

## СОСТОЯНИЕ ВЫСОТНОЙ ОСНОВЫ И КАЧЕСТВО ДАННЫХ ПО УРОВНЯМ ВОДЫ В ОБСКО-ТАЗОВСКОЙ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ

канд. техн. наук А.А.ПИСКУН

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, [piskun@mail.ru](mailto:piskun@mail.ru)

*Рассмотрены вопросы о состоянии высотной основы уровенных постов в Обско-Тазовской устьевой области на сети бывшего Амдерминского УГМС, периодичности контрольных нивелировок реперов и уровнемерных устройств. Качество данных по уровням воды оценивалось, во-первых, на основе анализа устойчивости высотной основы постов и регулярности первичного контроля уровнемерных устройств, а во-вторых, на основе сопряженного анализа уровней воды на постах с уровнями на прилегающей акватории Карского моря и стоком воды р. Оби. Представлены поправки к уровням воды для приведения их к единому нулю поста. Даны предварительные рекомендации по повышению качества уровенных наблюдений. Полученные результаты могут быть использованы в работах по ведению Государственного водного кадастра (ГВК) и оценках многолетних характеристик уровня.*

*Ключевые слова:* уровенные посты, высотная основа, устойчивость реперов, периодичность нивелировок, качество данных по уровням, Обско-Тазовская устьевая область.

Состояние высотной основы уровенных постов во многом определяет качество данных по уровням воды на наблюдательной сети. Это подтверждается соответствующими требованиями к высотной основе, подробно изложенными в действующих Наставлениях [16, 17]. В современных условиях значение высотной реперной основы уровнемерных сетей возрастает в связи с возросшими требованиями к выделению вековых колебаний уровня морей и океанов, земной коры, а также необходимостью привязки данных спутниковой альтиметрии к существующим системам высот. Всегда остается актуальным значение качества уровенных данных при их инженерном использовании на стадиях планирования, проектирования, строительства и эксплуатации различных объектов при хозяйственном освоении территорий, которое в Обско-Тазовском регионе в последние годы нарастает. При этом качество уровенных данных и высотной основы постов определяет возможность получения однородных многолетних рядов наблюдений за уровнем, на основе которых можно рассчитать обоснованные характеристики уровней.

По Обско-Тазовской устьевой области основу для вычисления таких характеристик призваны обеспечить сетевые наблюдения на станциях и постах, большинство которых ранее находилось в ведении Амдерминского УГМС и о которых пойдет речь далее (рис. 1). При последней реорганизации УГМС в 1990-х гг. и изменении территориальных границ зон их ответственности эти станции и посты были переданы Северному УГМС. Вместе с наблюдательной сетью к Северному УГМС перешли обязанности по опубликованию материалов наблюдений в изданиях Государственного водного кадастра – Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек (ЕДМ), т. 4. К моменту передачи этих обязанностей не была ликвидирована задолженность по опубликованию материалов в изданиях ЕДМ за прошлые годы. Эта задолженность сохранилась по настоящее время, хотя для ее ликвидации прилагаются определенные усилия.



Рис. 1. Схема размещения стационарных постов и замыкающих створов в Обско-Тазовской устьевой области:

1 – посты Обско-Тазовской устьевой области, перешедшие от Амдерминского УГМС к Северному; 2 – посты, не входящие в сферу ответственности Северного УГМС; 3 – дополнительные посты, привлеченные для анализа качества уреченных данных; 4 – замыкающие гидрометрические створы на речной границе устьевой области

При передаче материалов нарушилась преемственность в работе по анализу их качества, включая первичный контроль материалов наблюдений за уровнем воды. Образовался разрыв в исторических рядах данных наблюдений, что также затрудняет выполнение качественного анализа материалов при подготовке к опубликованию, как ежегодных данных, так и многолетних. Накопились вопросы о состоянии высотной основы станций и постов.

В сложившихся условиях возникла необходимость в оценке состояния устойчивости высотной основы, а также полноты и качества данных наблюдений за уровнями воды на сети станций и постов бывшего Амдерминского УГМС, переданной в ведение Северного УГМС.

При этом исходными данными послужили результаты наблюдений за уровнями воды на указанной сети с 1944 по 2006 г. включительно, опубликованные в ЕДМ [1–10] либо подготовленные к публикации, а также архивные материалы Гидрометеофондов ААНИИ, Госгеонадзора, СУГМС, полярных станций Обско-Тазовского региона, включая первичные материалы, собранные сотрудниками СУГМС в рамках региональной темы по вопросу состояния высотной основы постов и качества наблюдений на них, выполненной совместно с ААНИИ и при его методическом руководстве. Информация об использованных данных наблюдений за уровнем воды на стационарных постах представлена в табл. 1.

Кроме перечисленных в табл. 1 постов Обско-Тазовской устьевой области использовались среднегодовые уровни по постам Амдерма и Диксон, а также сведения о среднегодовых расходах воды р. Оби у Салехарда [1–15] за годы совместных наблюдений за уровнями в Обской и Тазовской губах.

Таблица 1

## Сведения об использованных данных наблюдений за уровнем воды на постах Обско-Газовской устьевой области, переданных Северному УГМС из ведения АУГМС

Пункт	Годы наблюдений за уровнем	Характер наблюдений	Сроки наблюдений	Отметка нуля поста по состоянию на 2006 г., система высот	Число лет наблюдений, неполных/полных (в т.ч. условно полных)
Салемал	1977–1994	круглогодичные	срочные	–1,50 м БС	1/16
Яр-Сале	1944–1994	круглогодичные	срочные; в 1956–1970 гг. эпизодически ежедневные	–2,46 м БС	3/47
Новый Порт	1955–1977, 1978–2006, действует	с 1978 г. круглогодичные	срочные	–5,00 м БС	29/23
Ямбург	1982–1989	круглогодичные с перерывами	срочные	–5,00 м БС	4/3
Каменный	1952–1956, 1976–1994	с 1979 г. круглогодичные	срочные	–5,00 м БС	17/10 (3)
Сеяха	1967–1972, 1974–1993, 2000–2006, действует	круглогодичные	срочные и ежедневные	–2,00 м БС	2/31 (2)
Тадибейха	1953, 1955–1994	круглогодичные	срочные и ежедневные	–5,00 м БС	2/39 (6)
Тамбей	1976–1994, 2006, за-консервирован	круглогодичные с перерывами	срочные	–5,00 м БС	5/15 (13)
им. 60 летия ВЛКСМ	1979–1992	круглогодичные	срочные и ежедневные	–4,50 усл.	0/14 (3)
им. Попова (о. Белый)	1950–1979, 1981–1986, 1988–1989, 2005, действует	летне-осенний сезон	срочные и ежедневные	–5,00 м БС	19/0
Антипаюта	1965–1995, 2001–2006, действует	круглогодичные	срочные и ежедневные	–2,00 м БС	9/28 (2)

БС – Балтийская система высот, усл. – условная. Под условно полными понимаются годы (их количество указано в скобках), когда при наличии пропусков в наблюдениях в ЕДМ все же приводятся среднегодовые уровни (тем или иным способом восстановленные)

Из материалов по высотной основе станций и постов использованы сведения о реперах, регулярности нивелировок реперной сети постов и урвнмерных устройств на них, состоянии первичного контроля материалов урвннных наблюдений. Источниками таких сведений послужили опубликованные и находящиеся в разной степени готовности к публикации издания ЕДМ. Из материалов непубликуемой части ГВК – это сохранившиеся в фондах ААНИИ выписки из каталогов реперов, полученные в разное время из Госгеонадзора, последние сведения о высотной основе Государственной сети региона, поступившие в ААНИИ по специальным запросам, отчеты Амдерминского УГМС по тематике, касающейся сети наблюдений, полевые материалы и технические дела станций и постов, а также книжки КГ-64, КГ-65.

Методика выполнения данной работы включала анализ устойчивости реперной сети станций и постов на базе архивных материалов путем сравнения отметок реперов за период их существования. Качество данных наблюдений за уровнем воды оценивалось, во-первых, на основе анализа устойчивости высотной основы постов и регулярности первичного контроля урвнмерных устройств, а во-вторых, на основе данных об уровнях воды на постах, включая сопряженный анализ с уровнями на прилегающей акватории Карского моря и стоком воды р. Оби. При этом ряды уровней воды предварительно были приведены к единой для каждого поста плоскости отсчета за многолетний период наблюдений с использованием опубликованных в ЕДМ соответствующих поправок, которые в некоторых случаях были уточнены в процессе анализа высотной основы постов либо определены заново. Необходимость такого приведения для ряда постов обусловлена сменой нулей графиков при переходе к единому нулю поста (ЕНП), урвненной системе отметок (УСО), а затем и переурвненной системе отметок (ПУСО).

Анализ полноты данных за весь период наблюдений за уровнем воды показал, что стационарные наблюдения на устьевом участке р. Оби начаты в 1944 г. на станции Яр-Сале, в Обской и Тазовской губах – в 1952–1953 гг. на полярных станциях мыс Каменный, Тадибеяха. К настоящему времени наиболее продолжительные ряды уровней накоплены по постам Новый Порт (52 года), Яр-Сале (50 лет), Тадибеяха (41 год), Антипаюта (37 лет), Сеяха (33 года). Из 5 станций, действующих в настоящее время на сети, переданной в ведение Северного УГМС, наблюдения за уровнем ведутся на 4-х (табл. 1). Законсервированный пост Тамбей выделяется среди остальных наличием наибольшего количества пропусков в наблюдениях. Из 15 лет, за которые по данному посту представлены среднегодовые уровни в ЕДМ, лишь в течение 2 лет наблюдения велись непрерывно, остальные 13 можно отнести к условно полным, т.к. среднегодовые значения для них восстановлены по связям с другими постами либо усреднены по неполному годовому ряду. К категории условно полных за весь период наблюдений относятся также около 33 % значений среднегодовых уровней поста Каменный, 21% – 60 лет ВЛКСМ и 15 % – Тадибеяхи.

Большинство постов, показанных в табл. 1, вели круглогодичные наблюдения, зачастую с кратковременными перерывами в году. Пост им. Попова выполняет наблюдения преимущественно в летне-осенний сезон, до момента нарушения подледной связи поста с морем. На полярных станциях Тадибеяха, им. Попова, а в период работы по разряду МГ-2 – и на станциях Сеяха и Антипаюта, посты были оборудованы самописцами уровня, остальные – свайно-речного типа. Наблюдения за уровнями – многосрочные, до 1962 г. они велись в несогласованные сроки, с 1962 г. – в 3, 9, 15, 21 час московского времени.

За период с 1990 по 2006 г., на который приходится прекращение наблюдений за уровнем на ряде постов, переданных в ведение СУГМС, и перерыв в публикации данных, сведения об их полноте и распределении по годам для Обской и Тазовской губ представлены на рис. 2. Из него видно, что среди действующих постов наиболее полные данные об уровнях воды, как по количеству лет наблюдений

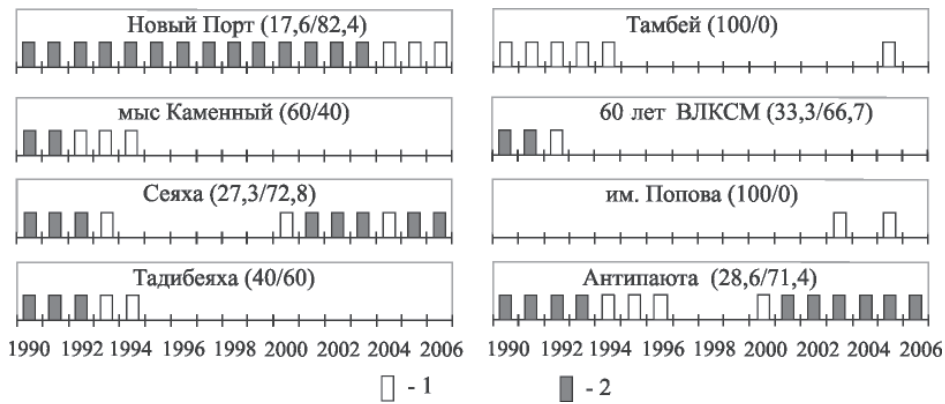


Рис. 2. Изученность наблюдений за уровнями воды на стационарной сети Обско-Тазовской устьевой области за период 1990–2006 гг.:

1 – наблюдения велись неполный год, 2 – полный; в скобках у названия станций – доля неполных (числитель) и полных (знаменатель) лет наблюдений в % от общего числа лет наблюдений на данном посту

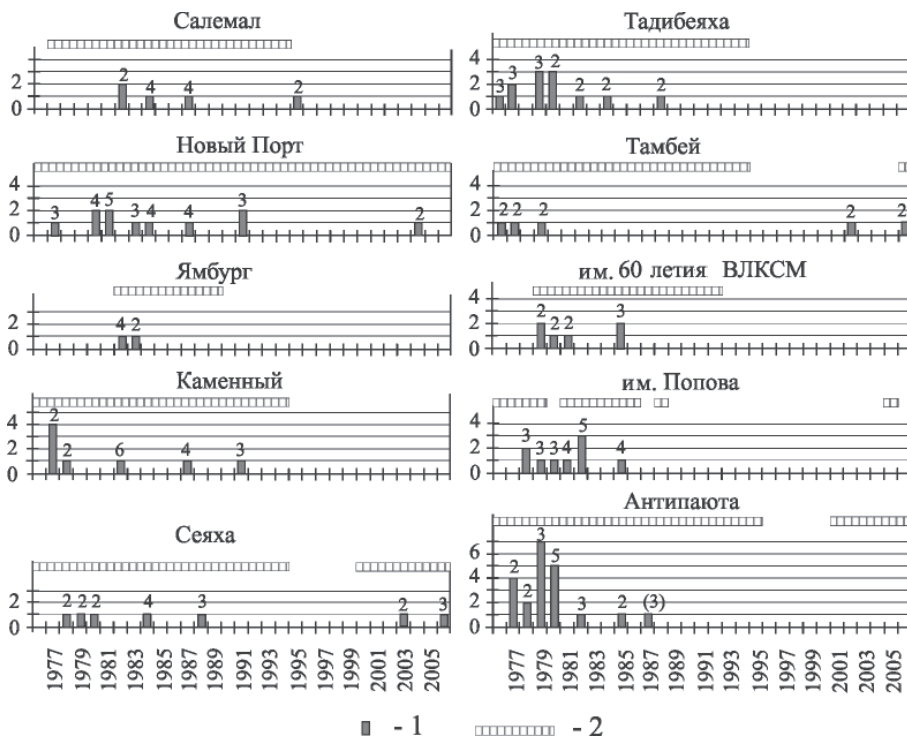


Рис. 3. Распределение количества контрольных нивелировок высотной сети постов по годам (1) и число задействованных при этом реперов (цифры на поле диаграмм); 2 – годы наблюдения за уровнем

Цифры на поле диаграмм – число задействованных реперов при контрольных нивелировках высотной сети; в скобках данные, требующие уточнения

(17 лет), так и по внутригодовому наполнению (14 лет с полными наблюдениями) принадлежат посту Новый Порт. Затем следуют Антипаюта (10 лет и 4 года соответственно), Сеяха (8 лет и 3 года соответственно). Наиболее полная информация для сопряженного анализа уровней по Обской и Тазовской губах за указанный период имеется лишь для 1990 и 1991 гг., однако при этом недостаточно данных по Тамбей и они вообще отсутствуют по станции им. Попова.

Качество данных наблюдений за уровнями воды, кроме полноты рядов, определяется также состоянием высотной основы постов, регулярностью контроля высотного положения реперов и уровнемерных устройств. Отметим, что действующими Наставлениями [16, 17] регламентируется наличие на уровне поста не менее 3-х реперов с обеспечением их ежегодных контрольных нивелировок. Эти положения особенно актуальны для регионов с выраженными мерзлотными процессами, к которым принадлежит Обско-Тазовская устьевая область.

Анализ данных о нивелировках реперов на станциях и постах Обско-Тазовской устьевой области на сети бывшего АУГМС, выполненный по материалам последних 30 лет, показал, что количество контрольных нивелировок высотной основы на станциях Новый Порт, Сеяха, Тадибеяха, Антипаюта не превышает 7–8 (рис. 3), а на остальных – и менее того. Станция Яр-Сале в анализ не включена ввиду отсутствия достаточной информации. В связи с тем, что нивелировочные работы не всегда укладывались в один день, здесь и далее к одной нивелировке отнесены работы, выполненные в отношении всей группы реперов в смежные даты. Как следует из рис. 3, нивелировки высотной сети реперов наиболее часто выполнялись преимущественно в период 1977–1988 гг., хотя и они не отличались необходимой регулярностью. С 1993 по 2001 г. материалов о контрольных нивелировках на уровнях постах, ведущих наблюдения, пока не обнаружено.

Кроме распределения количества контрольных нивелировок высотной сети постов по годам на поле диаграммы (рис. 3) отражено количество задействованных при нивелировках реперов. Требование Наставлений [16, 17] по условию «не менее 3-х реперов» выполнено на посту им. Попова – по всем случаям нивелировок, Новый Порт – в 7 случаях из 8 нивелировок, Сеяха и Тадибеяха – по 3 случая из 7 нивелировок, Антипаюта – 4 случая из 7, Каменный – 3 случая из 5, Салемал – 2 из 4, Ямбург – 1 из 2, Тамбей – ни одного случая из 5 нивелировок.

Как видно из рис. 3, в отдельных случаях контрольные нивелировки реперной сети выполнялись даже при отсутствии наблюдений за уровнем воды (Салемал, Тамбей, им. Попова).

Следует отметить, что сведения о контрольных нивелировках высотной сети постов за последние 16 лет, охваченных анализом, подлежат дальнейшему уточнению, поскольку возможно, что не все архивные материалы удалось включить в данное обобщение. Одна из причин этого связана с тем, что разрозненные материалы, переданные Амдерминским УГМС Северному, могли не пройти соответствующий учет и систематизацию в гидрометефондах либо, по разным причинам, вообще туда не поступили от сетевых подразделений.

Наряду с контролем реперной основы постов должен выполняться регулярный контроль высотного положения уровнемерных устройств [16, 17]. Состояние контроля высотного положения уровнемерных устройств на фоне данных о контроле реперной сети в период 1991–2006 гг. на действующих в настоящее время постах бывшего АУГМС показано в табл. 2. Станции Новый Порт и Попова выделяются среди остальных ежегодной проверкой высотного положения уровнемерных устройств, однако при этом на них отсутствовал должный контроль реперной сети.

Кроме анализа регулярности нивелировок реперов и уровнемерных устройств, по сохранившимся материалам контрольных нивелировок реперов была проведена оценка их устойчивости на действующих станциях и постах Обско-Тазовской устье-

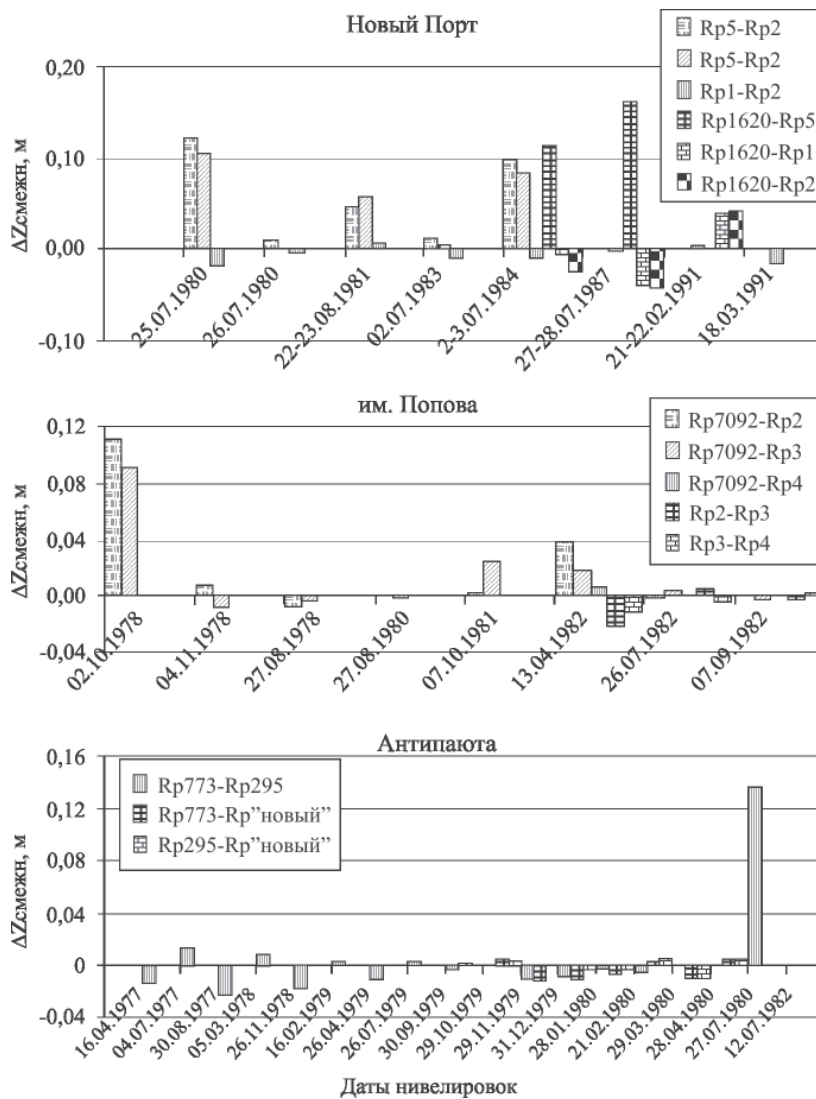


Рис. 4. Изменение превышений ( $\Delta Z_{\text{смежн}}$ ) между парами реперов по данным смежных нивелировок на постах Новый Порт, им. Попова, Антипаюта

вой области на сети бывшего АУГМС. Основной недостаток исходной информации о контрольных нивелировках, кроме их крайне малого количества, в том, что при этом по различным обстоятельствам (утра репера, плохое состояние, сомнение в надежности и т.п.) изменялись группы нивелируемых реперов. Это ограничило возможности сравнения превышений между одними и теми же реперами за длительный период времени.

По имеющейся исходной информации все же можно проследить изменения превышений между отдельными парами реперов с течением времени по результатам смежных нивелировок для станции Новый Порт за период 1977–1991 гг., им. Попова и Антипаюта – за 1978–1982 гг. (рис. 4). Рис. 4 свидетельствует, что наибольшие инструментально зафиксированные разовые изменения превышений между



реперами достигали 0,16 м по Новому Порту (между смежными нивелировками 1984 и 1987 гг.), 0,11 м – по станции им. Попова (между смежными нивелировками 1976 и 1978 гг.), 0,14 м – по Антипаюте (между смежными нивелировками в апреле и июле 1980 г.). Подчеркнем, что нивелировки выполнялись зачастую с интервалом в несколько лет. При этом итоговые (суммарные) изменения превышений, произошедшие в результате разнонаправленных вертикальных смещений реперов за весь период их использования, для тех же самых пар реперов оказались следующими: 0,28 м – по Новому Порту (за 7 лет), 0,15 м – по станции им. Попова (за 6 лет), 0,08 м – по Антипаюте (за 1 год и 5 месяцев). Приведенные данные по Антипаюте свидетельствуют о том, что за короткий промежуток времени могут происходить более значительные однонаправленные изменения превышений, чем за длительный (когда суммарная величина изменений компенсируются их знаками). В случае нерегулярного выполнения контрольных нивелировок такие изменения не будут зафиксированы, и полагаться на данные эпизодических нивелировок, даже в том случае, если они дают несущественные изменения превышений, нельзя.

Разумеется, приведенные здесь изменения в высотном положении реперов, выявленные по контрольным нивелировкам, в соответствующие периоды учитывались в работе постов, что отражено в их технических делах. Однако никто не может гарантированно судить о том, что происходило с высотным положением реперов при длительном отсутствии таких нивелировок и как это отразилось на качестве данных наблюдений за уровнем.

В связи с этим был рассмотрен ход среднегодовых уровней воды на постах Обско-Тазовской устьевой области за различные периоды времени.

Прежде всего ряды среднегодовых уровней были приведены к единой для каждого поста системе отсчета. Это связано с тем, что в 1976–1982 гг. все станции и посты, за исключением тех, которые расположены на устьевом участке, перешли к единому нулю поста (ЕНП), равному –5,000 м БС, для всех морей СССР, связанных с Мировым океаном, и на уравненную систему отметок (УСО). В последующие годы система ЕНП была отменена на постах Антипаюта и Сеяха вместе с изменением их разряда с МГ-2 на ГП-2. Введение ЕНП, повлекшее изменение высотного положения плоскости отсчета уровней на постах, привело к необходимости нахождения поправок к накопленным историческим рядам уровней. Последующие нивелировки реперной основы постов, уравнивание и переуравнивание системы отметок выявили для большинства постов существенные различия между отметками их нулей, полученными до и после уравнивания и переуравнивания (табл. 3).

Таблица 2

**Обобщенные сведения о контроле реперной сети и уровнемерных устройств  
в период 1991–2006 гг. на действующих в настоящее время постах бывшего АУГМС  
в Обско-Тазовской устьевой области**

Пост	Число лет наблюдений за уровнем в период 1991–2006 гг.	Число лет с нивелировками реперной сети	Число лет с выполненным условием: «количество нивелируемых реперов не менее 3-х»	Число лет с нивелировками уровнемерных устройств
Новый Порт	16	2	1	16
Сеяха	10	2	1	5
Тамбей	5	2	0	4
им. Попова	2	0	0	2
Антипаюта	13	0	0	2



В таких случаях обычно уточняются отметки нулей постов. В данной ситуации отметки нулей не подлежали какому-либо изменению, т.к. они стали бы отличаться от единого нуля  $-5,000$  м БС. Выход из сложившейся ситуации – только в очередной корректировке рядов урвненных наблюдений с учетом разности между переурвненной отметкой нуля поста и неурвненной.

При переходе постов к ЕНП на станциях Новый Порт и Сеяха урвненная система отметок по разным причинам не была учтена в урвнях за 1978–1985 гг., которые опубликованы в ЕДМ (т. 4, ч. 2), изданном в 1988 г. [10]. При этом в большинстве случаев величина необходимых поправок к этому времени уже была известна и представлена в данном ЕДМ в пояснениях к наблюдениям. Однако возникла некоторая неоднозначность в трактовке знака этих поправок для указанных постов. Так, в пояснениях указано, что для Нового Порта с августа 1981 г. урвни воды по отношению к предыдущим завышены на 43 см, а для Сеяхи с 01.01.82 г. – на 21 см. Термин «завышены» в обыденном понимании указывает на необходимость вычитания поправок для приведения урвней к «правильному» единому нулю поста. На самом деле, поскольку «правильный» единый нуль поста, учитывающий урвненную систему отметок, введен для Нового Порта с августа 1981 г., а для Сеяхи – с 1.01.82 г., именно с этих моментов урвни можно было считать приведенными к изначально задуманной системе высот, имеющей единую отметку нуля поста, равную  $-5,000$  м БС. Поэтому, на наш взгляд, логичнее было бы отметить, что для Нового Порта за период июль 1977 г. – август 1981 г. урвни занижены на 43 см относительно последующих. Аналогично для Сеяхи следовало сказать, что с 01.01.1978 до 1.01.82 г. урвни занижены на 21 см относительно последующих. Именно в такой трактовке поправки вводились в работе [18]. С учетом же последних сведений о переурвнении системы отметок (ПУСО) после 1982 г. оказалось, что поправки к урвням по Новому Порту следует увеличить на 4 см, а по Сеяхе – на 8 см.

Таблица 3

**Отметки нулей постов для перехода к ЕНП с учетом урвненной (УСО) и переурвненной систем отметок (ПУСО)**

Пост	Переход к единому нулю поста (ЕНП) $-5,000$ м БС			Переход на урвненную систему отметок (УСО)			С учетом переурвнения (ПУСО)	
	Дата перехода на ЕНП	$Z_1$ , м БС	$\Delta Z_1$ , м	Дата перехода на УСО	$Z_2$ , м БС	$\Delta Z_2$ , м	$Z_3$ , м БС-77	$\Delta Z_3$ , м
Новый Порт	01.01.1977	-1,490	3,510	01.01.1981	-1,058	0,432	-1,023	0,467
Каменный	07.1976	-1,198	3,802	01.01.1982	-1,057	0,141	-0,951	0,247
Сеяха	01.01.1978	-1,501	3,499	01.01.1982	-1,291	0,210	-1,212	0,079
Тадибеяха	01.01.1977	-1,220	3,780	01.01.1982	-1,209	0,011	-1,209	0,011
Тамбей	01.01.1978	-3,174	1,826	01.01.1982	-2,957	0,217	-2,959	0,215
Ямбург	01.1982	–	–	01.1982	–	–	–	–
им. 60 летия ВЛКСМ	–	–	–	–	–	–	–	–
им. Попова	01.01.1982	-1,146	3,854	01.01.1982	-1,146	0	-1,126	0,020
Антипаюта	01.01.1978	-1,260	3,740	01.01.1982	-1,260	0	-1,260	0

$Z_1$  – отметка нуля поста перед переходом на ЕНП (неурвненная);  $\Delta Z_1$  – разность между неурвненной отметкой нуля поста и ЕНП (до введения УСО);  $Z_2$  – урвненная отметка нуля поста в результате введения УСО (в системе отметок 1977–1978 гг.);  $\Delta Z_2$  – разность между урвненной отметкой нуля поста и неурвненной;  $Z_3$  – отметка нуля поста в результате переурвнения системы отметок (ПУСО);  $\Delta Z_3$  – разность между переурвненной отметкой нуля поста и неурвненной

Что касается периода 1955–1968 гг. по Новому Порту, когда наблюдения за уровнем велись только в период чистой воды, поправка для приведения уровней к ЕНП в изданиях ГВК отсутствует. По материалам высотной основы станции она была предварительно определена как +351 см [18]. С учетом результатов переуравнивания системы отметок поправка для указанного периода составит +355 см.

Для поста мыс Каменный опубликованная в ЕДМ (т. 7, ч. 1) за 1984 г. информация указывает, что с 01.01.1982 г. уровни приведены к единому нулю поста (–5,000 м БС). Поправка для приведения предыдущих наблюдений к ЕНП составляет –14 см. В действительности, как показал анализ материалов (табл. 3), для приведения предшествующего ряда данных к ЕНП поправка должна быть +14 см, тогда как знак минус, очевидно, указан ошибочно. Подтверждением этому служит то, что в ЕДМ (т. 7, ч. 1) за 1976–1981 гг. поправка в уровни введена правильно, со знаком плюс. Переуравнивание системы отметок после 1982 г. показало, что эту поправку следует увеличить на 11 см.

Некоторые уточнения, которые могут оказаться полезными, имеются и по уровням Тадибеяхи. Как указано в ЕДМ (т. 4, ч. 2) за 1986 г. (1988 г. издания), уровни Тадибеяхи с 1977 г. приведены к ЕНП; поправка для приведения к ЕНП предыдущих наблюдений составляет 378 см. В то же время анализ отметок реперной сети и нулей поста показал (табл. 3), что для периода 1977–1982 гг. общая поправка для перехода к ЕНП, учитывающая УСО, равна 379 см. Она определена как разность отметок нуля поста после перехода к ЕНП без учета УСО (–1,220 м БС с 01.01.1978 г.) и после учета результатов уравнивания отметок (–1,209 м БС с 1.01.1982 г.). Как видно, разница составляет всего 1 см, вероятно, это и явилось причиной ее игнорирования. В результате переуравнивания системы отметок эти данные остались без изменения.

Для поста Тамбей существуют два периода, требующих введения поправок к уровням для приведения их к ЕНП. Для периода 1976–77 гг. поправка составляет +204 см, в отличие от той (+183 см), что указана в ЕДМ (т. 7, ч. 1) за 1981 г., поскольку последняя не учитывает поправку на УСО. По этой же причине для периода 1978–1981 гг. следует ввести поправку +22 см к уровням, помещенным в ЕДМ (т. 7, ч. 1) за 1978–1981 гг. Она определена (табл. 3) как разница между значениями нуля поста после перехода на ЕНП без учета УСО (–3,174 м БС с 01.01.1978 г.) и с учетом УСО (–2,957 м БС с 01.01.1982 г.), а последующее переуравнивание системы отметок практически не изменило этих значений.

Для остальных постов Обской и Тазовской губ различий между помещенными в ЕДМ уровнями и поправками, связанными с переходом на ЕНП с учетом УСО, не выявлено.

Следует отметить, что отмена системы ЕНП на постах Антипаюта (в 1988 г.) и Сеяха (в 1994 г.) повлекла необходимость введения очередных поправок в ряды уровней для приведения их к однородному виду.

По посту им. Попова поправка к уровням за период 1951–1981 гг. с учетом переуравнивания составляет +387 см, а с 1982 г. – +2 см.

Сводные сведения о поправках к уровням даны в табл. 4.

После введения указанных в табл. 4 поправок был рассмотрен ход годовых уровней на постах и их тренды за определенные периоды времени. Они выбирались в зависимости от наличия данных и их полноты, возможности сравнения с другими постами, с включением и без включения в анализ длительных перерывов при подготовке их к публикации. Годы с условно полными наблюдениями отбрасывались.

Рассмотрим вначале ряды по 1989 г., т.е. до наступления периода длительного перерыва в публикации данных наблюдений в составе ЕДМ.

На рис. 5 показан ход средних годовых уровней на постах Обской и Тазовской губ по рядам наблюдений по 1989 г. Как видно из рис. 5, тренд хода уровней

Таблица 4

Поправки к уровням на постах Обско-Тазовской устьевой области для приведения их к единому нулю поста –5,000 м БС с учетом переуровнивания системы отметок после 1982 г.

Пост	Период	Поправка, см	Номера томов и выпусков ежегодников, относительно которых вводится поправка
Новый Порт**	1955–1968	+355	ГЕ, т. 6, вып. 0–3
	1969–1976	+398	ГЕ, т. 6, вып. 0–3
	1977–VII.1981	+47	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 2*
Каменный**	1982–1989	+4	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 1, 2*
	1952–1956, 1959–1961	не определена	МЕ
	1976–81	+25	МЕ; ЕДМ, т. 7, ч. 1
Сеяха**	1982–89	+11	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 1
	1966–77	+379	МЕ; ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 2*
	1978–81	+29	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 2*
	1982–89	+8	ЕДМ, т. 7, ч.1; ЕДМ, т. 4, ч. 1, 2*
Тадибеяха**	с 1.X.1994	+300***	Рабочие материалы ЕДМ, т. 4, ч. 2
	1953–76	+379	МЕ
Тамбей**	1977–89	+1	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 1, 2*
	1976–77	+204	МЕ; ЕДМ, т. 7, ч. 1
Антипаюта	1978–81	+22	ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 1
	1965–77	+374	МЕ; ЕДМ, т. 7, ч. 1; ЕДМ, т. 4, ч. 2*
им. Попова	с 1.IV.1988–н.в.	+300***	ЕДМ, т. 4, ч. 1, 2; рабочие материалы к ЕДМ
	1951–81	+387	МЕ
	1982–89	+2	МЕ

ГЕ – Гидрологический ежегодник; МЕ – морской гидрометеорологический ежегодник – название изданий по 1976 г., с 1977 г. переименован в ЕДМ; \* – материалы по уровням за указанный период приведены в ЕДМ (т. 4, ч. 2) за 1986 г. [10]; \*\* – сведения о поправках дополнены либо откорректированы по сравнению с [18]; \*\*\* – определена формально, как разность отметок нулей постов

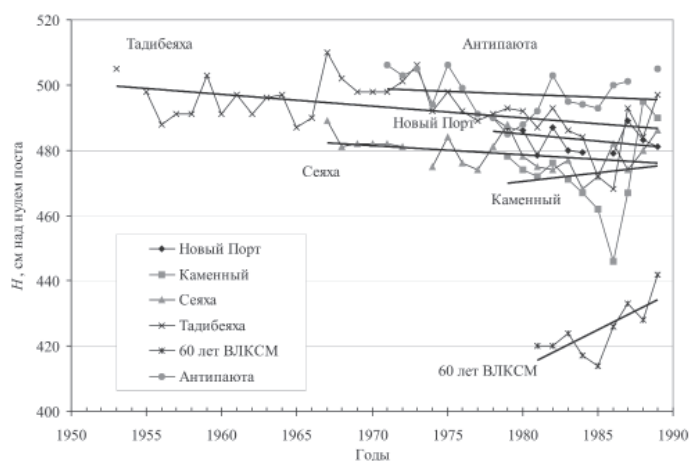


Рис. 5. Ход среднегодовых уровней ( $H$ , см) на постах Обско-Тазовской устьевой области за период наблюдений по 1989 г.

для каждого поста различается по знаку и величине, что естественно, т.к. различаются длины рядов наблюдений. По постам с длительными рядами (Тадибеяха, Сеяха, Антипаюта) и с относительно коротким рядом (Новый Порт) тренд отрицательный. По постам с короткими рядами (Каменному и 60 лет ВЛКСМ) – положительный. Из общей картины несколько выделяется пост мыс Каменный своими резкими колебаниями годового уровня после 1985 г.

Картина качественно не меняется при замене полных рядов на ряды, сгруппированные по годам совместных наблюдений за уровнем на постах (рис. 6).

При дополнении рассматриваемых рядов по постам Новый Порт, Сеяха, Антипаюта данными наблюдений за 1990–2006 гг., подготовленными к опубликованию в ЕДМ либо временно находящимися в архивах, становится заметным существенное снижение величины среднегодовых уровней в последние годы (рис. 7). Так, если в 2001 г. уровень по Новому Порту еще лежит на грани минимальных многолетних значений, то в 2002 и 2003 гг. он выходит за пределы предшествующих многолетних колебаний. Та же картина наблюдается по Сеяхе за 2001–2003 гг. и по Антипаюте за 2002–2006 гг. В численном выражении это снижение уровней дано в виде коэффициентов регрессии линий трендов в табл. 5. Из рис. 7 и табл. 5 видно, что особенно значительное различие трендов отмечается по Антипаюте, затем следуют Сеяха и Новый Порт.

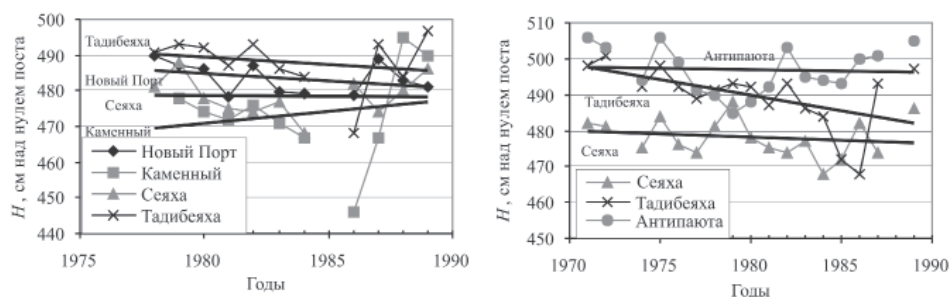


Рис. 6. Ход среднегодовых уровней за годы совместных наблюдений на постах по 1989 г.

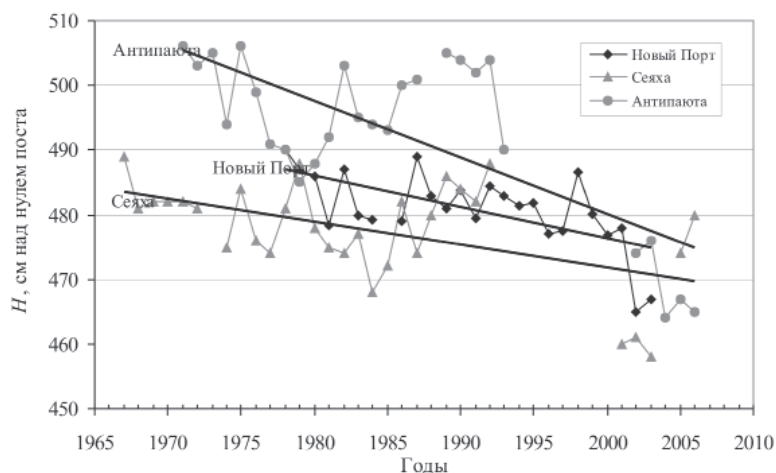


Рис. 7. Ход среднегодовых уровней на действующих постах за годы совместных наблюдений по 2006 г.

Таблица 5

Коэффициенты регрессии трендов среднегодовых уровней воды			
Характеристика	Новый Порт	Сеяха	Антипаюта
Период от начала наблюдений по 1989 г.	-0,4328	-0,2908	-0,1736
Период от начала наблюдений по 2006 г. (для Нового Порта – по 2003 г.)	-0,4818	-0,3514	-0,8698
Соотношение коэффициентов	1,11	1,21	5,01

Подобный анализ уровней за годы совместных наблюдений на этих же постах показал, что тренды, отличаясь в деталях, в целом также свидетельствуют о том, что данные за 2001–2006 гг. резко переломили тенденцию многолетнего хода уровней.

Чтобы выявить круг причин, которые могли привести к такому снижению годовых уровней на указанных постах, обратимся к основным факторам, формирующим уровеньный режим в губе, – речному стоку и уровню моря. Со стороны речной границы устьевой области воспользуемся материалами по среднегодовым расходам воды р. Оби у Салехарда (сведения о суммарном стоке воды, поступающем в Тазовскую губу, который может влиять на уровень Антипаюты, начиная

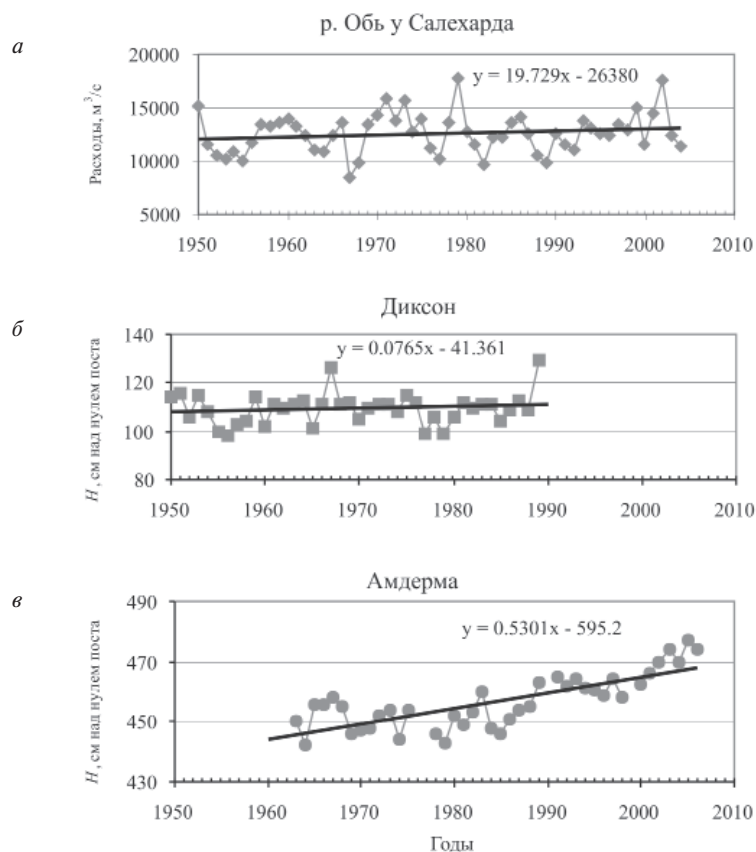


Рис. 8. Ход среднегодовых расходов воды р. Оби у Салехарда (а) и уровней у Диксона (б) и Амдермы (в) по фактическим рядам данных

с 1992 г. отсутствуют). Для характеристики среднегодовых уровней на морской границе Обско-Тазовской устьевой области примем данные по постам Диксон и Амдерма, имея в виду, что наблюдения за уровнем по Диксону заканчиваются 1989 г., а в Амдерме велись до конца рассматриваемого периода. При этом качество данных по уровням в Амдерме за последние 15 лет, по нашему мнению, требует тщательного анализа, однако это является отдельным вопросом, выходящим за рамки данного обобщения.

Как следует из рис. 8, на котором представлен ход расходов воды р. Оби у Салехарда, а также уровней моря по Диксону и Амдерме, в целом за период 1950–2006 гг. не наблюдалось тенденции снижения ни стока воды на речной границе Обско-Тазовской устьевой области, ни уровня на акватории моря, прилегающей к ее морской границе.

Для исключения влияния несинхронности рассматриваемых рядов на результаты оценок трендов, кроме фактических рядов среднегодовых расходов воды р. Оби у Салехарда и уровней у Диксона и Амдермы были рассмотрены и ряды, ограниченные годами совместных наблюдений с уровнями постами Новый Порт, Сеяха и Антипаюта. Коэффициенты регрессии трендов для всех сопоставленных случаев приведены в сводной табл. 6. Она включает несколько периодов. Первый, с окончанием в 1989 г., относится ко времени, когда данные наблюдений за уровнем в губе опубликованы в изданиях ЕДМ. Второй исключает уровни за 1991–2000 гг., с учетом того, что материалы этих лет пока не прошли стадию подготовки к опубликованию и в последующем возможны их уточнения. Третий период содержит полные ряды от начала наблюдений за уровнями в губе и по 2004 г., в том числе за 2001–2004 гг., когда возобновилась подготовка к опубликованию в ЕДМ.

Из табл. 6 видно, что для речного стока за период, включающий годы, в которые проявился резкий уход уровня в губе за пределы диапазона предшествующих значений, тренд оказался положительным по совместным рядам с Новым Портом и Сеяхой и отрицательным – по совместному ряду с Антипаютой, находящейся вне зоны непосредственного влияния стока Оби.

Таким образом, из анализа трендов, полученных по фактическим рядам и синхронизированным, следует, что речной сток не может быть причиной резкого снижения годовых уровней в губе в период после 2001 г.

Таблица 6

**Значения трендов среднегодовых уровней на постах Обской и Тазовской губ, а также стока воды на речной границе (р. Обь у Салехарда) и уровня моря (Амдерма, Диксон) по совместным рядам наблюдений с соответствующими постами в губе**

Станция	Период, годы	Тренд уровня собственно на посту	Тренд по совместным рядам наблюдений		
			сток у Салехарда	уровень Диксона	уровень Амдермы
Новый Порт	1978–1989	–0,4328	–304,86	+1,3461	+1,0834
	1978–1989, 2001–2003	–0,6955	+61,746	–	+0,9986
Сеяха	1978–2003	–0,4818	+42,872	–	+0,8591
	1967–1989	–0,2908	–22,88	+0,0022	+0,1833
	1967–1989, 2001–2003	–0,6092	+49,581	–	+0,5526
Антипаюта	1967–2003	–0,4726	+34,23	–	+1,0232
	1971–1989	–0,1736	–159,54	+0,3567	+0,3411
	1971–1989, 2001–2004	–0,6922	–19,097	–	+0,7255
	1971–2004	–0,6867	–27,391	–	+0,7581

Аналогичный анализ для уровней Диксона и Амдермы по рядам одновременных наблюдений с Новым Портом, Сеяхой и Антипаютой показал (табл. 6), что среднегодовые уровни на морских постах имеют положительную тенденцию, тогда как уровни на рассматриваемых постах в Обской и Тазовской губах — обратную. Таким образом, если посты Диксон и Амдерма верно отражают тенденцию хода среднегодовых уровней на морской границе Обской губы, то следует признать, что изменения уровня моря также не могут быть причиной снижения уровней в Обской и Тазовской губах после 2001 г.

Данные о снижении уровней, таким образом, можно объяснить и качеством материалов наблюдений, которое, как видно из представленного анализа, для определенных периодов нельзя признать удовлетворительным как по состоянию высотной основы постов, так и по количеству выполненных контрольных нивелировок реперной сети на станциях.

При этом очевидно, что уровенные наблюдения на постах после 2001 г. в результате длительного перерыва в наблюдениях (Сеяха, Антипаюта) и утраты преемственности в анализе исторических рядов уровней при подготовке ЕДМ фактически не являются продолжением предыдущих рядов наблюдений.

В целом за период с 1991 г. по настоящее время уровни на всех постах Обско-Тазовской устьевой области, переданных в зону ответственности Северного УГМС (особенно действующих в настоящее время) не могут быть использованы без тщательного дополнительного анализа материалов, как по каждому посту отдельно, так и с учетом наблюдений на остальных постах. Это необходимо учитывать при подготовке ежегодных и многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек по бассейну Карского моря.

Повышения качества уровенных наблюдений на сети станций и постов в Обско-Тазовской устьевой области в сложившихся условиях можно достичь путем организации мероприятий по следующим основным направлениям:

- совершенствование планово-высотной основы станций и постов;
- обеспечение неукоснительного соблюдения действующих Наставлений гидрометеорологическим станциям и постам по производству наблюдений;
- обеспечение полноты наблюдений за уровнем на постах в течение года;
- обеспечение своевременной и в полном объеме сдачи в Гидрометефонды материалов наблюдений после их первичного контроля и проверки в УГМС их качества;
- формирование электронных массивов данных многолетних наблюдений за уровнем и организация на их основе мониторинга изменений режима уровней на постах путем сопряженного анализа текущей информации по постам с учетом тенденций речного стока, уровня моря и др.

Совершенствование планово-высотной основы станций и постов следует, в первую очередь, направить 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 повлияло на однородность уровенных рядов.

Необходимо приступить к качественному обновлению планово-высотной основы станций и постов в Обско-Тазовском регионе, возможно, начав с отдельных станций, предварительно выбранных в качестве опорных с точки зрения Государственной геодезической сети и ключевых с гидролого-геоморфологических позиций. Под качественным обновлением реперной сети имеется в виду постепенный переход 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. Началом



этой работы должно стать создание электронного каталога реперов, имеющих на станциях и постах, и отслеживание динамики их высотных отметок.

Обеспечение неукоснительного соблюдения действующих Наставлений гидрометеорологическим станциям и постам по производству наблюдений, в первую очередь, относится к необходимости выполнения первичного контроля материалов наблюдений и его своевременности, а также соблюдения периодичности нивелировок уровнемерных устройств.

Обеспечение полноты наблюдений за уровнем в течение года позволит существенно повысить качество многолетних рядов данных и даст возможность получения обоснованных статистических характеристик на их основе. В первую очередь следует обеспечить круглогодичное измерение уровня воды на полярной станции им. Попова, которая относится к разряду вековых. Получение надежных данных по уровням на станции им. Попова имеет большое значение ввиду ее географического местоположения – вблизи морской границы Обско-Тазовской устьевой области. Наличие таких данных позволило бы обеспечить математическое моделирование устьевой области фактическими граничными условиями со стороны моря для моделей различного класса и любого временного разрешения.

Своевременная сдача в Гидрометеофонды материалов наблюдений после первичного контроля и проверки их качества позволит включать сведения о них в текущие электронные каталоги по изученности элементов режима для оперативного использования этих сведений в работе.

Формирование электронных массивов данных многолетних наблюдений за уровнем и, в последующем, их пополнение позволит организовать на их основе мониторинг изменений режима уровней путем сопряженного анализа текущей информации с учетом тенденций речного стока и уровня моря. Такая работа в дальнейшем должна вестись постоянно, возможно совместно силами СУГМС и ААНИИ. Это позволит также осуществлять текущий анализ качества материалов наблюдений, своевременно обнаруживать и отсеивать некачественные материалы наблюдений, оперативно планировать мероприятия по устранению выявленных недостатков.

За рамками данных рекомендаций оставлены вопросы обеспечения станций необходимым квалифицированным персоналом наблюдателей, преемственности в их работе и в методическом руководстве со стороны УГМС, улучшения материально-технической базы с целью доведения возможностей станций до выполнения работ в объемах, соответствующих их разряду. Решение этих вопросов в большинстве случаев является ключом к выполнению данных предварительных рекомендаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1977 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: МСС Госкомгидромета, 1982. 114 с.
2. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1978 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: МСС Госкомгидромета, 1982. 113 с.
3. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1979 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: МСС Госкомгидромета, 1983. 121 с.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1980 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: ВНИИГМИ-МЦД, 1983. 112 с.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1981 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: НМСС Госкомгидромета, 1984. 124 с.
6. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1982 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: МСС Госкомгидромета, 1984. 124 с.
7. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1983 г. Т. 7. Вып. 1. Ч. 2. Л.: Зап.-Сиб. РВЦ, 1985. 126 с.

8. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1984 г. Т. 4. Ч. 2. Л.: ААНИИ, 1988. 120 с.
9. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1985 г. Т. 4. Ч. 2. Л.: ААНИИ, 1988. 129 с.
10. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1986 г. Т. 4. Ч. 2. Л.: ААНИИ, 1988. 223 с.
11. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание за 2000 г. СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. 104 с.
12. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание за 2001 г. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 112 с.
13. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание за 2002 г. СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. 116 с.
14. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание за 2003 г. СПб.: Гидрометеоиздат, 2006. 144 с.
15. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание за 2004 г. СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. 164 с.
16. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 384 с.
17. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 312 с.
18. Пискун А.А. Качество многолетних данных по уровням на стационарной сети наблюдений в Обской и Тазовской губах // Труды ААНИИ. 2004. Т. 449. С. 307–322.

А.А. PISKUN

## THE STATE OF HIGH-ALTITUDE BASE AND QUALITY OF DATA ON WATER LEVEL IN THE OB-TAZ MOUTH AREA

*The issue of high-altitude basis, the level positions in the Ob-Taz mouth area on the network of former Amdersinsk UGMS, frequency control leveling of the datum marks and devices for measuring the water level are considered. The quality of data on water level was assessed, firstly, by analyzing the stability of the high-altitude base of gauges and the regularity of the primary control of device for measuring the water level, and secondly, on the basis of the dual analysis of water levels at the gauges with the levels in the adjacent waters of the Kara Sea and the runoff waters of the River Ob. Amendments to water levels for their reduction to uniform zero of a post are presented. Given the preliminary recommendations to improve the quality level observations. The results can be used in in the works for the State Water Cadastre and in estimates of the characteristics of long-term performance level.*

*Keywords:* tide gauge station, high-altitude base, datum marks stability, periodicity of leveling, quality of data on water level, Ob-Taz mouth area.