечивает обычно хорошее перемешивание воды и выравнивание ее температуры от поверхности до дна. Температура воды всего речного потока изменяется в соответствии с годовым и суточным изменением количества солнечной радиации.

При приливе и нагоне морская вода может проникать в реку. Она тяжелее речной, поэтому обычно распространяется по дну речного русла. Накануне ледостава переохлажденная морская вода, попадая в рукава, охлаждает грунты дна. Когда во время отлива над охлажденным дном русла протекает речная вода, то придонные слои потока охлаждаются ниже температуры замерзания. Этот процесс может привести к образованию донного льда, который в зависимости от местных условий или уничтожается последующим приливом, или постепенно нарастает.

14.3 Методы исследований и наблюдений

14.3.1 Термический режим исследуют путем постановки многолетних наблюдений в определенных районах УОР. Эти наблюдения производят систематически на постах и эпизодически на рейдовых пунктах и разрезах.

Вопрос о рационализации сети наблюдательных пунктов должен быть предметом постоянной заботы сотрудников УС. Он решается после рекогносцировочного обследования изучаемого района с учетом не только данных рекогносцировки, но и материалов наблюдений, накопленных в предшествующие годы. В дальнейшем по мере изучения термического режима УОР необходимо продолжать работу по рационализации сети пунктов наблюдений и улучшению методики наблюдений.

14.3.2 Систематические наблюдения за температурой воды следует проводить только на тех водомерных постах, на которых термический режим имеет свои особенности.

14.3.3 На приустьевом участке реки, куда морская вода не проникает ни при приливах, ни при нагонах, речные воды однородны по температуре. Поэтому при решении вопросов, связанных с режимом температуры этого участка (организация и методика наблюдений, приборы, обработка полученного материала и т. п.), следует руководствоваться РД 52.10.324

14.3.4 На устьевом участке реки, где морская вода во время прилива или нагона проникает в рукава, методика наблюдений за температурой имеет свою специфику. В приливных устьях с большой изменчивостью температуры в течение суток на водомерных постах устьевого участка реки необходимы четырехсрочные наблюдения.

14.3.5 Наибольшая изменчивость температуры воды как в пространстве, так и во времени в УОР наблюдается на взморье. Кроме суточного и годового хода температуры, здесь происходят также значительные кратковременные (несколько часов) колебания температуры, вызванные сгонно-нагонными явлениями. Поэтому на водомерных постах взморья необходимы четырехсрочные наблюдения, а в периоды сгонов (нагонов) при проведении экспедиционных работ на взморье водомерные посты должны переходить на учащенные наблюдения (через каждые один-два часа).

14.3.6 На приливном взморье, где характеристики вод имеют четко выраженный полусуточный или суточный ход, проведение даже кратковременных (несколько часов) съемок не имеет смысла. В этом случае выполняют многосерийные станции (см. примечание 6.6) в характерных районах взморья с одного или нескольких судов.

14.3.7 Обнаружив слой скачка температуры, определяют его глубину. При наличии современных морских измерительных приборов слой скачка определяют с их помощью и дополнительных наблюдений термометрами не проводят. При отсутствии этих приборов следует измерять температуру не только на стандартных, но и на дополнительных горизонтах. Дополнительные горизонты располагаются таким образом, чтобы они фиксировали температуру на верхней и нижней границах слоя скачка.

14.3.8 Морские измерительные приборы, применяемые в настоящее время для наблюдения за температурой воды, а также первичная обработка материала наблюдений описаны в РД 52.10.842.

14.3.9 Организация и методика экспедиционных работ по исследованию температуры воды в водоемах дельты не отличается от исследования температуры бесприливного взморья. В этом случае также необходимо сочетание многосерийных наблюдений на отдельных станциях со съемками в течение всего периода исследуемого явления.

14.3.10 Для пресных водоемов дельты обычно достаточно двухсрочных наблюдений за температурой на постах, и только в периоды с большим суточным ходом температуры (теплое время года) целесообразно переходить на четырехсрочные наблюдения.

14.3.11 Для определения теплового баланса дельтовых водоемов необходимо знать изменение средней температуры воды за период расчета. Она определяется по данным съемок температуры. В те дни, когда съемки не проводятся, среднюю величину температуры воды в водоеме рассчитывают по графику связи между температурой воды на постоянной рейдовой вертикали и вычисленной по данным съемок. Для восстановления пропусков в измерении

температуры на постоянной вертикали используют графики связи температуры воды на рейдовой вертикали с температурой на водомерных постах. Задача заключается в том, чтобы, по данным систематических прибрежных наблюдений на постах, а также с учетом наблюдений на рейдовых вертикалях и при съемках рассчитывать теплозапас водоема в любой период года.

14.4 Анализ и обобщение материалов

Все материалы экспедиционных наблюдений должны быть обработаны сразу же по окончании работ лицами, которые проводили эти наблюдения. Затем составляют отчет, который включает:

- а) описание методики наблюдений;
- б) описание метеорологических условий накануне и во время проведения работы;
- в) таблицы с основными данными (материалами) наблюдений;
- г) графики, разрезы и схемы;
- д) краткий анализ полученных материалов и предварительные выводы;
- е) предложения о дальнейших работах по изучению данного явления.

Материалы съемки всего устьевое взморья или его части оформляются графически в виде схем с изотермами распределения температуры воды для поверхностного и придонного горизонтов.

При наличии слоя скачка температуры строятся подобные схемы и для горизонтов выше и ниже слоя скачка, схема глубины залегания и мощности слоя скачка температуры.

15 Ледовые явления

15.1 Общие сведения

В большинстве УОР России ледовые явления наблюдаются в течение четырех-шести месяцев. Они ограничивают и затрудняют судоходство, гидротехническое строительство, рыбный промысел, водоснабжение. Вызываемые ледовыми явлениями изменения гидродинамических условий приводят к изменению характера водообмена между рекой и морем и между отдельными частями УОР. С этим может быть связано перераспределение стока по рукавам дельты, подпорные повышения уровня воды, нарушение водообмена в отдельных частях и т. п.

Из практических задач, решение которых связано с изучением ледовых явлений, наиболее важными и общими являются:

- а) продление сроков навигации за счет плаваний в ледовый период;
- б) борьба с опасными явлениями, вызываемыми зажорами и заторами льда;
- в) разработка мер предохранения от разрушающего действия льда на берега и сооружения;

г) использование льда для переправ, гидротехнического строительства и т.п.

Решение всех этих задач требует, прежде всего, получения основных характеристик, к которым относятся время появления и исчезновения различных форм льда, толщина льда, скорость и направление движения льда, размеры ледяных полей, физико-механические свойства льда.

Наиболее длительные наблюдения требуются для исследования сроков образования и исчезновения льда, которые от года к году могут существенно меняться, и для разработки методов их расчета. В этих целях исследуют зависимости ледовых явлений от гидрометеорологических условий. При изучении опасных явлений, вызываемых формированием или перемещением льда, разрабатывают обоснованные рекомендации по борьбе с этими явлениями.

Характер ледовых процессов в УОР определяется прежде всего тепловым балансом воды в осенне-зимний и весенний периоды, который зависит от теплообмена с атмосферой (радиационного и турбулентного) и от адвекции тепла водными массами. Ход ледовых явлений в УОР зависит также и от величины речного стока. С колебанием стока связано изменение границы взаимодействия речных и морских вод, что сказывается на процессах ледообразования. С повышением стока весной увеличивается механическое воздействие речных вод на ледяной покров устьевых участков реки. Поэтому в условиях зарегулированного стока характер ледовых явлений может существенно изменяться.

15.2 Основные вопросы ледового режима

15.2.1 В зависимости от ежегодной повторяемости и устойчивости ледовых явлений УОР можно разделить на следующие основные группы:

- а) УОР с ежегодным устойчивым образованием ледяного покрова, к которым относится большая часть устьевых областей рек России;
- б) УОР с неустойчивым образованием ледяного покрова;
- в) УОР, где ледовые явления наблюдаются, но припай не образуется.

Указанное деление отражает степень влияния ледовых явлений на гидрологические процессы и практическую деятельность человека.

Наибольшее значение имеют исследования ледового режима в УОР с устойчивым ледяным покровом. В отличие от других групп здесь четко выделяются периоды осеннего ледообразования, зимнего развития неподвижного льда (ледостав) и весеннего вскрытия. В УОР других групп влияние ледовых процессов на гидрологический режим носит более ограниченный характер.

15.2.2 При составлении программы исследований и организации наблюдений необходимо учитывать различия в характере ледовых процессов, вызванные неравномерностью адвекции тепла водных масс, морфологических и гидродинамических условий в разных частях УОР. Наиболее четко выражены

различия между ледовыми процессами на устьевом взморье и на устьевом участке реки.

15.2.3 По своему характеру ледовые процессы и ледовые образования на устьевом взморье мало отличаются от морских. Однако эти процессы развиваются на взморье более интенсивно, чем в смежных прибрежных районах моря. Это выражается в более ранних сроках начала образования и разрушения льда, а также в большем развитии припая. Так, в замерзающих УОР свободное плавание судов зимой прекращается, зимняя навигация осуществляется с помощью ледоколов. Изучение динамики припая – его образования, развития, деформаций (под воздействием ветра, приливов, течений) и разрушения весной – является одной из основных задач УС.

15.2.4 Особое внимание следует уделить изучению образования на отмелем взморье льда, препятствующего выходу речных вод в море и проникновению морских вод в реку, а также затрудняющего зимнюю навигацию.

15.2.5 Ледовые процессы на устьевом участке реки сходны с речными. Образование и разрушение ледяного покрова часто сопровождается зажорами и заторами. Последние наблюдаются в основном на реках, текущих с юга на север, хотя не исключены и на других реках. С зажорами и заторами льда связаны резкие и значительные подъемы уровня воды, вызывающие наводнения. Различные меры по борьбе с зажорами и заторами не всегда обеспечивают безопасность городов и поселков от наводнений. Поэтому заторы и зажоры изучаются с целью выявления причин и закономерностей их образования и разработки надежных мер борьбы с ними.

В программу работ по изучению заторов и зажоров, кроме специальных наблюдений, должны входить наблюдения за образованием внутриводного льда (шуги), ледемерные съемки, авиаразведки в период замерзания и вскрытия, а также анализ данных дистанционного зондирования Земли из космоса, полученных в этот период.

15.2.6 В число важнейших вопросов изучения ледового режима устьевого участка реки входят нарастание льда и его разрушение, структура и физико-механические свойства, воздействие льда на берега и гидротехнические сооружения.

15.2.7 На устьевом участке реки и в дельте в программу работ следует включить вопросы изучения промерзания мелководных рукавов, протоков или их участков и связанное с этим перераспределение стока.

15.3 Методы исследований и наблюдений

15.3.1 Исследования режима ледовых явлений

15.3.1.1 Основу исследований режима ледовых явлений составляют длительные наблюдения в постоянных пунктах, а также ледовые авиаразведки,

маршрутные съемки и др. При организации исследований необходимо учитывать особенности ледовых процессов в каждой УОР.

15.3.1.2 При исследовании режима ледовых явлений учитывают изменения, связанные с практическими мероприятиями, влияющими на водо- и теплообмен (например, регулирование стока в результате создания на реке гидроэлектростанций и водохранилищ). Эти исследования особенно важны для определения будущего режима УОР. Не менее важны исследования изменений, вызываемых мероприятиями, проводимыми в УОР: искусственное разрушение льда зимой (для целей навигации) и весной, сброс теплых вод, создание гидротехнических сооружений (дамб, мостов, ограждений и т. п.). Так, при зимних ледокольных работах битый лед, скапливающийся под неподвижным, может забить русло до дна и вызвать перераспределение стока, а иногда и опасные подпорные повышения уровней.

15.3.1.3 В результате исследования режима ледовых явлений должны быть получены количественные характеристики, определяющие масштабы и характер явлений в будущем как в естественных условиях, так и с учетом возможных искусственных изменений.

15.3.2 Исследование зажоров льда

15.3.2.1 Зажорные явления в устьях рек происходят главным образом в начале ледостава, вызывая резкие и значительные подъемы уровня воды в зоне подпора. Наводнения от зажоров приносят большие убытки народному хозяйству. Поэтому для изучения зажоров необходимы специальные исследования на участках, где они наблюдаются. Места ожидаемого образования зажоров устанавливают на основании данных наблюдений над уровнями и ледовыми явлениями за предшествующие годы или на основании опросных данных и предварительного гидрографического обследования в осенне-зимний период.

15.3.2.2 Наблюдения проводятся на всем протяжении зажорного образования, а также в зоне подпора (выше зажора) и в зоне спада (ниже его).

15.3.2.3 На выбранном участке наблюдения производят на основных и дополнительных водомерных постах, которых здесь должно быть пять–шесть. Наблюдения на постах ведутся по обычной программе, а после начала интенсивного подъема уровней воды – учащенно (через два–четыре часа или ежечасно).

15.3.2.4 В период от начала и до полного установления ледостава организуют на всем протяжении УОР наблюдения за положением кромки льда и картируют ледовую обстановку на основе береговых маршрутных обследований, авиаразведки и данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

15.3.2.5 После установления прочного ледяного покрова на участке зажора с целью определения объема и распределения масс шуги в зажоре производят ледомерные съемки по продольному профилю (фарватеру) с выносом точек в сторону берега, а в последующем – по поперечным профилям, разбиваемым в

зависимости от характера зажорных скоплений шуги. Для выяснения изменений в мощности и характере скоплений шуги под ледяным покровом проводят повторные промеры.

15.3.3 Исследования заторов льда

15.3.3.1 Заторы, которые обычно образуются весной, в период вскрытия вызывают значительное стеснение русла и подъем уровней воды. С явлениями заторов связаны затопления поймы и берегов, разрушения берегов и гидротехнических сооружений, а также изменения русла. Применяемые меры борьбы с заторами не всегда эффективны в силу недостаточной изученности механизма явления, поэтому УС, перед которыми ставится задача изучения заторов, организуют комплекс систематических наблюдений. В этот комплекс входят наблюдения над уровнями воды и уклонами водной поверхности, над вскрытием с картированием, измерения расходов льда, ледемерные съемки. Также проводят наблюдения над температурой воды, структурой льда, деформацией русла и берегов. В комплекс наблюдений включается оценка эффективности мер борьбы с заторами, а также учет повреждений, вызываемых заторами.

15.3.3.2 В заторе различаются две части: голова, или основание затора, и хвост, или массив затора. Основание затора состоит из полей льда, сильно сжатых и восторженных по краям; у берегов здесь наблюдаются наторщенные гряды. Во время стояния затора лед основания бывает неподвижен. Хвост затора представлен в основном битым льдом, значительно разрушенным, находящимся в хаотическом состоянии (отдельные льдины поставлены на ребро, другие перевернуты). Отличается он более темным цветом (при взгляде с возвышения). Отдельные части его могут перемещаться вследствие таяния и уплотнения. В хорошо сформировавшемся заторе под берегом выделяется полоса льда более светлого цвета. Эти навалы льда на берег затрудняют наблюдения.

15.3.3.3 Заторы наблюдаются почти всегда на одних и тех же участках водотоков. В местах, где обычно образуются заторы, необходимо провести детальную съемку русла и берегов (до незатопляемых отметок) и наметить пункты наблюдений.

15.3.3.4 На участке затора рекомендуется организовать посты через 2–3 км, из них один основной – ледовозаторный, на который командировать на период вскрытия специалиста УС, который должен руководить работой всех постов на участке затора и контролировать ее.

15.3.3.5 На ледовозаторном посту в программу работ входит картирование состояния участка, измерение скоростей движения льда (расходов льда), ледемерная съемка (до вскрытия), наблюдения над толщиной и структурой льда (по выпиленным кабанам или выжатым на берег льдинами), наблюдения над деформацией берегов.

15.3.3.6 На устьевых участках рек (к ним относятся прежде всего реки, текущие с юга на север), где заторы обязательно возникают при вскрытии,

необходимо в течение зимы провести две–три маршрутные леδοмерные съемки (в начале, середине и конце зимы или в начале и конце зимы). Эти съемки позволят установить участки, где в силу характера осеннего ледостава (что выражается большой второршенностью и наличием подсонов льда) наиболее вероятно образование заторов.

15.3.3.7 Хотя заторы образуются в постоянных местах, они могут наблюдаться не каждый год. Это зависит от характера осеннего ледостава и хода процессов вскрытия по реке в данном году. В конце зимы, перед вскрытием, проводится леδοмерная съемка для выяснения наличия под ледяным покровом скоплений шуги и льда, образовавшихся с осени. Маршрут леδοмерной съемки прокладывается по фарватеру. Кроме того, производятся измерения по поперечникам, учтенным в местах образования заторов.

15.3.3.8 С целью установления количества льда, поступающего к затору сверху и проходящего ниже затора, необходимо измерять расходы льда выше и ниже заторов. На верхнем створе измеряется температура воды на профиле или в точке, достаточно удаленной от берега. Наблюдения над температурой воды, приходящей к затору, имеют большое значение, так как это позволяет установить принос тепла, который играет существенную роль в разрушении льда в заторах (особенно в устьях рек, текущих с юга на север).

15.3.3.9 Для установления деформаций русла и берегов при заторе рекомендуется проводить съемку участка после спада уровней.

15.3.3.10 УС должна фиксировать все работы, которые проводятся в пределах УОР с целью предупреждения образования заторов и разрушения возникающих заторов. При взрывных и леодокольных работах необходимо точно указывать сроки и место разрушения льда. При разрушении заторов следует указывать, в какой части затора велись работы.

15.3.4 Исследования физико-механических свойств льда

15.3.4.1 Исследования физико-механических свойств льда осуществляются УС в полевых (естественных) условиях, что позволяет получить наиболее достоверные данные. Эти исследования включают определения строения и структуры, плотности, солёности и механических свойств льда. Учитывая, что лед в УОР может быть солоноватым, желательно включать лабораторные работы по определению фазового состава или солёности льда.

15.3.4.2 Строение и структуру льда описывают при всех видах исследований ледяного покрова. При описании строения льда приводят сведения о толщине и расположении в плане слоев льда различного происхождения, проводится картирование, зарисовки и фотографирование.

15.3.4.3 При изучении структуры и определении размеров и формы кристаллов в полевых условиях облучают образцы льда солнечным или искусственным (от электролампы) светом. В результате неравномерной интенсивности таяния на поверхности возникают контуры кристаллов. При длительном действии лучистой энергии кристаллы свободно рассыпаются.

При изучении структуры соленого льда устанавливают размеры кристаллических зерен, воздушных пор и прожилок рассола.

15.3.4.4 Соленость льда определяют в различных частях УОР с целью выявления характера распространения солоноватых льдов начиная с устьевого взморья. Кроме того, устанавливают изменение солености льда в течение всей зимы.

15.3.4.5 Определение механических свойств льда в полевых условиях сводится к определению временного сопротивления льда при изгибе и сжатии. Эти характеристики необходимы для решения вопросов, связанных с оценкой грузоподъемности ледяного покрова и давления льда на сооружения по время ледохода.

Испытывать лед на прочность (механические свойства) в УОР следует в разное время, но особенно важно весной (перед вскрытием) и осенью (в начале ледостава). Весной важно получить величины, характеризующие сопротивление льда сжатию, а осенью – изгибу. Испытания следует производить в разных частях УОР.

15.3.5 Организация наблюдения за ледовыми явлениями

15.3.5.1 Сеть наблюдательных пунктов строят так, чтобы освещать все основные районы УОР: устьевой участок реки, рукава дельты и устьевое взморье. В период вскрытия и замерзания сеть наблюдательных пунктов может быть увеличена за счет организации временных постов. Последние можно создавать в местах, где ледовые процессы протекают более сложно (в местах заторов и зажоров). Поскольку в большинстве посты являются информационными, местоположение их надо согласовать с хозяйствующими субъектами.

15.3.5.2 Наблюдения начинают при понижении температуры воздуха ниже нуля или при появлении приносного льда и заканчивают после окончательного и полного очищения видимого пространства ото льда. При записях ледовой обстановки руководствуются РД 52.10.842 (раздел 9).

15.3.5.3 Для изучения ледового режима необходимо на станциях и постах иметь данные о гидрометеорологических условиях. Поэтому при организации наблюдательной сети следует учитывать размещение метеорологических станций, обеспечивающих получение надежных данных о температуре воздуха, осадках, ветре и облачности. Эта сеть должна также обеспечивать необходимое число станций, ведущих наблюдения над температурой и уровнем воды.

15.3.5.4 На водомерных постах устьевых участков рек, где вскрытие и замерзание происходит при значительных колебаниях уровней воды, наблюдения над последними необходимо проводить учащенно. Крайне важно фиксировать характерные уровни, т. е. уровни в момент начала весенних ледовых явлений (подвижки льда, начало ледохода и т. д.).

15.3.6 Определение температуры воды и теплового стока

Данные о температуре воды, полученные по наблюдениям у берега в период осеннего охлаждения и весной, могут существенно отличаться от средней температуры всей массы воды. Для вычисления теплового стока на замыкающем створе необходимо иметь данные о температуре воды по всему живому сечению. В этих целях измеряют температуру воды на нескольких вертикалях, расположенных в одном створе по всей ширине реки. На каждой вертикали измерения производят на нескольких точках.

Измерения температуры воды осуществляются на том же створе, на котором измеряют расходы воды. Для того чтобы измерение температуры на створе не заняло более 1,5 ч, число вертикалей, назначенных для измерения скорости течения, может быть несколько уменьшено.

Количество таких измерений температуры воды зависит от того, насколько средняя температура всей массы воды будет отличаться от температуры воды у берега. Как минимум, необходимо для каждого створа производить два-три измерения при различной температуре воды (например, одно в пределах 3°C – 4°C , второе в пределах 0°C – 2°C).

15.3.7 Картирование ледовых явлений

Для картирования ледовых явлений широко используется авиаразведка и данные дистанционного зондирования Земли из космоса.

Специальная авиаразведка в УОР проводится в периоды замерзания и вскрытия. Сроки (частота) и маршруты ее зависят от изменений ледовой обстановки. Для выяснения характера продвижения волны вскрытия по реке и поступления льда с вышележащих участков реки маршруты полетов могут выходить за пределы УОР.

Данные дистанционного зондирования различного пространственно-временного разрешения позволяют своевременно зафиксировать местоположение формирующегося затора или зажора и вести мониторинг развития этих ледовых явлений от их начала до естественного разрушения, или до разрушения с использованием специализированных технических средств.

Если в период ледовых явлений ведутся специальные ледокольные работы, желательно на ледоколы направить специалиста УС – гидролога для наблюдений над ледовыми явлениями, а также для помощи капитану в правильной оценке ледовой обстановки.

Гидролог-наблюдатель фиксирует ледовую обстановку по пути следования ледокола, отмечая время и место его нахождения. Чрезвычайно важно при этом определять размеры льдин, толщину, описывать структуру льда и характер ледовых образований. При остановках судна необходимо определять скорость и направление движения льда. В бортируале должно быть приведено подробное описание ледокольных работ и дана предварительная оценка эффективности разрушения ледовых перемычек (заторов).

15.3.8 Наблюдения над толщиной ледяного покрова

Для установления характера ледяного покрова, кроме наблюдений в районе станций и постов, измеряют толщину льда на постоянных профилях и выполняют ледомерные съемки. При выборе профилей для измерений учитывают не только особенности режима, но и наличие тех или иных сооружений. Целесообразно постоянные ледовые профили разбивать в районе ледяных переправ и мостов, у причалов, на лимитирующих судоходство участках (барах), на участках, где происходит местное ослабление льда вследствие сброса теплых промышленных и городских вод. Измерения на ледовых профилях производят при толщине льда менее 15 см через один–три дня, от 15 до 25 см – через пять дней, более 25 см – через 10–15 дней. На устьевом участке реки профили разбивают поперек русла, а на устьевом взморье – от берега в сторону моря.

15.3.9 Наблюдения за движением льда

Наблюдения за движением льда на устьевом участке реки осуществляют в период ледохода с целью выявления его характера и влияния на существующие сооружения, а также для подсчета расхода льда. Для выполнения первой задачи производят так называемую съемку траекторий движения льда на значительном участке русла. Участок съемки выбирают в местах гидротехнических сооружений. Кроме скорости и направления, фиксируют размеры льдин и густоту ледохода.

На устьевом взморье, где лед дрейфует под воздействием ветра и течений, наблюдения за дрейфом не ограничены периодом вскрытия и замерзания, а могут осуществляться и зимой.

Наблюдения за дрейфом льда его необходимо проводить на участках, где лед лимитирует судоходство и влияет на гидротехнические сооружения. В приливных устьях необходимы многочасовые наблюдения за дрейфом льда, охватывающие целиком приливо-отливную фазу. Определения дрейфа льда обязательно должны сопровождаться наблюдениями за скоростью и направлением ветра.

15.3.9 Измерение расходов льда

Расходы льда измеряются с целью определения объема льда, поступающего в УОР, и выявления баланса льда во время весеннего и осеннего ледоходов. Для определения объема льда, прошедшего через данный створ за весь период ледохода, необходимо производить учащенные (не реже чем через час) наблюдения над густотой ледохода. Измерения расходов льда с одновременными наблюдениями над густотой льда в начале устьевой области и нижних створах, включая рукава дельты (также за весь период ледохода), позволяют вычислить баланс льда и роль отдельных рукавов в транзите льда из реки в море.

15.4 Анализ и обобщение материалов о ледовых явлениях

Все материалы наблюдений подвергаются первичной обработке сразу же после окончания наблюдений, обрабатываются они тем же лицом, которое вело наблюдения. По окончании цикла наблюдений на УС составляют отчет, который включает:

- а) описание методики наблюдений;
- б) описание условий наблюдений;
- в) описание метеорологических условий (температура воздуха, скорость и направление ветра, осадки, облачность, высота снежного покрова);
- г) таблицы с основными результатами наблюдений;
- д) краткий анализ полученных материалов, в котором рассматриваются полученные данные в зависимости от гидрометеорологических условий;
- е) выводы и предложения о дальнейших работах по изучению данного явления (цикла наблюдений).

При этом важно использовать материалы всех организаций, ведущих работы в УОР. От них могут быть получены сведения:

- а) о ледовом режиме на отдельных участках, эксплуатируемых данной организацией (морским и речным флотом, железнодорожным транспортом, электростанциями и др.);
- б) о затруднениях при плавании и повреждениях гидротехнических сооружений;
- в) о мероприятиях по борьбе с неблагоприятными ледовыми явлениями и об эффективности этих мероприятий.

Сведения за текущий год используют при составлении годового научно-технического отчета, а за более длинный ряд лет – при описании ледового режима.

16 Гидрохимический режим устьевых областей рек

16.1 Общие сведения

Основным процессом в УОР, формирующим особый тип устьевых вод, является процесс химического взаимодействия абсолютно различных по составу солеобразующих компонентов и различных по минерализации речных и морских вод. Устьевые воды постоянно находятся в состоянии движения и перемешивания и непрерывно меняют свои физико-химические свойства.

Взаимодействие речных и морских вод протекает в каждом устье поразному. Это обуславливает своеобразные черты гидрохимического режима вод в каждой УОР и определяет задачи гидрохимических исследований, средства и методы наблюдений и их обработки.

16.2 Основные задачи исследования

Основные задачи исследования гидрохимического режима УОР следующие:

а) получение режимных характеристик химического состава, минерализации и их суточных, сезонных и многолетних изменений в водных объектах УОР. Эта задача определяет основные черты организации гидрохимических исследований, предусматривает систематическое накопление материалов наблюдений и составление пространственно-временных гидрохимических характеристик в целом и в отдельности каждого компонента;

б) исследование химических загрязнений в устьевых водных объектах. Эта задача решается совместно с первой и предполагает составление карт-схем по компонентам-загрязнителям и рекомендаций по рациональному размещению источников загрязнения;

в) исследование основных факторов и закономерностей формирования солевого состава вод, газового режима и режима питательных солей на устьевых водных объектах;

г) установление качественных и количественных взаимосвязей гидрометеорологических и гидробиологических элементов с гидрохимическими с целью получения характеристики для расчета и, в конечном счете, прогноза гидрохимических элементов в УОР.

16.3 Методы исследований и наблюдений

Гидрохимические исследования проводятся совместно с гидрологическими по специально разработанной программе, которая составляется применительно к физико-географическим особенностям каждой УОР и к запросам экономики региона.

Гидрохимические и гидробиологические процессы, как и ряд гидрологических процессов, имеют суточный, сезонный и многолетний характер. Гидрохимический режим значительно изменяется при изменении гидрологического режима в зависимости от таких явлений, как штормы, приливы, отливы, половодья, паводки и т. п. Поэтому гидрохимические исследования организуют не только по календарным признакам, но приурочивают к характерным природным явлениям с целью изучения пространственно-временных изменений гидрохимического состояния вод УОР. Изучение гидрохимического режима и его изменчивости во времени требует организации многосуточных исследований.

Солнечная радиация, температура воды, миграция фитопланктона, приливы и отливы, бризы, а вслед за ними биохимические и химические процессы изменяются в течение суток. В условиях, когда прочие факторы имеют меньшее значение, достаточно полутора- или двухсуточных наблюдений через три–шесть часов в зависимости от степени изменчивости наблюдаемых

элементов. Практически такими малыми сроками можно ограничиваться в штилевых условиях при более или менее неизменном речном стоке в море.

Непериодические явления (сгоны, нагоны, льдообразование, штормы, паводки и т. п.), а также явления, имеющие во времени большой период (половодье, межень и т. п.), но не повторяющиеся по величине и характеру и накладывающиеся друг на друга, требуют большей длительности многосуточных наблюдений. Наиболее целесообразны многосуточные наблюдения в течение полного цикла развития, стабилизации и затухания явления природы (от двух–трех до 20 суток).

Методы измерений элементов гидрохимического состояния и загрязнения в воде и донных отложениях стандартны и изложены в соответствующих методиках научно-исследовательских институтов Росгидромета.

17 Отчетность устьевых станций

По результатам выполненной программы работ тематических исследований в УОР специалисты УС ежегодно представляют подробный научно-технический отчет. Составление этого отчета – трудоемкая работа, поэтому ее необходимо выполнять равномерно в течение всего года. В начале года при подготовке календарного плана (графика) полевых работ составляют план камеральных работ по обработке полевых материалов и составлению научно-технического отчета. Календарные планы составляются с учетом сроков выполнения отдельных этапов обработки и календарной загрузки каждого работника определенным видом обработки.

В ежегодном научно-техническом отчете УС содержатся:

- основные сведения о выполнении годового плана (перечень тематических исследований и наблюдений по элементам);
- состояние анализа и обобщения полученных материалов;
- предложения о дальнейшей работе по темам;
- список работников, составляющих определенные разделы отчета;
- краткие сведения по координации и кооперированию исследований УОР;
- перечень ведомственных работ по исследованию гидрологического режима УОР за отчетный год;
- список и схема размещения в УОР наблюдательных пунктов гидрометеорологической сети и районов специализированных работ;
- краткие сведения о состоянии сети (приводятся в первом отчете, в последующих даются только данные об изменениях).

В отчете должны получить освещение следующие элементы режима:

- уровень воды и уклоны водной поверхности;
- годовой ход уровня на устьевом участке и в вершине УОР;
- трансформация паводочной волны в пределах дельты и на устьевом взморье;
- наиболее характерные сгонно-нагонные явления за истекший год;

- характер приливных колебаний уровня в половодье и межень, квадратуру и сизигию, в период нагона и сгона, при ледоставе;
- заливаемость дельты по сезонам года, площади затопления отдельных районов или зон дельты;
- характерные уклоны водной поверхности в дельте и на устьевом взморье в период половодья, межени, сгонов и нагонов;
- водный сток и его распределение по рукавам дельты и на устьевом взморье;
- годовой ход стока в вершине дельты; распределение и перераспределение стока по рукавам дельты (половодье, межень, нагон, сгон, ледостав и др.);
- влияние зарегулирования на величину стока и его распределение;
- режим стока наносов, мутность и прозрачность воды: характеристика мутности вод дельты, прозрачности и цвета воды взморья;
- сток взвешенных наносов, его годовой и сезонный ход в вершине дельты;
- распределение стока наносов по рукавам дельты и на взморье;
- механический состав взвешенных и донных наносов;
- русловые процессы и изменение гидрографической сети дельты: краткая характеристика геоморфологии дельты и гидрографической сети (дается только в первом отчете);
- краткие результаты наблюдений за русловыми процессами на выбранных участках;
- вопросы заносимости каналов, бороздин, прорезей, формирование баров; общий характер изменений в строении гидрографической сети;
- течения на взморье: определение зоны стоковых, зоны смешанных (стоковых, ветровых и градиентных), зоны ветровых (дрейфовых) течений;
- тепловой сток и ледовый режим: температура воды в дельте и на устьевом взморье, ход ее по сезонам, распределение по районам, по вертикали и по поперечному сечению;
- ход ледовых явлений и толщина льда в дельте и на устьевом взморье, их характеристика в сравнении со среднеголетними;
- воздействие льда на берега, сооружения, суда;
- гидрохимическая характеристика вод УОР: анализ содержания хлора, щелочности, кислорода, величины рН, биогенных элементов; сопоставление их распределения с гидрологическими элементами;
- режим волнения: результаты натуральных наблюдений за волнением и полученные расчетные связи; влияние волнения на судоходство и воздействие волнения на берега и сооружения;
- краткие выводы по всем разделам работы;
- задачи дальнейших исследований, предложения по уточнению программы работ и рационализации сети;
- приложения.

В приложения включаются все основные сводные материалы наблюдений и исследований по устьевому участку реки (дельты) и по устьевому взморью –

обобщенные за год таблицы по формам РД 52.10.764, и материалы, не вошедшие в них.

В зависимости от специфики работы и наличия материалов в научно-технический отчет должны быть включены и другие материалы, не предусмотренные данной программой.

В перечне представляемых материалов и сведений приведены основные разделы отчета, которые могут быть дополнены или заменены в соответствии с поставленными для различных УС задачами тематических гидрометеорологических исследований с учетом разнообразия условий УОР.

Структура отчета согласовывается с методическим центром по исследованиям устьев рек – ФГБУ «ГОИН», с НИУ-куратором и с региональным УГМС.

Отчет составляют ведущие специалисты УС и подписывает директор или начальник. Копии отчета направляются в ФГБУ «ГОИН», в НИУ-куратор и соответствующее региональное УГМС.

Библиография

Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 01.06.2006 №74-ФЗ (с изменениями на 24 апреля 2020 года).

Михайлов В.Н. Динамика потока и русла в непривливаемых устьях рек. М.: Гидрометеиздат, 1971. 259 с.

Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. Речные дельты. Гидролого-морфологические процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 260 с.

Михайлов В.Н., Михайлова М.В., Магрицкий Д.В. Основы гидрологии устьев рек. М.: Изд-во Триумф, 2018. 316 с.

Полонский В.Н., Лупачев Ю.В., Скриптунов Н.А. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 383 с.

Руководство по гидрологическому исследованию морских устьев рек. Под ред. С.С.Байдина. М.: Гидрометеиздат, 1965. 339 с.

Руководство по гидрологическим исследованиям в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. М.: Гидрометеиздат, 1972. 395 с.

РД 52.10.324-92. Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. М.: Гидрометеиздат, 1993. 167 с.

РД 52.10.764–2012 Водный кадастр Российской Федерации. Методические указания по составлению и подготовке к изданию многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек. Обнинск.: Изд-во Артифлекс. 2012. 166 с.

РД 52.10.842–2017 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть I. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. М.: ООО «Издательство ИТРК». 2017. 385 с.

Ключевые слова: руководство, устьевая область, река, взморье, дельта, гидрометеорологический режим, русловые процессы, наблюдения, тематические исследования

Лист регистрации изменений

Порядко вый номер измене- ния	Номер страницы				Номер регистра ции измени я в ГОС, дата	Под- пись	Дата	
	изменен- ной	заменен- ной	новой	аннули- рованной			внесения изм.	введения изм.