

ОЦЕНКА ВЫСШЕГО УРОВНЯ ВОДЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В РАЙОНЕ ПАНАЕВСКА (ДЕЛЬТА Р. ОБИ)

А.А. ПИСКУН

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: piskun@aari.ru

Представлены способы и результаты определения высшего уровня воды и отметки нуля поста Панаевск (дельта р. Оби). Для исследования использованы данные наблюдений за уровнями воды на постах Аксарка, Салемал, Салехард, Панаевск, Ямсальский бар, Яр-Сале, а также за расходами воды р. Оби у Салехарда. Установлено, что отметка нуля поста Панаевск в первом приближении может быть принята равной $-0,86$ м (БС), а высота максимального уровня воды весеннего половодья обеспеченностью 1 % $3,54$ м (БС). Полученные результаты представляют интерес для пользователей режимными данными при проектировании, строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов в районе поста Панаевск. Они могут быть также использованы при ведении работ по Водному кадастру.

Ключевые слова: уровень воды, отметка нуля поста, оценка высшего уровня весеннего половодья обеспеченностью 1 % в Панаевске, дельта р. Оби.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в настоящее время в Обско-Тазовском регионе развернуто строительство различных объектов хозяйственного назначения, обеспечивающих освоение его природных ресурсов. При разработке проектной документации для такого строительства в прибрежных районах и на акватории Обской и Тазовской губ неизменно встает вопрос о гидрологическом обеспечении этих работ. Однако далеко не всегда имеется достаточно данных наблюдений для расчета требуемых характеристик гидрологического режима в определенных пунктах. Именно такая ситуация возникла при проектировании хозяйственных объектов на берегу протоки дельты Оби – Янготы в районе с. Панаевск, когда потребовалось определить высоту нуля данного поста в Балтийской системе и оценить высший уровень весеннего половодья на устьевом участке р. Оби в районе Панаевска.

Способы решения поставленных задач и полученные результаты представлены далее.

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ОБИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО ИЗУЧЕННОСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ НАБЛЮДЕНИЙ СТАЦИОНАРНОЙ СЕТИ

В соответствии с гидролого-морфологической классификацией и районированием (Иванов, 1974) устьевой участок р. Оби (рис. 1) состоит из придельтового участка и сложно разветвленной дельты, образовавшейся в результате заполнения акватории южной части Обской губы речными наносами.

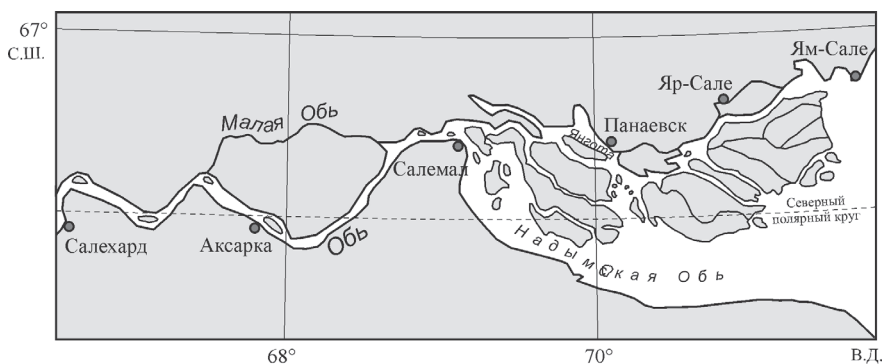


Рис. 1. Схема устьевое участка р. Оби.

Морская граница устьевое участка р. Оби пролегает по меридиану м. Ям-Сале (71° 44'), пересекая Ямсальский и Надымский бары. Речной границей устьевое участка р. Оби принято считать замыкающий створ Оби у г. Салехарда (287 км от морской границы). Вершина дельты располагается в районе мыса Салемал, где происходит деление русла реки Оби на два основных рукава — Надымскую Обь и Хаманельскую Обь. Таким образом, в привязке к существующим населенным пунктам, придельтовый участок протяженностью 143 км (по фарватеру р. Оби) расположен между г. Салехард и с. Салемал, дельта — между с. Салемал и мысом Ямсальский бар. При этом Панаевск расположен в дельте Оби на северном берегу протоки Янгота (в другой редакции Янгута) на удалении 92 км от принятой морской границы устьевое участка. Общая площадь дельты составляет около 3250 км², из которой примерно 40 % занимают острова.

Водный режим в пределах устьевое участка р. Оби формируется под влиянием как речного стока, так и периодических и непериодических колебаний уровня устьевое взморья. Сток речных вод Оби и его сезонные изменения являются определяющими и постоянными факторами, воздействующими на водный и русловой режим придельтового участка и района вершины дельты. По мере продвижения к устьевое взморью вследствие распластывания волны половодья влияние стока воды снижается с одновременным возрастанием роли сгонно-нагонных колебаний уровня, которые достигают максимального развития в зоне Ямсальского и Надымского баров. Лишь в период весеннего половодья в баровом районе прослеживается повышение уровня, обусловленное поступлением речных вод, однако его величина существенно меньше величины сгонов-нагонов, которая здесь может достигать 3,8–4,0 м (Антонов, Маслаева, 1965). Подпор уровня от наиболее сильных нагонов в период летне-осенней межени распространяется вверх по течению выше г. Салехарда.

Приливо-отливные колебания уровня в пределах дельты невелики по сравнению с Обской губой и затухают в районе острова Пуйко в Хаманельской Оби и несколько дальше от морского края дельты — в Надымской Оби (Антонов, 1939).

Вскрытие придельтового участка р. Оби характеризуется взломом и подвижками льда, ледоходом значительной интенсивности с продолжительностью несколько суток. На этом участке почти весь лед стаивает, не проникая в протоки дельты. В дельте половодная волна распластывается по протокам, и всплывший на фарватерах лед, занимающий незначительную часть общей площади затопления, взламывается и разносится течением по всей акватории. Продолжительность ледохода в протоках дельты и его интенсивность меньше, чем на расположенном выше по течению участке.

**Сведения о наблюдениях за уровнем (все посты) и стоком воды (только Салехард)
на стационарной гидрологической сети устьевого участка р. Оби**

Водоток–пункт	Годы наблюдений за уровнем (расходом)	Характеристика наблюдений	Отметка нуля поста
р. Обь – г. Салехард	1933– наст. время	круглогодичные	0,52 м БС-77
р. Обь – пос. Аксарка	1959–1998	круглогодичные	0,39 м БС
р. Обь – с. Салемал	1977–1994	круглогодичные	–1,50 м БС
Дельта р. Оби, пр. Янгота – с. Панаевск	1982–1990	круглогодичные с пропусками*	–2,00 м усл.
Дельта р. Оби, пр. Малая Юмба – с. Яр-Сале	1944–1993	круглогодичные	–2,46 м БС
Обская губа, морской край дельты – пост мыс Ямсальский бар (ведомственный)	1965–1984	навигационные	–3,52 м БС

Примечание: *— детализация наличия данных по уровням на посту Панаевск: 1982 г. — без периода январь–сентябрь; 1983 — полный год; 1984 — без июля; 1985, 1986 — полные; 1987 — без периода май–август; 1988 — без периода июнь–декабрь; 1989 — без периодов январь–апрель, октябрь–декабрь; 1990 — без периодов январь–апрель, ноябрь–декабрь. Также имеются отдельные пропуски на других постах, кроме Салехарда. БС — Балтийская система высот.

Осенью появление льда в дельте р. Оби по среднемноголетним данным отмечается в конце первой декады октября. Процесс ледообразования, распространяясь вверх по течению, достигает замыкающего створа у Салехарда к концу второй декады октября. Замерзание устьевого участка сопровождается незначительным по интенсивности ледоходом с образованием ряда ледяных перемычек.

Изученность расходов и уровней воды на стационарной сети наблюдений на устьевом участке р. Оби от Салехарда до выхода в Обскую губу, включая состояние наблюдений поста Панаевск, можно оценить на основе материалов наблюдений (Гидрологические ежегодники..., 1936–1999) (табл. 1).

Как следует из табл. 1, наиболее продолжительный ряд наблюдений за уровнем и стоком воды имеет Салехард, ведущий наблюдения по настоящее время. За исключением поста Ямсальский бар, расположенного на морском крае дельты, все посты проводили круглогодичные наблюдения за уровнем в основные сроки 08 и 20 часов, в период весеннего половодья велись учащенные наблюдения (02, 08, 14 и 20 ч), в зимнюю межень — сокращенные (в срок 08 ч). При этом в Панаевске учащенные наблюдения в период весеннего половодья проводились нерегулярно.

Пост в Панаевске, имеющий самый короткий ряд наблюдений среди остальных постов устьевого участка, работал с октября 1982 г. в круглогодичном режиме, однако по разным причинам имеются пропуски в наблюдениях за июль 1984 г., май–август 1987 г., с июня 1988 по апрель 1989 г., с октября 1989 по апрель 1990 г. С ноября этого же года наблюдения окончательно прекращены, несмотря на то, что пост относится к статусу «реперных». Наиболее существенным недостатком поста в Панаевске является отсутствие привязки его высотной основы к Балтийской системе высот. Более того, в официальных изданиях Водного кадастра отсутствуют какие-либо сведения о высотной основе данного поста в период его функционирования.

Качество рядов уровней воды на постах устьевого участка в отдельных случаях имеет недостатки, отмеченные в текущих изданиях Водного кадастра. Так, по посту Яр-Сале имелось нарушение однородности ряда вследствие переноса поста в 1948 г. без увязки наблюдений за уровнем с прежним постом.

По замыкающему гидроствору у Салехарда уровни и расходы, опубликованные в гидрологических ежегодниках за 1979–1991 гг., впоследствии были исправлены и опубликованы в Гидрологическом ежегоднике (1993. Т. 1. Вып. 10). Причины, по которым потребовалось вносить исправления, обусловлены недостатками в контроле состояния высотной основы поста Салехард за указанный период. Краткие пояснения, приведенные в данном ежегоднике по поводу исправления уровней и расходов, не дают полной уверенности в надежности этих данных. Отсутствуют сведения о проведении их экспертизы в научно-исследовательском учреждении-кураторе.

Кроме того, имеется информация о водном режиме проток дельты р. Оби по экспедиционным данным (Антонов, 1939; Жижанов, 1984; и др.) и лабораторному моделированию элементов водного режима (Антонов и др., 1965). Эти данные использовались для параметризации проток дельты р. Оби при гидравлических и гидродинамических расчетах (Иванов, 1968; Пискун, 1987, 2002, 2008).

Анализ изученности элементов режима показал, что определить отметку нуля поста Панаевск в Балтийской системе высот, а также высшего уровня воды весеннего половодья на устьевом участке р. Оби в районе Панаевска по данным непосредственных наблюдений на данном посту не представляется возможным. Для решения этих задач требуется использовать расчетные методы с привлечением всех имеющихся материалов, полученных на других постах устьевого участка.

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА УСТЬЕВОМ УЧАСТКЕ Р. ОБИ С ПОЗИЦИЙ ОЦЕНКИ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ И ФАКТОРОВ, ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ

На рис. 2 представлены совмещенные графики хода среднесуточного уровня воды на постах устьевого участка р. Оби Аксарка, Салемал, Панаевск и Яр-Сале по

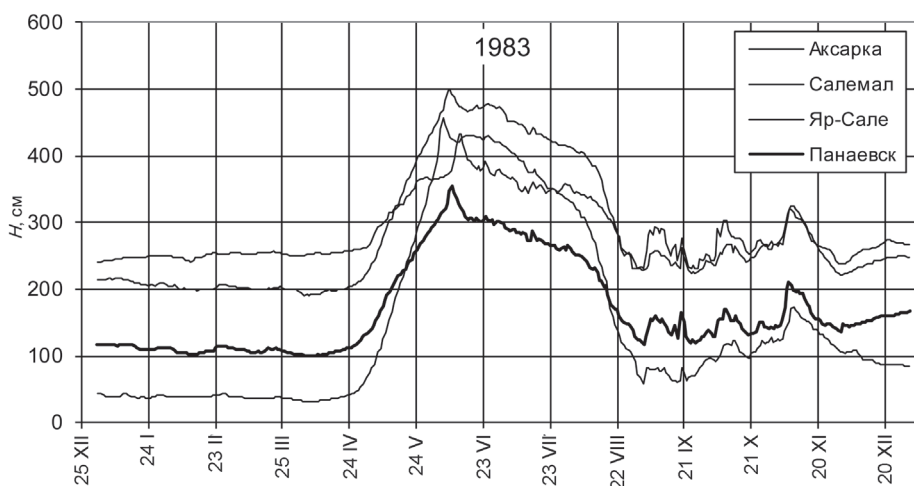


Рис. 2. Ход суточных значений уровня воды (H) на постах устьевого участка р. Оби Аксарка, Салемал, Панаевск и Яр-Сале.

данным Водного кадастра за 1983 г. Рис. 2 свидетельствует, что колебания уровня на этих постах определяются водностью реки Оби и сгонами-нагонами. Рассмотрение аналогичных графиков за другие годы, в которые велись наблюдения за уровнем в Панаевске, показало, что такая картина является типичной и для остальных лет.

Важно при этом отметить, что во всех случаях максимальный уровень весеннего половодья на постах превышает пики сгонов-нагонов летне-осенней межени. Известные случаи проникновения наиболее сильных и продолжительных сгонов-нагонов выше замыкающего створа Салехард (например, 1938 г. (Антонов, Маслаева, 1965)) относятся исключительно к периоду межени. Аналогичная картина характерна и для постов Аксарка и Салемал. Даже для поста Яр-Сале, расположенного, по сравнению с Панаевском, ближе к морскому краю дельты Оби и более сильно подверженного влиянию сгонов-нагонов, высший уровень за каждый год по всему ряду наблюдений приурочен к весеннему половодью. Отсюда следует очевидный вывод, что и для района Панаевска высший уровень связан всецело с речным стоком. Это подтверждается не только данными за кратковременный период наблюдений за уровнем на этом посту, но и данными о высшем уровне на смежных постах за значительно более длительные периоды.

Вторым важным обстоятельством применительно к задаче оценки высшего уровня в районе Панаевска является то, что в период прохождения исторического максимума уровня весеннего половодья в дельте Оби (3–9 июня 1987 г.) наблюдения за уровнем непосредственно в Панаевске не велись, однако на ближайших постах высший уровень весеннего половодья был зафиксирован.

Следующим важным моментом является то, что, несмотря на отсутствие привязки поста Панаевск к Балтийской системе высот, такая привязка имеется на остальных постах устьевого участка. На ближайших уречьях постах, по имеющимся архивным данным, привязка к Государственной высотной сети выполнена III классом нивелирования (Салемал) и IV классом (Яр-Сале).

В целом значения высшего уровня на постах по годам достаточно хорошо согласованы (рис. 3) и имеют тесную связь, которая для Панаевска наиболее высока с Салемалом (0,97) и Аксаркой (0,95), оставаясь приемлемой и с уровнем воды по посту у Салехарда (0,89).

Все перечисленные обстоятельства дают основание полагать, что имеющаяся информация наблюдательной сети позволяет оценить характеристики высшего уровня

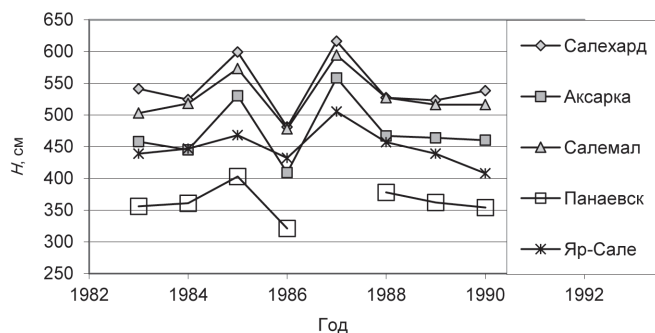


Рис. 3. Высшие значения уровня весеннего половодья на постах устьевого участка р. Оби за период наблюдений на посту Панаевск (1983–1990 гг.).

**Расчетные значения наивысшего уровня воды весеннего половодья
в районе с. Панаевска по фактически наблюдаемым высшим значениям уровня
на опорных постах устьевого участка р. Оби**

Опорный пост	Уравнение связи	r	Наблюденный высший уровень воды на опорном посту (дата)	Расчетный высший уровень в Панаевске
с. Салемал	$y = 0,8397x - 73,422$	0,97	594 (3.06.1987)	425
пос. Аксарка	$y = 0,6561x + 59,137$	0,95	558 (1.06.1987)	425
г. Салехард	$y = 0,6331x + 24,544$	0,89	643 (30.05.1979)	432

Примечание: r — коэффициент корреляции.

воды весеннего половодья в районе Панаевска на основе сопряженной обработки фактических материалов этой сети.

По материалам наблюдений непосредственно в Панаевске за период 1983–1990 гг. высший уровень весеннего половодья составил 403 см над нулем поста (11.06.1985). Однако в период прохождения наивысшего из высших значений уровня воды, зафиксированного в 1987 г. на вышерасположенных постах Салемал и Аксарка, наблюдения в Панаевске не производились. В связи с этим наивысший уровень воды в Панаевске за период наблюдений нами получен расчетом по корреляционным связям с вышележащими постами устьевого участка (табл. 2).

Как следует из табл. 2, высшее расчетное значение уровня воды в Панаевске (432 см над нулем поста) при наивысших наблюдаемых значениях уровня воды на постах устьевого участка получено по связи с Салехардом. Хотя теснота этой связи ниже, чем с остальными рассматриваемыми постами.

Для определения уровня воды заданной обеспеченности выполнена статистическая обработка имеющихся рядов высших значений уровня весеннего половодья на основе использования законов распределения. Как известно, СНИП 2.01.14-83 и последующие нормативные документы (Определение расчетных гидрологических..., 2004; Методические рекомендации..., 2005) рекомендуют для строительного проектирования использовать кривые обеспеченности Крицкого–Менкеля, допуская при этом использование и других законов. Среди них в гидрологических исследованиях наиболее распространены кривые обеспеченности, созданные на основе нормального закона распределения, Пирсона III типа, логарифмически-нормального, Гамбела, Джонсона и некоторых других (Шелутко, 1971).

Подбор оптимального закона распределения осуществлялся на основе методов и критериев, изложенных в работе (Шелутко, 1971). Полученные таким образом законы

Таблица 3

**Оптимальные законы распределения и полученные значения высшего уровня
весеннего половодья однопроцентной обеспеченности (см над нулем)
на постах устьевого участка с длительными рядами наблюдений**

Исходный пост	Закон распределения	Уровень однопроцентной обеспеченности на исходном посту (по кривой распределения)	Уровень однопроцентной обеспеченности в Панаевске (по уравнению связи)
Салехард	Джонсона	643	432
Аксарка	Пирсона III типа	581	440

распределения и высший уровень однопроцентной обеспеченности даны в табл. 3. Ввиду относительно короткого ряда наблюдений (14 лет) значения высшего уровня с. Салемал к данному анализу не привлекались.

По уровню однопроцентной обеспеченности на исходных постах, представленном в табл. 3, и на основе уравнений связи из табл. 2 получены расчетные значения высшего уровня весеннего половодья однопроцентной обеспеченности в районе с. Панаевск.

Как оказалось, представленный в табл. 3 расчетный высший уровень однопроцентной обеспеченности в Салехарде равен наивысшему из измеренных за весь период наблюдений на данном посту (30.05.1979). Таким образом, полученный прямой обработкой гидрометрических данных высший уровень весеннего половодья однопроцентной обеспеченности в Панаевске составил 432 см над нулем поста по связи с Салехардом и 440 см по связи с Аксаркой. При этом отметка высшего уровня и нуля поста Панаевск в БС остается пока неизвестной, ее получение рассмотрим далее.

ОЦЕНКА ОТМЕТОК УРОВНЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ УРОВНЯ В РАЙОНЕ ПАНАЕВСКА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОДНОМЕРНОЙ ГИДРАВЛИКИ

Для оценки отметок уровня водной поверхности в районе Панаевска обратимся к методу, основанному на ранее разработанной в ААНИИ методике гидравлического расчета сложно разветвленных дельт в зоне переменного подпора (Иванов, 1968). Эта методика, базирующаяся на законах классической гидравлики, прошла широкую практическую проверку на реальных объектах в устьях рек Оби, Пура, Таза, Енисея, Колымы и др. сибирских рек. Она рекомендована к использованию в Руководстве по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях (Руководство..., 1973).

В общем случае, в отличие от гидрометрического метода расчета уровня (по наблюдаемым данным), гидравлический метод позволяет при наличии необходимых исходных данных получать (для условий квазиустановившегося режима) высоту уровня в узлах разветвлений проток и распределение расходов воды по рукавам при различных заданных расходах воды на речной границе и отметках уровня на устьевом взморье.

Для параметризации устьевого участка р. Оби, включая ее дельту, использовались данные стационарной сети и экспедиций по расходам и уровню воды, сведения

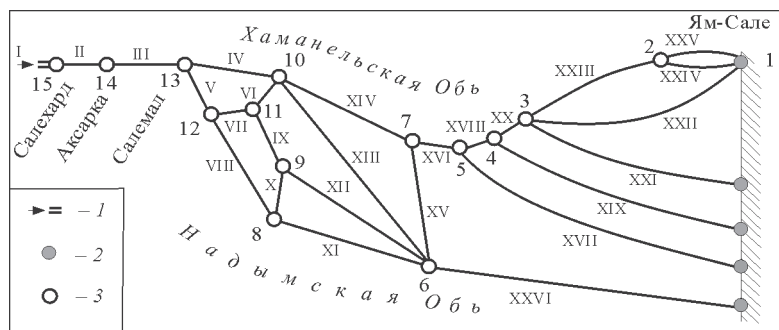


Рис. 4. Расчетная схема устьевого участка р. Оби (Пискун, 2002).

1 — рукав с заданным расходом воды у Салехарда; 2 — узлы с заданными отметками уровня воды; 3 — узлы с неизвестными отметками уровня. Римские цифры — номера участков, арабские — номера узлов. Номера узлов на схеме соответствуют пунктам: 15 — Салехард, 14 — Аксарка, 13 — Салемал, 3 — Горный Хаманель.

о высотной основе постов, гидрографические карты и материалы промеров, а также данные аэродинамического моделирования дельты (Антонов и др., 1965). Применительно к нашей задаче наиболее ценным результатом этого моделирования явилась высотная увязка основных дельтовых разветвлений в единую систему с привязкой к имеющимся на тот момент отметкам в БС опорных постов и уреза навигационных карт.

На рис. 4 ближайшим расчетным узлом к пункту Панаевск является узел 7, лежащий в месте ответвления протоки Худобинская от Хаманельской Оби.

Гидравлический расчет проводился для четырех соотношений расходов воды у Салехарда и отметки уровня воды на морском крае дельты у мыса Ям-Сале:

1 — при среднемноголетнем расходе воды у Салехарда ($Q_{\text{ср. многолетн.}} = 12600 \text{ м}^3/\text{с}$) и среднем навигационном уровне на морском крае ($Z_{\text{ср. навигац.}} = 0,02 \text{ м БС}$);

2 — при среднемноголетнем расходе воды у Салехарда ($Q_{\text{ср. многолетн.}} = 12600 \text{ м}^3/\text{с}$) и максимальном среднемесечном уровне на морском крае дельты ($Z_{\text{max}} = 0,79 \text{ м БС}$);

3 — при наибольшем среднемесечном расходе воды у Салехарда ($Q_{\text{max}} = 44900 \text{ м}^3/\text{с}$) и среднем навигационном уровне на морском крае ($Z_{\text{ср. многолетн.}} = 0,02 \text{ м БС}$);

4 — при наибольшем среднемесечном расходе воды у Салехарда ($Q_{\text{max}} = 44900 \text{ м}^3/\text{с}$), и высшем среднемесечном уровне на морском крае дельты ($Z_{\text{max}} = 0,79 \text{ м БС}$).

Результаты расчета по линии точек 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15 (см. рис. 4) для всех указанных вариантов представлены на рис. 5, а для траверза поста Панаевск (10 км выше узла 7) — дополнительно в табл. 4.

Отметим, что, при всей эффективности использования гидравлического метода для расчета распределения отметок уровней и расходов по рукавам сложноразветвленных дельт при неизвестном наполнении русла, слабым местом является трудность параметризации дельты из-за недостаточной ее изученности. В сложившихся условиях результаты гидравлических расчетов могут служить для сравнения с результатами, полученными способом передачи высотной отметки на основе обработки прямых наблюдений за уровнем воды на сети близлежащих постов.

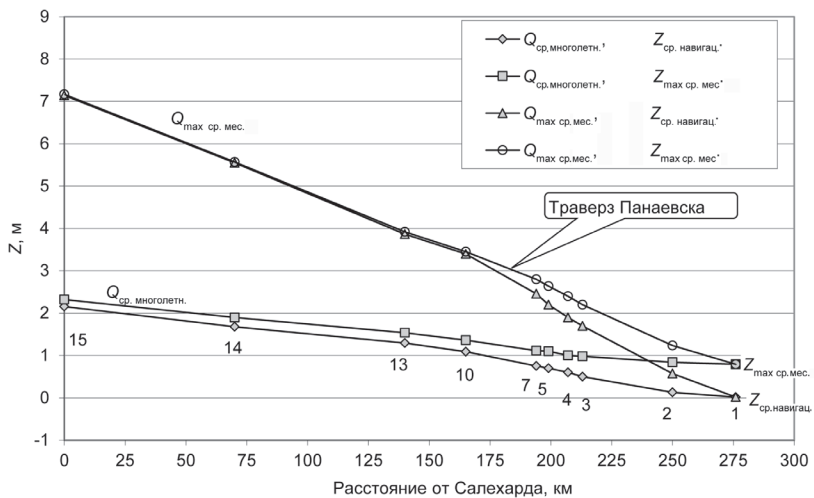


Рис. 5. Кривые свободной поверхности уровня на устьевом участке р. Оби по результатам гидравлических расчетов при заданных сочетаниях расхода воды в реке и отметки уровня на мысе Ямсальский бар (номера у точек соответствуют номерам расчетной схемы рис. 4).

Результаты гидравлических расчетов отметок уровня (Z м, БС) на траверзе Панаевска в условиях установившегося режима при различных сочетаниях расхода воды в реке и уровня на морском крае дельты Оби

Отметки уровня воды в м БС на траверзе Панаевск при граничных условиях:			
$Q_{\text{ср.}} = 12600 \text{ м}^3/\text{с},$	$Q_{\text{ср.}} = 12600 \text{ м}^3/\text{с},$	$Q_{\text{max}} = 44900 \text{ м}^3/\text{с},$	$Q_{\text{max}} = 44900 \text{ м}^3/\text{с},$
$Z_{\text{ср. навигаци.}} = 0,02 \text{ м}$	$Z_{\text{max}} = 0,79 \text{ м}$	$Z_{\text{ср. навигаци.}} = 0,02 \text{ м}$	$Z_{\text{max}} = 0,79 \text{ м}$
0,860 м	1,199 м	2,780 м	3,030 м

Наиболее надежные результаты, полученные с помощью гидравлического метода, относятся к устойчивому меженному периоду. Результаты для наибольших расходов применительно к дельте Оби не обеспечены надежной параметризацией, в связи с чем они могут служить преимущественно для качественного описания даже в условиях стационарного режима.

Переход от отметки высшего уровня при установившемся режиме, полученной для района Панаевска гидравлическим методом, к отметке уровня в условиях нестационарного режима можно осуществить, используя данные сетевых наблюдений за уровнем на других постах устьевого участка. Из результатов таких наблюдений известно, что разность между наивысшим из максимальных значений уровня и максимальным среднемесячным значением для смежных с Панаевском постов Салемал и Яр-Сале составляет 86 и 84 см соответственно. Такую величину можно в первом приближении принять в виде поправки на нестационарность к результатам гидравлических расчетов при ориентировочной оценке наивысшего из максимальных значений уровня воды у Панаевска, имея в виду, что в данном случае точность такой оценки снижается из-за упомянутой недостаточной надежности параметризации дельты при высоких горизонтах уровня.

Как следует из приведенных результатов гидравлических расчетов, отметка уровня на траверзе Панаевска в условиях установившегося движения может изменяться в зависимости от граничных условий от 0,860 м до 3,030 м (см. табл. 4). При этом, в связи с отсутствием параллельных с Панаевском наблюдений за уровнем на морском крае дельты в Ям-Сале, более точно привязать измеренные на посту Панаевск уровни к конкретному расчетному горизонту затруднительно. Тем не менее полученный расчетный диапазон отметок уровня может послужить в качестве одного из ориентиров при совместном анализе всей совокупности имеющихся данных. В данных обстоятельствах попытаемся осуществить эту привязку также на основе прямой обработки измеренных значений уровня воды, чему посвящен следующий раздел.

**АНАЛИЗ НАТУРНЫХ И РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УРОВНЯ
НА СЕТИ ПОСТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРИВЯЗКИ ПОСТА ПАНАЕВСК
К ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ ВЫСОТ РАЙОНА**

Как отмечено ранее (см. табл. 1), нуль уровенного поста Панаевск имеет условную систему высот. Приведение высоты нуля данного поста к единой системе высот района выполнено способом, который можно условно отнести к методу водного нивелирования. Для этого использованы данные наблюдений на других постах устьевого участка, имеющих привязку к единой системе. При этом, учитывая крайне малое количество полных лет наблюдений за уровнями на посту Панаевск (3 года), для указанной цели были использованы ряды средних месячных уровней за периоды совместных с Панаевском наблюдений на постах устьевого участка и сведения об отметках нулей соответствующих постов в Балтийской системе. Число членов таких

рядов составило для Салехарда, Салемала, Панаевска и Яр-Сале по 74, для Аксарки — 66. Осредненные за этот период значения уровней воды, характеризующие собой средние гидрологические условия реки, составили для поста Салехард 174 см над нулем, Аксарка 166 см, Салемал 296 см, Панаевск 181 см, Яр-Сале 292 см. Средний расход воды у Салехарда за этот период составил $12200 \text{ м}^3/\text{с}$, что мало отличается от его значения за весь период наблюдений на данном створе ($12600 \text{ м}^3/\text{с}$). По средним значениям уровня с учетом современных отметок нулей постов были получены отметки водной поверхности для постов Салехард (2,26 м), Аксарка (2,05 м), Салемал (1,46 м), Яр-Сале (0,46 м) в единой системе высот. Эти отметки легли в основу кривой водной поверхности по длине устьевго участка на отрезке Салехард – Яр-Сале, представленной на рис. 6. Кривая построена с учетом расстояний между постами, измеренных по фарватеру (в дельте Оби – по протоке Хаманельская Обь).

Отметка среднего уровня в Панаевске за весь период наблюдений на данном посту, определенная по кривой водной поверхности (рис. 6), составила 0,95 м. С учетом того, что она соответствует уровню в Панаевске 181 см над нулем, полученному осреднением за весь период наблюдений, отметка нуля поста равна $-0,86 \text{ м}$ (БС). Скобки в данном случае означают, что отметка получена расчетным способом, а не инструментальным.

Как видно, отметка среднего уровня за весь период наблюдений уровня в Панаевске (0,95 м), полученная по кривой (рис. 6), укладывается в диапазон отметок в узле 7 (см. табл. 4), полученных для условий среднемноголетнего расхода воды в реке с помощью гидравлического метода (0,860–1,199 м).

Полученная отметка нуля поста не противоречит и характеристикам кривой водной поверхности, построенной по отметкам наивысших из наблюдаемых уровней на постах данного участка (рис. 7). Выборки максимумов в последнем случае выполнены по полным рядам, которые, естественно, выходят далеко за пределы периода наблюдений в Панаевске. Отметка наивысшего уровня в Панаевске, полученная по этой кривой, которую условно можно принять за своеобразный горизонт высоких вод (ГВВ) за длительный период, получена равной 3,51 м БС, что согласуется и с наивысшими отметками, представленными в табл. 5, полученными по уровням из табл. 2 и 3. При этом на рис. 7 учтена отметка экстремального нагона на морском

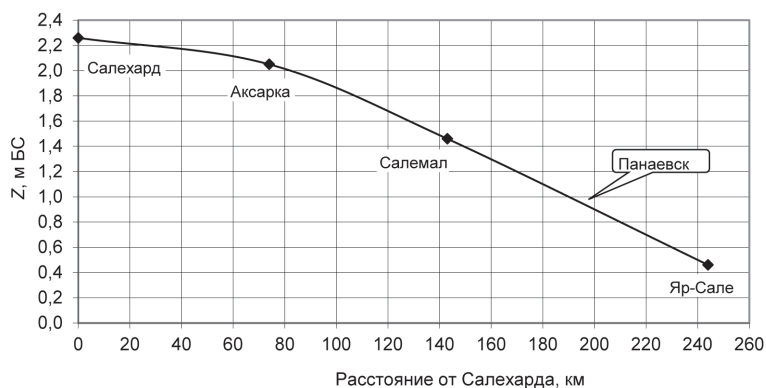


Рис. 6. Кривая водной поверхности на устьевом участке р. Оби для средних гидрологических условий за период совместных с Панаевском наблюдений на постах.

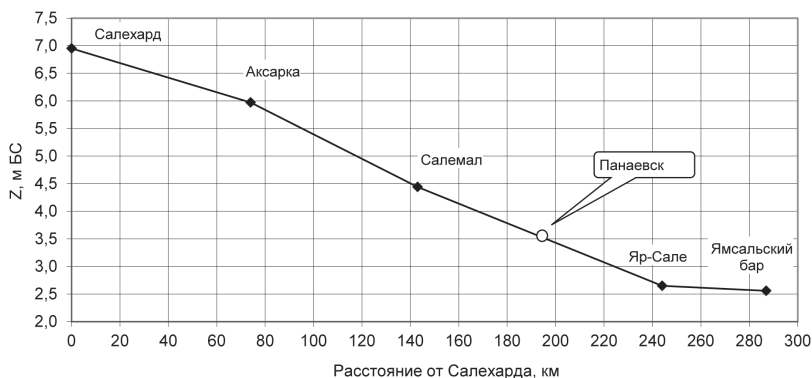


Рис. 7. Условная кривая водной поверхности (ГВВ), построенная по наивысшим из наблюдаемых максимальных значений уровня воды за весь период наблюдений на постах устьевового участка р. Оби (отметка Яр-Сале условно вынесена на Хананельскую Обь в районе Горного Хананеля).

крае дельты (м. Ям-Сале), который наблюдался 17 августа 1972 г. В период данного нагона на посту Яр-Сале, расположенном ближе к устьевому взморью, чем Панаевск, отмечен срочный уровень 478 см над нулем (отметка равна 2,32 м БС), который все

Таблица 5

Отметки максимальных уровней в Панаевске при отметке нуля поста –0,86 м (БС)

Способ получения уровня (см. табл. 2 и 3)	Уровень в Панаевске, см над нулем	Отметка уровня в Панаевске, м БС
По связи с Салемалом при высшем наблюдаемом уровне воды в Салемале	425	3,39
По связи с Аксаркой при высшем наблюдаемом уровне воды в Аксарке	425	3,39
По связи с Салехардом при высшем наблюдаемом уровне воды в Салехарде	432	3,46
По связи с Аксаркой при высшем уровне воды однопроцентной обеспеченности, полученном по теоретической кривой для Аксарки	440	3,54
По связи с Салехардом при высшем уровне воды однопроцентной обеспеченности, полученном по теоретической кривой для Салехарда	432	3,46
Наблюдаемый высший уровень в Панаевске (11.06.85)	403	3,17

же оказался ниже наблюдаемого максимума весеннего половодья данного года (503 см над нулем, 14.06.72), при наивысшем уровне за весь период наблюдений на посту Яр-Сале 511 см над нулем (7.06.1979 г., отметка равна 2,65 м БС).

Таким образом, выбирая из табл. 5 наивысшие из расчетных отметок максимального уровня, получаем, что отметка высшего наблюдаемого уровня в Панаевске, соответствующая высшему наблюдаемому уровню в Салехарде, равна 3,46 м БС, а соответствующая уровню 1%-й обеспеченности (по теоретической кривой для Аксарки и по связи уровня в Панаевске с Аксаркой) равна 3,54 м БС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный анализ всех имеющихся материалов по режиму устьевому участка р. Оби показал, что отметка нуля поста Панаевск в первом приближении может быть принята равной $-0,86$ м (БС).

При этом высота максимального уровня воды весеннего половодья обеспеченностью 1 % в районе поста Панаевск может быть принята равной 3,54 м БС. Возможность ее превышения относится к событию крайне редкой повторяемости, выходящему за пределы 1 %. Это обусловлено отсутствием заторных повышений уровня, большими поперечными размерами русла в сочетании с низкими высотами дельтовых островов и, как следствие, большой аккумулярующей способностью русловой сети дельты, приводящей к сглаживанию кратковременных экстремальных повышений нагонных уровней на морском крае.

Следует отметить, что точность полученного результата по максимальной высоте уровня воды в Панаевске в данном случае, кроме точности измерений уровня, определяется точностью привязки к единой системе высот постов, данные которых использованы для определения нуля поста Панаевск, в первую очередь Салемала и Яр-Сале. При этом ошибки нивелирования высотной основы этих постов, при наличии необходимых данных, могут быть оценены по формулам, приведенным в работе (Железняков, Данилевич, 1966) с учетом класса нивелирования.

Автор выражает благодарность В.В. Иванову за консультации и полезные советы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов В.С., Гиляров Н.П., Иванов В.В.* Экспериментальные исследования водного режима дельты р. Оби // Проблемы Арктики и Антарктики. 1965. Вып. 20. С. 23–30.
- Антонов В.С., Маслаева Н.Г.* Низовья и устье р. Оби: (Гидролого-навигационный очерк). Л.: Гидрометеиздат, 1965. 84 с.
- Антонов Н.Д.* Гидрологическая характеристика низовья р. Оби // Труды ААНИИ. 1939. Т. 128. Вып. 4. С. 27–80.
- Гидрологические ежегодники. 1936–1999 гг. Т. 6. Вып. 0–3. Т. 1. Вып. 10.
- Железняков Г.В., Данилевич Б.Б.* Точность гидрологических измерений и расчетов. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 240 с.
- Жижанов А.В.* Результаты экспедиционных гидрологических исследований устьевой области Оби в 1977–1979 гг. // Труды ААНИИ. 1984. Т. 394. С. 51–62.
- Иванов В.В.* Метод гидравлического расчета элементов водного режима в дельтах рек // Труды ААНИИ. 1968. Т. 283. С. 30–63.
- Иванов В.В.* Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей рек Арктики // Факторы и принципы физико-географического районирования полярных областей Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1974. С. 108–120.
- Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии гидрометрических наблюдений / Под ред. А.В. Рождественского. СПб.: ГГИ, 2005. 122 с.
- Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. М.: ФГУП ЦПП, 2004. 72 с.
- Пискун А.А.* Анализ водного и руслового режима дельты Оби // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 4. С. 395–404.

Пискун А.А. Методика расчета водного и руслового режима сложноразветвленных речных дельт на основе методов гидравлики и уравнения баланса наносов // Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 2 (79). С. 84–100.

Пискун А.А. Численное моделирование динамики вод в дельте Оби при сгонах-нагонах // Водные ресурсы. 1987. № 5. С. 129–135.

Руководство по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. М.: Гидрометеоиздат, 1973. 535 с.

Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 239 с.

A.A. PISKUN

THE HIGHEST WATER LEVEL ASSESSMENT OF THE SPRING FLOOD IN PANAEVSK (DELTA R. OB) AREA

The methods and results of determining the highest water level and zero mark of Panaevsk station (at the Ob river delta) are presented. Were used observations of water levels at stations of Aksarka, Salemal, Salekhard, Panaevsk, Yamsalski bar, Yar-Sale, and also the water discharges of Ob river near Salekhard. It was found that zero mark of Panaevsk station in the first approximation can be taken equal -0.86 m (BS) and the height of maximum water level spring flood with probability 1 % is equal 3.54 m (BS). The obtained results are of interest to users by regime data at planning, building and exploitation of economic objects in the Panaevsk station area. They can also be used in the course of Water cadastre business.

Keywords: water level, level datum, the highest level assessment of spring flood with 1 % probability in Panaevsk.