

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОЛОГИИ УСТЬЕВ РЕК (К 90-ЛЕТИЮ В.Н. МИХАЙЛОВА)

УДК 556.54(985)

### СОСТОЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ РЕК АЗРФ

© 2022 г. М. В. Третьяков<sup>а</sup>, \*, О. В. Муждаба<sup>а</sup>, А. А. Пискун<sup>а</sup>, Р. А. Терехова<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург, 199397 Россия

\*e-mail.ru: tmv@aari.ru

Поступила в редакцию 21.12.2021 г.

После доработки 09.02.2022 г.

Принята к публикации 29.03.2022 г.

На основе полного учета устьевой сети в ее современных границах впервые представлены историческое развитие гидрологических наблюдений на стационарной сети Росгидромета в устьевых областях рек на территории Арктической зоны РФ. Обозначены основные современные проблемы государственных наблюдений в устьевых областях арктических рек. Рассмотрены недостатки организации наблюдений за уровнем воды на устьевой сети и стоком воды на замыкающих створах рек, впадающих в арктические моря. Выполнен детальный анализ соответствия сведений о стоке воды, опубликованных в изданиях Водного кадастра РФ, аналогичным сведениям, размещенным в Автоматизированной информационной системе “Государственный мониторинг водных объектов”. Гидрологическая информация, публикуемая в изданиях ВК, во многих случаях не идентична АИС ГМВО, что приводит к ошибкам в оценках гидрологических характеристик.

*Ключевые слова:* Арктическая зона, устьевая область, государственная сеть гидрологических наблюдений, сток воды.

DOI: 10.31857/S0321059622050157

#### ВВЕДЕНИЕ

История становления и развития наблюдательной стационарной гидрологической и морской сети в Арктике, в том числе в устьевых областях рек, за разные периоды представлена в работах [5, 19, 23]. В настоящее время границы Арктики значительно изменились. На сегодняшний день территории, относящиеся к Арктической зоне РФ, определяются правовыми актами, в первую очередь Указом Президента РФ № 296 от 2 мая 2014 г. “О сухопутных территориях Арктической зоны РФ” с последующими дополнениями (2017, 2019 гг.). В июле 2020 г. принят Федеральный закон РФ № 193 “О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации”, в котором установлены территории, понимаемые в настоящее время под Арктической зоной РФ (АЗРФ). В результате законодательных изменений площадь сухопутной территории АЗРФ значительно увеличилась. При этом возросла и численность гидрологической сети, научно-методическое сопровождение которой закреплено за Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом (АНИИ) [29].

В соответствии с действующим в системе Росгидромета положением [38] АНИИ – головной институт по всем видам наблюдений в Арктике (кроме загрязнения), он осуществляет научно-методическое руководство сетью гидрометеорологических наблюдений на поверхностных водных объектах суши АЗРФ.

Ежегодно из УГМС в АНИИ поступают сведения о состоянии наблюдений и работах на гидрологической и морской сети в границах АЗРФ, выполняется научно-методическое инспектирование сети УГМС, проводится научно-методическая экспертиза материалов наблюдений на стадии публикации в изданиях Водного кадастра (ВК) РФ “Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек” (ЕДМ) [11] по бассейнам Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей. При этом пополняется актуальными сведениями база данных “Состояние гидрометеорологической сети в Арктической зоне РФ за период инструментальных наблюдений” [27].

На основе обобщения этих материалов, а также исторических сведений о государственной и ведомственной сети, опубликованных в изданиях ВК РФ [31], в общих чертах представлено разви-



**Рис. 1.** Устьевая гидрологическая и гидрометеорологическая сеть в устьевых областях рек АЗРФ по состоянию на 31.12.2021. 1 – Арктическая зона РФ; 2 – южная сухопутная граница Арктической зоны РФ; 3 – водосборы устьевых областей ниже замыкающего створа; 4 – эстуарии больших рек по принятым нижним границам устьевых областей [11]; 5 – верхние (речные) границы устьевых областей по гидрологическим признакам; 6 – замыкающие створы рек, где проводятся измерения расходов воды; 7 – замыкающие створы рек, работающие без измерений расходов воды; 8 – закрытые замыкающие створы рек; 9 – действующая гидрологическая и гидрометеорологическая сеть в УОР.

тие сети устьевых наблюдений в Арктике в ее современных границах и выполнен анализ актуального состояния государственной сети гидрологических наблюдений в устьевых областях рек (УОР). Рассмотрены вопросы организации наблюдений за уровнем воды в устьевых областях и стоком воды на замыкающих створах больших рек.

Современное состояние гидрологических наблюдений в устьевых областях арктических рек в целом по АЗРФ в научной литературе не отражено. В рамках федеральной целевой программы (ФЦП) “Развитие водохозяйственного комплекса России в 2012–2020 годах” в ААНИИ был разработан детальный системный проект развития и модернизации гидрологической сети по устьевым областям рек Енисейского бассейнового округа (Енисей, Пясины и Хатанга). Началась работа над эскизными проектами по восстановлению и развитию гидрологической сети в устьевых областях рек Оби, Лены, Яны, Индигирки и Колымы [17]. Однако с 2015 г. финансирование этих работ прекратилось и реализация системных проектов в УГМС не началась.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В современных границах Арктической зоны РФ от Белого до Берингова моря расположено 18 устьевых областей больших и полизональных рек (рис. 1). При этом на арктическом побережье представлено все многообразие типов устьевых областей в соответствии с гидролого-морфологической [16, 25] и геоморфологической [20, 21] классификацией. Принципы типизации и районирования устьевых областей рек и их воплощение применительно к конкретным водным объектам служат основой при планировании размещения сети и состава стационарных и экспедиционных наблюдений.

В арктические моря впадают 137 средних рек, имеющих площадь водосбора 2000–50000 км<sup>2</sup> [27, 40], и множество малых (площадь водосбора <2000 км<sup>2</sup>) водотоков. Около 1300 малых рек впадают в моря с арктических островов [14], лишь 9 из них имеют площадь водосбора >1000 км<sup>2</sup> [27, 40]. Большинство рек до настоящего времени не изучено.

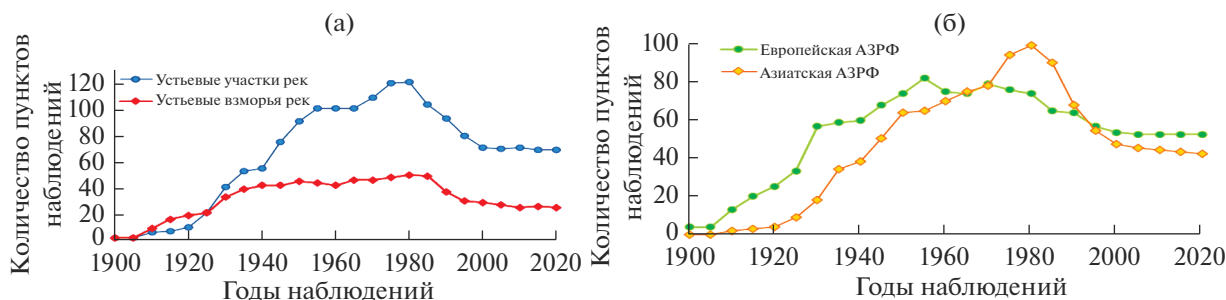


Рис. 2. Динамика численности государственных и ведомственных пунктов наблюдений в устьевых областях арктических рек за 1900–2020 гг.: на устьевых участках и устьевых взморьях рек (а), в европейской и азиатской частях АЗРФ (б).

За период инструментальных наблюдений в устьях 97 материковых рек работало 279 станций, постов и гидрометрических створов, 44 из них относились к ведомственной сети. В европейской части – в границах современной АЗРФ – наблюдения проводились на 63 реках (40 малые, 19 средние, 4 большие реки), в азиатской – на 34 (7 малые, 11 средние, 16 большие реки). Отметим, что категории рек приведены по размеру их водосбора в соответствии с Государственным стандартом [10]. Всего за исторический период на устьевых участках рек, включая замыкающие створы, работало 194 пункта наблюдений, на устьевых взморьях – 85 [27]. На реках островов арктических архипелагов стационарные государственные наблюдения не проводились.

#### КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ АРКТИЧЕСКИХ РЕК

История становления регулярной гидрологической сети в устьях северных рек начинается в 1752 г. с организации наблюдений за высшим уровнем воды весеннего половодья на Корабельном рукаве дельты р. Северная Двина у пос. Соллобала (г. Архангельск) [40]. В 1877 г. в с. Усть-Пинега на Северной Двине организуются первые измерения расходов воды. В начале XX в. создаются гидрологические посты в устьях рек Онеги (с. Порог, 1912 г.) и Печоры (с. Оксина, 1916 г.) [40]. С 1914 г. на побережье Кольского залива в г. Александровске (ныне МГ-2 Полярное) организуются систематические наблюдения за уровнем воды по рейке (футштоку) [42].

На востоке страны во время Первого международного полярного года (1982–1983 гг.) в дельте р. Лены, в устье протоки Большой Туматской на о. Сагастырь была организована Усть-Ленская полярная станция, проработавшая год с августа 1882 г. [19].

До 1917 г. пункты гидрологических наблюдений в восточной Арктике были единичны, располагались на р. Енисее и были организованы для обеспечения нужд судоходства (о. Диксон, 1916 г.; с. Дудинка, 1912 г.; с. Селиваниха, 1912 г.) [40].

После Октябрьской революции в 1917 г. в связи развитием транспортной магистрали Северного морского пути сеть гидрометеорологических станций, в том числе устьевых, стала быстро расти (рис. 2). Этот процесс не остановился даже во время Великой Отечественной войны в 1941–1945 гг. и продолжался вплоть до середины 1980-х гг., когда гидрометеорологическая сеть наблюдений в СССР достигла своего максимального развития и ее продукция соответствовала мировому уровню [4].

В этот период в Арктике организованы Амдерминское, Диксонское, Тиксинское и Певекское УГМС, начала работать Обь-Енисейская устьевая гидрологическая экспедиция ААНИИ. Силами этих организаций на устьевых взморьях арктических рек велись наблюдения за дальностью проникновения морских вод в реки и за распространением пресных вод на устьевых акваториях, проводились работы на поперечных и продольных гидрологических разрезах. В Печорской губе действовало 12 разрезов, в Обской губе – 14, в Тазовской губе – 2, в Енисейской губе и заливе – 11, на общем Обь-Енисейском взморье – 5 разрезов. В Пясинском и Хатангском заливах выполнялись по 4 разреза, в Янском заливе – 2.

Существенный прирост устьевых наблюдательных подразделений в период 1976–1980 гг. (рис. 2) был связан, прежде всего, с разработкой проекта переброски части стока северных и сибирских рек на юг и развитием исследований водного баланса и водных ресурсов, в частности – оценки притока речных вод в арктические моря как важного климатического фактора.

Распад СССР и переход к рыночной экономике привели к резкому сокращению числа станций и постов в УОР, в целом на 45% (рис. 2). Этот процесс затронул и особо ценные реперные посты, и

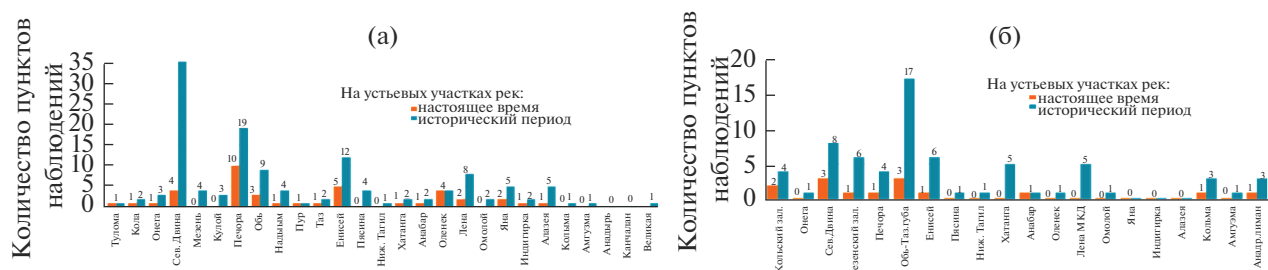


Рис. 3. Количество пунктов наблюдений в устьевых областях больших рек за исторический период инструментальных наблюдений (1752 г. — настоящее время) и действующих по состоянию на 31.12.2021: на устьевых участках (а) и устьевых взморьях рек (б).

вековые станции (9 единиц), располагающиеся в слабоизученных устьевых областях и имеющие продолжительные ряды наблюдений за основными гидрологическими характеристиками. Среди них замыкающие створы р. Пясино — п. ст. Усть-Тарей (1956—1986 гг.), р. Индиголка — с. Воронцово (1936—1996 гг.), р. Омолуй — с. Намы (1961—1994 гг.), станции вблизи морских границ устьевых областей: Новый Диксон (1957—1994 гг.) в Енисейском заливе, м. Косистый (1939—1990 гг.) в Хатангском заливе, о. Четырехстолбовый (1933—1995 гг.) в Колымском заливе. Отметим, что реперные (вековые, опорные) пункты наблюдений — это стационарные пункты с непрерывными и неограниченно длительными во времени рядами наблюдений, обеспечивающими получение репрезентативных данных из районов большой протяженности [38]. Такие наблюдательные подразделения по праву должны быть отнесены к национальному и мировому достоянию. Расформированы Диксонское и Амдерминское УГМС, а “выжившая” в рыночных условиях наблюдательная сеть в Обско-Тазовской, Енисейской и Хатангской устьевых областях передана Северному УГМС. Понижен статус Тиксинского УГМС, ставшего филиалом Якутского УГМС. Стремительно сокращаются и наиболее энергозатратные программы наблюдений — за стоком воды и взвешенных наносов, гидрохимические наблюдения, работы на гидрологических разрезах, происходит полный износ парка приборов, оборудования и плавсредств. Эти тенденции были присущи гидрометеорологической сети РФ в целом [4], однако особо остро проявились в Арктике (рис. 2, 3).

Усилиями Росгидромета и специалистов УГМС этот процесс в центральной России был приостановлен благодаря увеличению бюджетных средств ФЦП. При этом на арктическую сеть средства выделялись по остаточному принципу, тенденция сокращения сети в восточной Арктике (рис. 2б) сохранялась до настоящего времени. В 2019 г. Якутским УГМС окончательно закрыты гидрологические посты на устьевых участках Лены, Индиголки и Колымы, ранее законсервиро-

ванные. За два последних десятилетия 2020 г. стал первым годом, когда количество работающих наблюдательных подразделений в течение года осталось стабильным.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УСТЬЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

По состоянию на 31.12.2021 государственная гидрологическая сеть в пределах устьевых областей насчитывает 75 наблюдательных подразделений (НП). Из общего числа изучаемых рек 19 (7 малые, 8 средние, 4 большие реки) впадают в моря Баренцево, Белое и Карское (европейское побережье). От Карского до Берингова моря наблюдения проводятся в 16 устьевых областях средних и больших рек — 4 и 12 соответственно (рис. 1, 3). На устьевых участках рек расположено 52 НП и на устьевых взморьях — 23 станции [27, 29]. Значительная часть устьевой сети (22 НП) относится к разряду труднодоступной. Количественный состав устьевой сети на 31.12.2021 соответствует уровню 1940-х гг. (рис. 2).

В 2014 г. впервые начались систематические гидрологические наблюдения, в том числе устьевые, на островных реках Мушкетова, Амба и др. (о. Большевик архипелага Северная Земля), которые организованы ГМО “Мыс Баранова” (ААНИИ) [18].

Современная ведомственная сеть практически не представлена в изданиях ВК. По поступающим в ААНИИ сведениям [29] в Енисейской устьевой области работает 3 ведомственных поста, но данные наблюдений в изданиях ВК [12, 13] не публикуются. Также к устьевой сети условно можно отнести ведомственные посты (9 единиц), которые расположены вблизи устьевых створов зарегулированных рек Кольского п-ова и Карелии. Посты представляют собой пункты учета стока на ГЭС в составе гидроузла. Данные о сбросах на ГЭС, расположенных в Мурманской обл., публикуются в гидрологических ежегодниках Мурманским УГМС, аналогичные сведения по Карельским ГЭС в Северо-Западное УГМС не поступают и не пуб-

**Таблица 1.** Количественный состав действующей устьевой гидрологической сети Росгидромета по видам наблюдений (на 31.12.2021)

Район УОР	Всего НП	Виды наблюдений									
		уровень воды по рейке	уровень воды по самописцу (СУМ, СУВ, АГК, и др.)	температура воды	толщина льда	ледовые явления	гидрохимия	сток воды/наносов	мутность воды	соленость воды	рейдовые
Устьевой участок	52	52	6	52	50	52	33	15/2	2	–	–
Устьевое взморье	23	20	7	23	23	23	6	–	–	19	1

ликуются. В АИС “Государственный мониторинг водных объектов” (АИС ГМВО) данные о ведомственных постах не представлены [1].

Численность работающих устьевых наблюдательных подразделений Росгидромета по видам наблюдений представлена в табл. 1, их расположение – на картосхеме (рис. 1). Программы наблюдений характеризуются следующими особенностями.

В большинстве случаев гидрологические посты, расположенные на устьевых участках больших рек в зоне переменного подпора со стороны моря, работают по программам речных постов и проводят двухсрочные наблюдения за уровнем воды по рейке и за температурой воды по местному времени. Исключение – некоторые устьевые посты Северной Двины и Печоры, где на рукавах и протоках дельты установлены самописцы уровня воды.

Гидрометеорологические станции, расположенные на устьевых взморьях рек, должны проводить четырехсрочные наблюдения за уровнем и температурой воды по UTC (Всемирное координированное время). Однако станции Кандалакша (УОР Нива), Умба (УОР Умба), пост Лиинахамари (УОР Печенга) работают по сокращенной программе и проводят трехсрочные наблюдения, ст. Ковда (УОР Ковда) – двухсрочные.

Наблюдения за уровнем и температурой воды практически не автоматизированы. Современные автоматизированные гидрологические комплексы (АГК) на гидрологической сети были установлены по плану мероприятий ФЦП “Развитие водохозяйственного комплекса России в 2012–2020 годах”. По состоянию на 31.12.2020 на территории России действовало 2998 гидрологических постов. На 1064 из них были установлены АГК, при этом не работало 326 [30]. Следовательно, автоматизация наблюдений за уровнем воды на гидрологической сети в стране достигла 25%. Для сравнения – в АЗРФ работало всего 19 ком-

плексов (6 единиц на устьевой сети), что составило 8% численности гидрологической арктической сети [29]. АГК гидростатического типа успешно работают на устьевых постах Северной Двины (3 единицы) и Печоры (1). В 2016–2018 гг. специалистами Якутского УГМС на устьевых участках рек Лены, Яны, Индигирки и Колымы были установлены АГК, но уже через один-два года они были разрушены в результате ледовых явлений или половодья и выведены из строя без возможности восстановления.

Наблюдения за уровнем воды автоматическими средствами проводятся только на устьевых взморьях рек, впадающих в Белое море. По распоряжению Росгидромета с 2019 г. следует признать недостоверными ежечасные отметки уровня воды Баренцева моря в пунктах Полярное, Мурманск (Кольско-Тулумская устьевая область), Териберка (устьевая область р. Териберки), Лиинахамари (устьевая область р. Печенги) ввиду устаревших мареографов. На устьевом взморье р. Колымы (ст. Амбарчик) в навигацию устанавливается самописец уровня воды Прилив-2Д, в остальное время года наблюдения за уровнем воды отсутствуют.

Инструментальные наблюдения за волнением на акваториях устьевых областей не проводятся. Рейдовые работы выполняются лишь в Двинском заливе – в районе судоходного канала (о. Мудьюг).

Расходы воды измеряются на замыкающих створах 15 рек АЗРФ. На постах Северная Двина – с. Усть-Пинега, Печора – с. Оксина и Обь – г. Салехард для измерений расходов воды используются профилографы. В 2020 г. после многолетнего перерыва в наблюдениях за стоком воды в период открытого русла с помощью профилографа были измерены расходы воды на замыкающих створах Лена – с. Кюсюр и Колыма – г. Среднеколымск.

На протяжении двух-трех десятилетий наблюдения за расходами воды полностью отсутствуют на замыкающих створах сибирских рек Таз, Ени-



сей, Пясины, Нижняя Таймыра, Хатанга, Омолы, Алазея и Индигирка, а в дальневосточном регионе – на Анадыре.

Наблюдения за стоком взвешенных наносов проводятся на двух замыкающих створах больших рек (р. Обь – г. Салехард, р. Оленек – 7,5 км от устья р. Буур).

Подробнее остановимся на проблемах наблюдений за основными гидрологическими характеристиками – уровнем и стоком воды.

### ПРОБЛЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УРОВНЕМ ВОДЫ

Основные проблемы при выполнении наблюдений за уровнем воды и использовании результатов наблюдений характерны в той или иной мере для большинства устьевых областей рек АЗРФ, но наиболее четко проявились на примере Обско-Тазовской устьевой области [8, 9, 34, 35]. Они сводятся к следующим важным моментам.

1. Наблюдения не всегда репрезентативны по месту расположения поста. Ситуация в целом характерна для условий Арктики, где места для наблюдений изначально выбирались в пределах существующих поселений. Некоторые посты на устьевых взморьях (в губах и заливах) – например, станции Новый Порт, Тамбей (закрыт) и Каменный (закрыт) – оказались оборудованными у отмельных берегов, что приводит к обсыханию уровнемерных устройств и прекращению наблюдений при сильных сгонах. Недостаток постов, расположенных в устьях малых рек на некотором удалении от устьевого взморья, – возможное нарушение гидравлической связи поста с губой при частичном или полном промерзании русла ниже поста, а на пике весеннего половодья ход уровня в реке может существенно отличаться от уровня в губе за счет местного стока, как, например, Тадибеяха, им. 60-летия ВЛКСМ, Антипаюта и Сеяха. Два первых в настоящее время закрыты, а Антипаюта и Сеяха работают по программе речных постов с 1988 и 1994 гг. соответственно [8, 35].

2. В работе большинства уровнемерных постов, особенно расположенных в пределах устьевых взморий (губ и заливов), в наблюдениях отмечаются пропуски различной продолжительности. В сравнении с губами (заливами) уровнемерные наблюдения на устьевых участках, в первую очередь на замыкающих створах, по обеспечению непрерывности наблюдений можно считать относительно благополучными.

3. Данные ежедневных или четырехсрочных уровнемерных наблюдений на постах, расположенных в губах и заливах, как правило, содержат типичный скрытый недостаток. Он обусловлен изменением (по инициативе наблюдателей) времени наблюдений относительно целых часов. Это

изменение зачастую вынужденное, так как наблюдателю-совместителю необходимо точно в эти же сроки выполнить стандартные метеорологические наблюдения, что практически невыполнимо. При этом сведения о реальном времени наблюдений в таблицах прибрежных гидрометеорологических наблюдений (ТГМ-1) во многих случаях не приводятся. Такие нарушения встречаются в том числе и в благополучные годы с позиций полноты данных. Выявить такой брак в наблюдениях возможно только с применением специальных методик [7].

4. Состояние высотной основы уровнемерных постов в большинстве УОР практически не соответствует требованиям нормативных документов как по количеству реперов, так и по их надежности [28, 43]. После 1990 г. в течение десятилетий высотная основа на ряде постов не обновлялась и пришла в негодность. Инспекции ААНИИ показали, что нередко наблюдатели не представляют, где находятся контрольные репера [9]. В таких условиях не может быть обеспечен надлежащий контроль высотной основы постов и сохранена однородность накопленных рядов наблюдений за уровнем воды.

5. Имеет место нарушение регламента по контролю уровнемерных устройств на постах, который должно выполняться ежемесячно, а при необходимости и чаще.

6. В период 1976–1982 гг. все станции и посты, работающие по морской программе, перешли к единому нулю поста (ЕНП), равному –5.000 м БС, для всех морей территории СССР, связанных с Мировым океаном. Введение ЕНП, повлекшее за собой изменение высотного положения плоскости отсчета уровней на постах, привело к необходимости нахождения поправок к накопленным историческим рядам наблюдений за уровнем воды. Положение усугубилось тем, что перевод на ЕНП был выполнен до перехода на уравнивающую систему отметок (БС-77). Поправки к уровням воды для приведения их к единой плоскости отсчета за многолетний период не всегда приводятся в материалах публикуемой части ВК. Такие поправки были определены для всех постов Обской губы в результате специальных исследований [8, 35]. Аналогичные исследования целесообразно выполнить по всем другим постам стационарной устьевой сети, которые были переведены на ЕНП.

7. Неприемлем переход от ежедневных и четырехсрочных наблюдений к двухсрочным в условиях резкой изменчивости уровня воды на устьевых взморьях. Сравнение характеристик уровня воды, вычисленных для ежедневных, четырехсрочных и двухсрочных наблюдений на постах Обской и Тазовской губ, показало, что наибольшие расхождения между ежедневными и четырехсрочными наблюдениями при определении среднесу-

точных уровней достигают 8–33 см, среднемесячных – 1–3 см, среднегодовых – близки к нулю, экстремальных – 32–78 см. Наибольшие расхождения между ежедневными и двухсрочными данными при определении среднесуточных отметок уровня воды достигают 21–96, среднемесячных – 4–27, среднегодовых – 2–3, экстремальных – 60–177 см [8, 34]. Таким образом, сокращение сроков наблюдений за уровнем воды приводит к потере информации, необходимой для расчета уровня воды редкой повторяемости и, в итоге, к заведомо неадекватным выводам о повторяемости явления.

8. Отсутствие на ряде УОР (Обско-Тазовская, Хатангская и Индигирская) наблюдений за уровнем воды на стыке “устьевой участок – устьевое взморье” либо на морской границе устьевой области не позволяет обеспечить граничными условиями комплексные гидродинамические модели этих объектов.

9. Ослаблен либо отсутствует необходимый контроль сетевых подразделений и методическое руководство ими со стороны УГМС [28, 29]. После очередной реорганизации сети в 1990-е гг. сложилась ситуация, когда в сферу ответственности УГМС попали наблюдательные подразделения настолько территориально удаленные, что за прошедшие десятилетия специалисты Северного УГМС ни разу не посетили с инспекциями свои подведомственные НП (р. Хатанга, р. Сеяха – Обская губа, р. Анти-Паюта – Тазовская губа). В Чукотском УГМС последняя инспекция ст. Амбарчик (р. Колыма) проведена в 2005 г., морского поста Анадырь – в 2001 г. [29].

Большинство перечисленных проблем связано с несоблюдением действующих нормативных документов, чему способствует низкая квалификация либо отсутствие профильной подготовки наблюдателей на гидрологических постах. Гидрологические наблюдения обычно возлагаются на метеонаблюдателя как дополнительные.

Можно констатировать, что программа наблюдений за уровнем воды, реализуемая в настоящее время на постах, расположенных на устьевых взморьях, в виде срочных измерений по водомерной рейке (футштоку), безнадежно устарела со всех точек зрения и не обеспечивает гидрологический мониторинг необходимой информацией. Давно назрела необходимость технического переоснащения постов современными автономными измерительными комплексами с непрерывной регистрацией колебаний уровня воды и передачей данных в центры по обработке данных (ЦОД) в оперативном режиме.

Необходимо также приступить к качественному обновлению высотной основы постов, что означает переход к реперам более высокого их класса и надежности с привязкой их к высокоточной геоцентрической системе координат с ис-

пользованием спутниковых систем позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

В ААНИИ ведутся исследования возможности использования перспективных российских спутниковых систем связи гражданского назначения на геостационарной и полярных орбитах для повышения эффективности функционирования системы мониторинга водных объектов суши в малонаселенных районах.

Вопросам качества наблюдений за уровнем и стоком воды в ААНИИ постоянно уделяется внимание как в рамках региональных тем, так и в процессе выполнения экспертизы материалов публикуемой части ВК [11]. Выводы и рекомендации по результатам экспертизы направляются в соответствующие УГМС для их учета при окончательной подготовке материалов наблюдений к опубликованию.

## СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СТОКОМ ВОДЫ

Сток воды в замыкающих створах больших рек – основной фактор, определяющий ледово-гидрологические условия в устьевых областях рек и прилегающих районах моря и основная гидрологическая характеристика для оценки водных ресурсов на территории России.

Расчеты годового стока воды, поступающего в устьевые области рек, должны быть обеспечены регулярными измерениями расходов воды в течение года в замыкающих гидрометрических створах. Надежность результатов, получаемых на основе расчетных методик, зависит от числа и качества измерений расходов воды с учетом водного и ледового режима реки в различные сезоны года. Для устьевых областей рек применяются методики, учитывающие влияние стонно-нагонных и приливно-отливных явлений со стороны моря [36]. В разработку таких методик неоценимый вклад внесли С.С. Байдин, В.Н. Михайлов [41]. Известно, что надежность расчетов зависит также от точности наблюдений за уровнем воды и от устойчивости высотной основы гидрологического поста [39]. Важную роль в расчетах играют наблюдения за уклоном водной поверхности и сведения о ледовых явлениях выше и ниже замыкающего створа реки в переходные периоды весны и осени.

Фактически измерения расходов воды в замыкающих гидрометрических створах больших и средних рек Арктической зоны России проводятся крайне нерегулярно (Онега, Мезень, Печора, Лена) или совсем отсутствуют (Таз, Енисей, Пясина, Хатанга, Анабар, Омолой, Яна, Индигирка, Алазея, Колыма, Анадырь), что отражено на рис. 1.

В периоды разрушения льда весной и установления ледостава осенью на больших и средних ре-

ках отсутствует возможность измерений расходов воды с использованием плавсредств, поэтому данные за этот период грубо приближенные. Правомочность применения методик расчета стока воды в замыкающих створах рек (как вне зоны, так и в зоне влияния моря) зачастую не соответствует установленным нормативным документам Росгидромета (например, на реках Енисее, Анабаре, Лене). Методика оценки точности этих расчетов нормативными документами не регламентируется. Надежность результатов наблюдений за уровнем воды, зависящая от устойчивости высотной основы, в последние десятилетия контролируется не на всех постах, многие реперы разрушены и не обновляются [9, 28, 43].

Сведения о состоянии наблюдений, наличии измерений расходов воды и полноте данных наблюдений за стоком воды в замыкающих створах больших и средних рек Арктической зоны РФ, а также их соответствие в изданиях ВК и АИС ГМВО приведены в табл. 2.

С начала 1990-х гг. доступ к материалам ВК, в том числе к гидрологическим ежегодникам, весьма ограничен не только для потребителей, но и внутри учреждений Росгидромета. Проблемы доступности гидрологических данных и правовые предпосылки к их открытости рассмотрены в работах [3, 22].

С 2008 г. Росгидромет безвозмездно передает данные гидрологических наблюдений по водотокам и водоемам РФ в Росводресурсы для внесения в Государственный водный реестр [6, 32]. Формы предоставления данных практически идентичны формам таблиц ЕДС [12], но несколько отличаются по составу (например, отсутствуют сведения о температуре воды). Эти данные ежегодно размещаются в АИС ГМВО [1], введенной в действие в 2014 г., и предназначены для широкого круга задач в области гидрологии, водного хозяйства, инженерных изысканий, проектирования и строительства гидротехнических сооружений и экологии. В ААНИИ проведена выборочная проверка соответствия ежегодных данных наблюдений по гидрологической сети АЗРФ, размещенных в АИС ГМВО за период 2008–2018 гг., данным, опубликованным в ЕДМ (Ч. 2. Устья рек). Выявлены разночтения гидрологических данных практически по всем элементам водного режима. Основная причина такого положения — сжатые сроки регламента передачи данных наблюдений из УГМС в Росводресурсы для внесения в Государственный водный реестр и последующие уточнения данных в УГМС при подготовке и общем редактировании ЕДС и ЕДМ. При этом информация в АИС ГМВО по уточненным данным не обновляется.

В соответствии с Приказом Минприроды РФ № 111 от 07.05.2008 “Об утверждении форм и по-

рядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов” данные наблюдений поступают в АИС ГМВО за предшествующий год в мае текущего года, т. е. еще до окончательной редакции и компоновки ежегодных изданий Водного кадастра в УГМС-редакторе и экспертизы НИУ-куратора.

С другой стороны, зафиксированы многочисленные случаи размещения в АИС ГМВО среднесуточных и характерных расходов воды и их обобщений, не обеспеченных измеренными расходами воды в гидрометрических створах, в том числе замыкающих, подробнее об этом изложено в работах [28, 29]. Эти же сведения затем публикуются в ЕДС. Практика размещения в АИС ГМВО и ЕДС ненадежных данных о стоке воды продолжается и в настоящее время [29]. В этом случае ответственность за нарушения лежит прежде всего на ответственном УГМС-редакторе. Например, по арктической сети этот недостаток отмечен в Среднесибирском и Якутском УГМС.

Ниже приведен анализ надежности расчетов стока воды в замыкающих створах устьевых областей больших и средних рек Арктической зоны РФ (табл. 2).

В замыкающих створах рек в северных районах ЕЧР регулярные наблюдения за стоком воды в основном выполняются только в период открытого русла и ледостава. Вместе с тем отмечены перерывы в наблюдениях и недостаток измерений в отдельные сезоны года на Северной Двине, Мезени и Печоре, что снижает точность расчетов стока воды. Результаты наблюдений опубликованы в изданиях ВК [11–13] и размещены в АИС ГМВО с 2008 г. На Онеге — с. Порог наблюдения в 2005–2011 гг. не велись, а с 2012 г. проводятся только в период открытого русла.

В устьевой области Печоры расходы воды измеряются на постах в селах Усть-Цильма и Оксино. Оба пункта наблюдений не отвечают требованиям замыкающего створа р. Печоры. В с. Усть-Цильма измерения в основном регулярные и надежные, но створ находится на значительном расстоянии от вершины устьевой области реки и не учитывает полностью сток воды Печоры. Гидрометрический створ в с. Оксино расположен в дельте и учитывает суммарный сток воды не по всем протокам. Измерения расходов воды в период открытого русла нерегулярные, а в период ледостава значительное число измерений забраковано по причине нарушения методики измерений при влиянии стонно-нагонных явлений.

В замыкающем створе р. Оби наблюдения ведутся регулярно, без перерывов, отмечается недостаток измерений расходов воды в период весеннего разрушения льда и осеннего ледообразования. В замыкающих створах рек Надым и Пур



**Таблица 2.** Сведения о состоянии наблюдений, наличии измерений расходов воды и полноте данных наблюдений за стоком воды в замыкающих створах больших рек Арктической зоны РФ, а также их соответствие в изданиях ВК и АИС ГМВО

Река	Наблюдательное подразделение (НП)	Сведения о работе НП на конец 2021 г.	Состояние высотной основы	Наличие измерений расходов воды (ИРВ) и полнота данных	Соответствие данных в изданиях ВК и АИС ГМВО
Онега	с. Порог	Действует	Удовлетворительное	Перерывы в наблюдениях	Нет сведений
Северная Двина	с. Усть-Пинега	»	»	»	Не соответствуют
Мезень	д. Малонисогорская	»	»	»	Нет сведений
Печора	с. Усть-Цильма	»	»	»	Не соответствуют
Печора	с. Оксина	»	Неудовлетворительное	»	»
Обь	г. Салехард	»	Удовлетворительное	»	»
Надым	г. Надым	»	»	»	»
Пур	с. Самбург	»	»	»	»
Таз	ст. Сидоровск	Консервация с 1997 г.	Нет сведений	Отсутствуют с 1997 г.	Не публикуются
Енисей	г. Игарка	Действует	Неудовлетворительное	Отсутствуют с 2003 г.	Не соответствуют
Пясины	ст. Усть-Тарей	Закрыт в 1988 г.	Нет сведений	Отсутствуют с 1988 г.	Не публикуются
Хатанга	с. Хатанга	Действует	Неудовлетворительное	Отсутствуют с 1995 г.	»
Анабар	с. Саскылах	»	»	Отсутствуют с 1992 г.	Не соответствуют
Оленек	7.5 км ниже устья р. Буур	»	Удовлетворительное	Перерывы в наблюдениях	»
Лена	с. Кюсюр	»	»	Отсутствуют с 2003 г.	»
Яна	ст. Юбилейная	»	Неудовлетворительное	Отсутствуют с 2005 г.	Не публикуются
Индиگیرка	пос. Воронцово	Закрыт в 1996 г.	»	Отсутствуют с 1996 г.	»
Алазея	с. Андрюшкино	Действует	»	Отсутствуют с 1994 г.	»
Колыма	г. Среднеколымск	»	»	Отсутствуют с 1998 г.	Не соответствуют
Колыма	Колымское-І	Не работает с 1999 г.	»	Отсутствуют с 1999 г.	Не публикуются
Анадырь	свх Снежное	Консервация с 1995 г.	Нет сведений	Отсутствуют с 1995 г.	»
Анадырь	3 км выше устья р. Утесики	Закрыт в 1990 г.	»	Отсутствуют с 1989 г.	»

наблюдения были прекращены в 1992 г. и возобновлены в 2010 и 2013 гг. соответственно.

В Енисейской устьевой области в замыкающем створе р. Енисей измерения расходов воды в период ледостава отсутствуют с 1993 г., при открытом русле — с 2003 г. Гидрологический режим Енисея у г. Игарки подвержен влиянию сгонно-нагонных явлений со стороны моря, но методика измерений и расчета стока воды не соответствует нормативным документам Росгидромета. В результате научно-методической экспертизы ААНИИ разрешение на публикацию этих сведений в ЕДМ за период 1993–2018 гг. не выдано ввиду упомянутых выше недостатков. Однако эти сведения о годовом стоке воды представлены в ЕДС за 1994–2017 гг. и в издании [13] без проведения экспертизы материалов на стадии их подготовки к публикации. Одновременно сведения включены в АИС ГМВО за 2008–2017 гг.

В замыкающем створе р. Анабар — с. Саскылах регулярные измерения расходов воды отсутствуют с 1992 г. В отдельные годы отмечены эпизодические измерения в период открытого русла с нарушением методики измерений. В результате научно-методической экспертизы ААНИИ разрешение на публикацию в ЕДМ за период 1993–2018 гг. ААНИИ не выдано ввиду упомянутых выше недостатков. Однако эти данные опубликованы в ЕДС, ЕДМ и АИС ГМВО за 2008–2019 гг.

В замыкающем створе р. Оленек недостаточное число измерений расходов воды иногда отмечается в период весеннего разрушения льда и осеннего ледообразования. Методика расчета стока воды учитывает кратковременное влияние сгонно-нагонных явлений при низких уровнях воды в летне-осенний сезон.

В замыкающем створе р. Лены — с. Кюсюр отсутствуют наблюдения за стоком воды в период открытого русла с 2003 г. и недостаточны измерения в другие сезоны года. В результате научно-методической экспертизы ААНИИ разрешение на публикацию данных о стоке воды в ЕДМ с 2003 г. за период открытого русла не выдано. Однако данные за этот период опубликованы и в ЕДС, и в [13]. В АИС ГМВО данные представлены за 2008–2011 гг., за 2015 г. — в целом за год, а за 2014 г., 2016–2019 гг. — только за период ледостава.

В замыкающем створе р. Яны регулярные измерения расходов воды отсутствуют в период открытого русла с 2000 г., в период ледостава — с 2004 г., но данные опубликованы в ЕДС по 2007 г.

В замыкающих створах рек Индигирки, Алазеи и Колымы отсутствуют наблюдения за стоком воды с 1991, 1994 и 1999 гг. соответственно. Однако данные по р. Индигирке за 1991–1996 гг. опубликованы в ЕДС и ЕДМ.

В замыкающем створе р. Колымы на гидро-створе Колымское-1 наблюдения прекращены в 1999 г. и отсутствуют по настоящее время, в створе г. Среднеколымска (дублер замыкающего створа) — прекращены в 1998 г. и возобновлены в 2020 г. Однако не обоснованные измерениями расходы воды по Колымскому-1 опубликованы в ЕДС по 2005 г., по г. Среднеколымску — по 2019 г. и включены в АИС ГМВО за 2008–2019 гг.

Общая проблема точности учета стока воды на средних и больших реках АЗРФ — несовпадение замыкающего гидрометрического створа с верхней границей устьевой области реки (рис. 1). В идеальном случае замыкающий гидрометрический створ должен располагаться на границе предельной дальности распространения по реке колебаний уровня воды со стороны моря (приливов, нагонов) при межennem речном стоке воды [37]. В действительности это правило не всегда возможно выполнить по причине отсутствия населенных пунктов в подходящих для этого местах. Поэтому так сложилось, что за замыкающие вынужденно приняты гидрометрические створы, расположенные выше или ниже этой границы. Недостаток гидроствора, расположенного выше, — недоучет приточности на речном участке между гидроствором и верхней границей устьевой области реки. Гидроствор, расположенный ниже верхней границы устьевой области реки, подвержен влиянию периодических и непериодических колебаний уровня воды, учет которых требует применения специальных методов измерения расходов воды и обработки результатов.

С 1975 г. используется система кодирования пунктов гидрологических наблюдений, согласно которой всем замыкающим створам и ниже расположенным постам присвоены устьевые коды. В отдельных случаях устьевые коды приняты для двух замыкающих створов одной устьевой области (например, Печоры и Колымы).

В результате инспекций сетевых подразделений на территории АЗРФ, итогов экспертизы материалов ВК в 2006–2021 гг., анализа сведений по материалам УГМС и научных работ ААНИИ [7, 9, 34, 35, 43] выявлено неудовлетворительное состояние высотной основы гидрологических постов в устьевых областях Печоры, Енисея, Хатанги, Анабара, Яны, Алазеи и Колымы, что снижает надежность наблюдений за уровнем воды и, следовательно, расчетов стока воды (табл. 2).

Публикуемые данные в изданиях ВК РФ — официальная исходная информация для потребителей при проектировании, разработке прогностических зависимостей элементов гидрологического режима, моделировании, научном анализе и прогнозах изменения климата. В этих изданиях должны быть опубликованы только надежные данные наблюдений. Но, к сожалению,

точность опубликованных данных о стоке воды за последние десятилетия значительно снижена.

В изданиях ВК в пояснениях к таблице “Ежедневные расходы воды” приведена краткая информация о надежности сведений о стоке воды и причинах их приближенности (пониженной точности). Это позволяет учесть такую информацию при дальнейшем использовании опубликованных данных.

Различие опубликованных сведений о стоке воды в ежегодных и многолетних изданиях ВК РФ, объединенных изданиях ВК “Водные ресурсы РФ и их использование” и АИС ГМВО приводит к несоответствию результатов обработки, обобщения и анализа данных, полученных из названных источников.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе представленной информации приходится констатировать, что в настоящее время количество государственных и ведомственных пунктов наблюдений в устьевых областях арктических рек европейской части АЗРФ близко по численности к концу 1920-х гг., а в азиатской – к началу 1940-х гг. В результате сокращения наблюдательной сети не удалось сохранить даже некоторые вековые (реперные) НП. Техническое оснащение станций и постов современными приборами и оборудованием неудовлетворительно. На многих станциях и постах, имеющих продолжительные ряды данных, наблюдения прерваны либо проводятся нерегулярно. Качество наблюдений и полученных данных за отдельные периоды не всегда удовлетворительно, а иногда такие данные просто непригодны к использованию. Высотная основа постов и водомерных устройств несовершенна и контролируется не регулярно. Несоблюдение методов измерений расходов воды, недостаточное число измерений для обоснования расчетов, недоучет влияния сгонно-нагонных и приливо-отливных явлений, ледовой обстановки и подпора уровня воды от заторных явлений, отсутствие измерений в периоды весеннего разрушения льда и осеннего ледообразования, отсутствие наблюдений за уклоном водной поверхности становятся основными причинами приближенности данных о стоке воды и приводят к нарушению однородности многолетних рядов наблюдений.

Гидрологическая информация, публикуемая в изданиях ВК, во многих случаях не идентична АИС ГМВО. Такая ситуация приводит к расхождению в многолетних рядах данных наблюдений, включая базы данных у владельцев (УГМС, ГГИ, ААНИИ, ВНИИГМИ-МЦД) и у потребителей (Росводресурсы, РАН, коммерческие предприятия и др.) гидрологической информации.

В качестве мер по устранению отмеченных недостатков можно предложить следующее.

Совершенствование плано-высотной основы станций и постов следует направить в первую очередь на обеспечение их необходимым количеством реперов. Следует также в обязательном порядке заново выполнить привязку реперов станций к государственной геодезической сети, чтобы убедиться, насколько длительное отсутствие необходимого количества реперов и нерегулярное выполнение контрольных нивелировок могли привести к нарушению однородности уровневых рядов.

Необходимо приступить к качественному обновлению плано-высотной основы станций и постов с постепенным переходом к реперам более высокого класса надежности и точности, которые бы позволяли осуществлять их привязку к высокоточной единой геоцентрической системе координат с использованием спутниковых систем позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

Обязательные меры – неукоснительное соблюдение действующих наставлений гидрометеорологическим станциям и постам по производству наблюдений, квалифицированное выполнение первичного контроля материалов наблюдений и его своевременности, а также соблюдение периодичности нивелировок реперов и уровневых устройств.

Следует обеспечить круглогодичное измерение уровня воды с ежечасной дискретностью на станциях и постах, расположенных на устьевых взморьях и на участках боковых притоков устьевой области, подверженных влиянию моря.

Действенная мера по обеспечению качества гидрологических наблюдений и работ – регулярное проведение методических инспекций станций и постов силами УГМС.

Требуется безотлагательное согласование идентичности информации, размещаемой в АИС ГМВО и публикуемой в изданиях ВК.

За рамками данных рекомендаций оставлены вопросы обеспечения станций и постов необходимым квалифицированным инженерно-техническим персоналом, преемственности в их работе, улучшения материально-технической базы станций для возможности выполнения ими работ, соответствующих разряду. Решение этих вопросов в большинстве случаев – ключ к выполнению перечисленных рекомендаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). <https://gmvo.skniivh.ru/>
2. Атлас: морфодинамика устьевых систем крупных рек арктического побережья России / Под. ред.

- В.Н. Кортаева, Г.И. Рычагова, Н.А. Римского-Корсакова*. М.: АПР, 2017. 148 с.
3. *Белякова П.А., Каспрова Ю.А.* Доступ к гидрологическим данным как необходимый элемент исследований: проблемы и пути решения // Международный науч.-практ. конф. “Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ”. СПб.: РГГМУ, 2020. С. 298–300.
  4. *Бобровицкая Н.Н.* Современное состояние гидрологической сети России и основные направления ее развития // VI Всерос. гидрол. съезд. Докл. Секция 1. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. С. 5–8.
  5. *Божков А.Т.* Состояние и перспективы развития гидрологической сети в Российской Арктике // VI Всерос. гидрол. съезд. Докл. Секция 1. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. С. 105–108.
  6. Водный кодекс РФ. <https://base.garant.ru/12147594>
  7. *Войнов Г.Н.* Способ приведения ежечасных наблюдений за уровнем моря к однородным рядам с помощью калибровки приливов // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. № 2 (104). С. 68–80.
  8. *Войнов Г.Н., Налимов Ю.В., Пискун А.А., Становой В.В., Усанкина Г.Е.* Основные черты гидрологического режима Обской и Тазовской губ (лед, уровни, структура вод) / Под ред. Г.Н. Войнова. СПб.: Нестор–История, 2017. 192 с.
  9. *Голованов О.Ф., Пискун А.А., Терехова Р.А.* Состояние высотной основы гидрологической сети севера ЯНАО // Российские полярные исследования. Инф.-аналит. сб. 2012. № 4 (10). С. 38–41.
  10. ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения. <http://docs.cntd.ru/document/gost-19179-73>
  11. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек (ЕДМ). Ч. 1. Моря. Ч. 2. Морские устья рек. Т. 3–6. 1977–2018 гг.
  12. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши (ЕДС). Т. 1. Вып. 6–10, 12, 16, 17. Ч. 1. Реки и каналы. 1977–2018 гг.
  13. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. 1987–2006 гг. Водный кадастр Российской Федерации (с 2007). Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. <http://www.hydrology.ru/ru/structure/informacionno-analiticheskiy-centr-po-vedeniyu-gosudarstvennogo-vodnogo-kadastra-po>
  14. *Доманицкий А.П. и др.* Реки и озера Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 104 с.
  15. *Иванов В.В.* Гидрологический режим низовьев и устьев рек Западной Сибири и проблема оценки его изменений под влиянием территориального перераспределения водных ресурсов // Проблемы Арктики и Антарктики. 1980. Вып. 55. С. 20–43.
  16. *Иванов В.В.* Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей крупных рек // Тр. ААНИИ. 1974. Т. 308. С. 4–13.
  17. *Иванов В.В., Третьяков М.В.* Проблемы восстановления и развития системы гидрометеорологических наблюдений в устьевых областях рек арктической зоны как основы государственного мониторинга этих поверхностных водных объектов // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 4. С. 151–160.
  18. Исследование природной среды высокоширотной Арктики на НИС “Ледовая база Мыс Баранова” / Под ред. А.П. Макитаса, В.Т. Соколова. СПб.: ААНИИ, 2021. 260 с.
  19. *Зотин М.И.* Развитие сети полярных станций // Проблемы Арктики. 1957. № 1. С. 99–109.
  20. *Кортаев В.Н.* Геоморфология устьевых систем крупных рек Арктического побережья России 2020 // VIII Шукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всерос. конф. с международ. участием. М.: Географический фак. МГУ, 2020. С. 661–667.
  21. *Кортаев В.Н.* Эстуарно-дельтовые системы // Геоморфология. 2008. № 3. С. 55–65.
  22. *Магрицкий Д.В.* Проблемы информационного обеспечения исследований крупномасштабных гидрологических процессов в российской Арктике // Сб. тез. II Всерос. науч. конф. с международ. участием “Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Экосистемы и климат Арктической зоны”. М.: МИИ, 2020. С. 253–256.
  23. *Магрицкий Д.В., Повалишников Е.С., Фролова Н.Л.* История изучения стока воды и водного режима рек Арктической зоны России в XX в. и начале XXI в. // Арктика и Антарктика. 2019. № 3. С. 61–96.
  24. Методические указания по ведению ГВК. Раздел 1. Вып. 1. Общие положения. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 30 с.
  25. *Михайлов В.Н., Горин С.Л.* Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей – эстуариев // Вод. ресурсы. 2012. № 3. С. 243–257.
  26. *Муждаба О.В., Румянцева Е.В., Шестакова Е.Н., Третьяков М.В., Терехова Р.А., Трунин А.А.* К вопросу о достоверности гидрологической информации по поверхностным водным объектам суши Арктической зоны России // XV Международный науч.-практ. симпоз. и выставка “Чистая вода России”. Сб. материалов. Екатеринбург, 2019. С. 161–167. <https://wrm.ru/index.php?id=125>
  27. *Муждаба О.В., Трунин А.А.* База данных “Состояние гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений в Арктической зоне РФ (версия 1.0)”. Правообладатель ААНИИ. Свид. о регистрации базы данных RU 2019620824. 22.05.2019. Бюл. Роспатента “Программы для ЭВМ. Базы данных. Топология интегральных микросхем”. 2019. № 6.
  28. Обзор состояния и работы гидрологической сети в Арктической зоне Российской Федерации, включая устья рек, за 2019 год. <https://www.aari.ru/departments/otdel-gidrologii-ustev-rek-i-vodnykh-resursov>
  29. Обзор состояния и работы гидрологической сети в Арктической зоне Российской Федерации, включая устья рек, за 2020 год. <https://www.aari.ru/departments/otdel-gidrologii-ustev-rek-i-vodnykh-resursov>
  30. Обзор состояния системы гидрологических наблюдений, обработки данных и подготовки ин-

- формационной продукции в 2020 году. <http://www.hydrology.ru/ru/content/obzor-sostoyaniya-sistemy-gidrologicheskikh-nablyudeni-obraotki-dannyh-i-podgotovki-5>
31. Основные положения о порядке ведения государственного водного кадастра. М.: Гидрометеиздат, 1983. 29 с.
  32. Положение о ведении государственного водного реестра (утв. постановлением Правительства РФ от 28 апреля 2007 г. № 253). <https://base.garant.ru/12153226/#friends>.
  33. Пискун А.А. Анализ водного и руслового режима дельты Оби // Вод. ресурсы. 2002. Т. 29. № 4. С. 395–404.
  34. Пискун А.А. О точности определения средних и экстремальных уровней воды при сокращении сроков наблюдений на постах Обской и Тазовской губ // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4 (114). С. 23–36.
  35. Пискун А.А. Режим уровней воды в Обской и Тазовской губах // Тр. II Всерос. конф. “Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития”. СПб.: Химиздат, 2018. С. 532–535.
  36. РД 52.08.163–88 Дополнение к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 91 с.
  37. РД 52.10.324–92 Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. <https://docs.cntd.ru/document/1200082887>
  38. РД 522.04.567–2003 Положение о государственной наблюдательной сети. <https://docs.cntd.ru/document/1200034754>
  39. РД 52.10.768–2012 Нивелирование морских уровней постов. Обнинск: Артифлекс, 2012. 64 с.
  40. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 1. Кольский полуостров. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Т. 3. Северный край. Т. 15. Вып. 3. Нижняя Обь. Т. 16. Вып. 1. Енисей. Т. 17. Лено-Индигирский район. Т. 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометеиздат, 1963–1967.
  41. Руководство по гидрологическим исследованиям в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. М.: Гидрометеиздат, 1972. 396 с.
  42. Справочник по гидрологическому режиму морей и устьев рек СССР. Ч. 1. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Баренцево море. Вып. 1. Южное побережье моря. Мурманск: МУГМС, 1970. 484 с.
  43. Терехова Р.А. Состояние геодезического обеспечения гидрологических наблюдений в Арктической зоне РФ // Международ. науч.-практ. конф. “Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ”. СПб.: РГГМУ, 2020. С. 428–430.