УДК 556.535.2 (582.256.26) (282.256.1) Поступила 4 октября 2017 г.

# О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНИХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ПРИ СОКРАЩЕНИИ СРОКОВ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПОСТАХ ОБСКОЙ И ТАЗОВСКОЙ ГУБ

*А.А. ПИСКУН*

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

Выполнено сравнение характеристик уровня воды, вычисленных для ежечасных, 4-срочных и 2-срочных наблюдений на постах Ямсальский бар, Новый Порт, Сеяха, Тамбей, Дровяная, Антипаюта. Представлены расхождения (разности) между ежечасными и 4-срочными, ежечасными и 2-срочными наблюдениями для среднесуточных, среднемесячных, среднегодовых и экстремальных уровней. Показано, что наибольшие расхождения между ежечасными и 4-срочными наблюдениями при определении среднесуточных уровней достигают 8–33 см, среднемесячных — 1–3 см, среднегодовых — близки к нулю, экстремальных — 32–78 см. Наибольшие расхождения между ежечасными и 2-срочными данными при определении среднесуточных уровней достигают 21–96 см, среднемесячных — 4–27 см, среднегодовых— 2–3 см, экстремальных — 60–177 см.

*Ключевые слова:* уровень воды, Обская и Тазовская губы, расхождения между данными наблюдений различной дискретности для средних и экстремальных уровней.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о точности определения характеристик уровня воды в зависимости от дискретности наблюдений неизменно возникает при формировании рядов наблюдений за уровнем. Однородность таких рядов определяется качеством данных и является одним из основных условий получения достоверных характеристик режима уровней для проектирования и строительства, развернутого в последние годы в Обско-Тазовском регионе.

Вопросы качества уровенных данных на постах Обской и Тазовской губ освещены в ряде публикаций (Пискун, 2004, 2010; Войнов, Пискун, 2015; Войнов, 2016). В них рассмотрена репрезентативность многолетних наблюдений за уровнем воды на постах, определены основные причины и периоды ее возможного нарушения (Пискун, 2004, 2010). Отмечены типичные недостатки уровенных постов по их местоположению. Посты Новый Порт, Каменный, Тамбей расположены у отмелых берегов, где имеются подвижные песчаные косы. При сильных сгонных ветрах уровнемерные устройства этих постов иногда могут обсыхать, что приводит к перерывам в регистрации уровня. В низовьях и устьях небольших рек местного водосбора Обской и Тазовской губ на расстоянии от сотен метров до нескольких километров от их впадения в губу находятся посты им. 60-летия ВЛКСМ, Сеяха, Тадибеяха, Ямбург, Антипаюта. Для них в сезон половодья за счет местного стока ход уровня на посту может существенно отличаться от уровня в губе.

Качество данных наблюдений за уровнями воды, кроме полноты рядов, определяется также состоянием высотной основы постов, регулярностью контроля высотного положения реперов и уровнемерных устройств. Установлено, что за период с 1977 по 2005 г. количество контрольных нивелировок высотной основы на станциях Новый Порт, Сеяха, Тадибеяха, Антипаюта не превышает 7–8, а на остальных — и менее того (Пискун, 2010). Нивелировки высотной сети реперов наиболее часто выполнялись преимущественно в период 1977–1988 гг., хотя и они не отличались необходимой регулярностью.

К настоящему времени ежегодные данные наблюдений за уровнем на постах Обской и Тазовской губ опубликованы по 1989 г. Однако эти ряды не являются однородными. Причина кроется в том, что переход уровенных постов в 1980-е гг. к единому нулю (–5,00 м) был проведен с опережением перевода отметок нулей постов в БС-77. В дальнейшем очередное нарушение однородности для постов Антипаюта и Сеяха было вызвано отказом от системы единого нуля и переходом от ежечасных и 4-срочных наблюдений к 2-срочным. Все это привело к необходимости неоднократного пересчета уровней для приведения рядов к однородному виду, для чего были определены соответствующие поправки (Пискун, 2010) по отношению к опубликованным материалам Водного кадастра.

Г.Н. Войнов на основе применения гармонического анализа приливов по версии ААНИИ с помощью авторских компьютерных программ обработки и анализа данных ежечасных и срочных уровней выполнил оценку качества данных исходных наблюдений на всех станциях Обской и Тазовской губ, произвел коррекцию материалов и приведение временных рядов к однородным массивам (Войнов, Пискун, 2015; Войнов, 2016). Благодаря этому он получил принципиально новые результаты по приливным явлениям рассматриваемой акватории.

Перечисленные работы не затрагивали количественных оценок погрешностей, возникающих из-за изменения дискретности наблюдений за уровнем воды, которое имело место на отдельных стационарных постах Обской и Тазовской губ. Примеры исследования данного вопроса по отношению к уровенным наблюдениям в Обской и Тазовской губах на сегодняшний день отсутствуют.

Это обусловило задачу данной работы — оценить различия в значениях средних суточных, месячных, годовых уровней и наблюденных экстремальных уровней, вычисленных при разном числе сроков наблюдений на стационарных постах Обской и Тазовской губ, на которых изменялась дискретность наблюдений от ежечасных к 4- и 2-срочным.

## ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ

Из всех постов Обской и Тазовской губ (рис. 1) к исследованиям были привлечены материалы наблюдений за уровнем воды на стационарных постах Гидрометслужбы Антипаюта, Новый Порт, Сеяха и Ямсальский бар (табл. 1). Именно на этих постах происходили изменения дискретности наблюдений от ежечасных или 4-срочных до 2-срочных. Кроме того были использованы данные ежечасных наблюдений у мыса Ям-Сале (1938 г.) и Новый Порт (1939 г.), выполненных Омским территориальным управлением ГУСМП (ОТУ), а также Салехардским техническим участком Иртышского бассейнового управления пути (СТУИБУП) в период 1941–1960 гг. (табл. 2). Подробное описание методики наблюдений у м. Ям-Сале за эти годы приведено в работе (Войнов, Пискун, 2016), поэтому здесь на данном вопросе не останавливаемся.

Рис. 1. Схема расположения стационарных уровенных постов в Обской и Тазовской губах.

*Таблица 1*

**Сведения об изученности уровней воды и дискретности наблюдений на стационарных постах Обской и Тазовской губ, рассмотренных в настоящей работе**

| Пост | Годы наблюдений за уровнем | Характер наблюдений | Дискретность наблюдений |
|---|---|---|---|
| Ямсальский бар | 1965, 1967 | навигационные | многосрочные, без системы |
| | 1966, 1968–1976, 1978–1980 | навигационные | 4-срочные |
| | 1977, 1981–1984; в 1984 г. закрыт | навигационные | 2-срочные |
| Новый Порт | 1944–1965, 1967, 1968, 1970–1976 | навигационные | 2-срочные |
| | С 1978 г. — действующий | круглогодичные | 4-срочные; 1.04–30.09.1979 ежечасные |
| Сеяха | 1967–1972, 1974–1976, 1979–1980, 1986–1993 | круглогодичные | 4-срочные |
| | 1977, 1978, 1981–1985 | круглогодичные | ежечасные |
| | С 2000 — действующий | круглогодичные | 2-срочные |

*Окончание табл. 1*

| Пост | Годы наблюдений за уровнем | Характер наблюдений | Дискретность наблюдений |
|---|---|---|---|
| Антипаюта | 1965–31.03.1988 | круглогодичные | 4-срочные; 16.07–29.09.1968 и 1.07–15.10.1969, 1981–1987, 1.01–31.03.1988 ежечасные |
| | С 1.04.1988 — действующая | круглогодичные | 2-срочные |
| Тамбей | 1976–1994, С 2006 г. — законсервирован | круглогодичные с перерывами | 4-срочные |
| п/ст Дровяная | 1952–1962 | навигационные | 4-срочные |

Дополнительно к перечисленным наблюдениям на временных постах Обской губы были привлечены данные ежечасных наблюдений ОТУ в пунктах м. Дровяной и Тамбей в навигационный период 1938 г. Впоследствии в этих пунктах были организованы постоянные 4-срочные уровенные наблюдения (п/ст Дровяная с 1952 по 1962 г., Тамбей с 1976 по 1994 г., 2006 г.; в настоящее время пост законсервирован). Хотя на постах Тамбей и Дровяная к 2-срочным наблюдениям за уровнем не переходили, в методических целях сравнительные оценки ежечасных данных с 4-срочными и 2-срочными за 1938 г. с были выполнены и для этих постов, которые в тот период, наряду с Ямсальским баром и Новым Портом, были охвачены серией одновременных ежечасных наблюдений. С тех пор ежечасных наблюдений одновременно на нескольких постах Обской губы, к сожалению, не проводилось.

Данные табл. 1 подтверждают целесообразность оценки влияния дискретности наблюдений за уровнем на его характеристики на постах Обской и Тазовской губ. Как показывает табл. 1, из 20 лет, в которые велись навигационные наблюдения за уровнем на стационарном посту Ямсальский бар, в начальный период они были многосрочными без определенной системы, затем, в течение 13 летних сезонов, проводились 4-срочные наблюдения и на конечном этапе — 2-срочные.

В Новом Порту наблюдения за уровнем начались в 1944 г. как 2-срочные и продолжались с такой дискретностью по 1976 г., охватив 31 навигационный период. После чего стали круглогодичными и 4-срочными. Имеется также полугодовая серия ежечасных наблюдений в 1979 г.

На постах Сеяха и Антипаюта сложилась ситуация с дискретностью наблюдений, качественно схожая с той, что отмечена для Ямсальского бара. Т.е. произошла деградация сроков наблюдений от изначальных 4-срочных до 2-срочных. В Антипаюте это произошло с 1.04.1988 г., в Сеяхе — с 1.10.1994 г.

В табл. 2 приведены сведения о ежечасных наблюдениях, которые были использованы для дальнейшего анализа. Среди них наибольшей полнотой отличаются посты Сеяха и Антипаюта, по которым имеются данные круглогодичных ежечасных уровней за 7 лет. По посту Антипаюта, кроме того, имеются две серии ежечасных наблюдений по 2–3 месяца в 1968 и 1969 гг. По остальным постам ежечасные уровни представлены сериями по несколько месяцев в году. По посту Ямсальский бар это летне-осенний период, по Новому Порту частично охвачен весенний период со льдом (1979 г.).

В методическом плане для решения нашей задачи наиболее близка работа (Иванов, Кондратьева, 1970), в которой рассмотрен вопрос точности определения среднего

*Таблица 2*

**Сведения о ежечасных уровнях, использованных в настоящей работе**

| Пост | Период наблюдений | Ведомственная принадлежность |
|---|---|---|
| Ямсальский бар | 6.06–30.09.1938 | ОТУ |
| | 9.07–29.09.1941 | СТУИБУП |
| | 1.08–13.10.1944 | СТУИБУП |
| | 11.07–7.10.1945 | СТУИБУП |
| | 18.07–4.10.1946 | СТУИБУП |
| | 24.07–10.10.1947 | СТУИБУП |
| | 22.06–15.10.1955 | СТУИБУП |
| | 5.07–7.10.1956 | СТУИБУП |
| | 26.06–7.10.1960 | СТУИБУП |
| Новый Порт | 2.07–17.08.1938 | ОТУ |
| | 1.07–25.09.1939 | ОТУ |
| | 1.04–30.09.1979 | Гидрометслужба |
| Сеяха | 1977, 1978, 1981–1985 | Гидрометслужба |
| Тамбей | 19.07–17.09.1938 | ОТУ |
| м. Дровяной | 19.07–19.09.1938 | ОТУ |
| Антипаюта | 16.07–29.09.1968 | Гидрометслужба |
| | 1.07–15.10.1969 | Гидрометслужба |
| | 1981–1987, 1.01–31.03.1988 | Гидрометслужба |

уровня моря при разных сроках наблюдений применительно к морским береговым станциям на материалах ежечасных наблюдений за 1961–1967 гг. по 43 стационарным постам Гидрометслужбы. Среди них по Карскому морю представлен единственный пост Диксон, расположенный сравнительно недалеко от рассматриваемого нами региона, с длиной ряда ежечасных уровней 5 лет. При этом оценивалась погрешность среднесуточного и среднемесячного уровня.

Методика обработки данных в нашей работе заключалась в следующем. За действительные величины уровней, принятых в качестве своеобразных эталонов, взяты значения, полученные из ежечасных наблюдений. С этими значениями сравнивались величины соответствующих характеристик, полученные при 4- и 2-срочных наблюдениях в сутки. При этом, в зависимости от наличия исходных ежечасных данных, оценки выполнялись для характеристик, полученных по среднесуточным уровням, наблюденным экстремумам и среднемесячным (для постов, не охваченных круглогодичными наблюдениями), а также по среднегодовым (для постов Сеяха и Антипаюта).

Сравнение характеристик в виде разностей (расхождений) между ежечасными и срочными уровнями позволило использовать данные наблюдений за ряд лет, даже если они не увязаны в единую систему высот; достаточно, чтобы сохранялась их однородность в пределах одного года (сезона).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Как уже было отмечено, однородность рядов уровней по постам Антипаюта и Сеяха была нарушена при отказе от системы ЕНП и переходе их на речную программу, предусматривающую 2 срока наблюдений в сутки. Двухсрочные наблюдения практиковались также на постах Новый Порт и Ямсальский бар (см. табл. 2). Насколько это решение способно повлиять на характеристики среднесуточных и экстремальных

*Таблица 3*

**Наибольшие расхождения (см) в значениях среднесуточных и экстремальных в течение суток уровней, вычисленных по 4-х и 2-срочным данным относительно ежечасных**

| Сравниваемые значения уровня | Характеристика уровня | | |
|---|---|---|---|
| | Среднесуточный | Максимальный наблюденный | Минимальный наблюденный |
| Ямсальский бар<br>6.06–30.09.1938, 9.07–29.09.1941, 1.08–13.10.1944, 11.07–7.10.1945, 18.07–4.10.1946, 24.07–10.10.1947, 22.06–15.10.1955, 5.07–7.10.1956, 26.06–7.10.1960 гг. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 33/–15 | 64 | –58 |
| Ежечасные и 2-срочные | 31/–35 | 115 | –111 |
| Новый Порт<br>2.07–17.08.1938, 1.07–25.09.1939, 1.04–30.09.1979 гг. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 7/–14 | 32 | –41 |
| Ежечасные и 2-срочные | 29/–27 | 44 | –71 |
| Сеяха<br>1977, 1978, 1981–1985 гг. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 12/–11 | 47 | –45 |
| Ежечасные и 2-срочные | 49/–36 | 101 | –94 |
| Тамбей<br>20.07 – 17.09.1938 г. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 11/–8 | 68 | –60 |
| Ежечасные и 2-срочные | 45/–61 | 98 | –128 |
| м. Дровяной<br>20.07 – 19.09.1938 г. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 11/–13 | 71 | –78 |
| Ежечасные и 2-срочные | 96/–60 | 177 | –91 |
| Антипаюта<br>16.07–29.09.1968, 1.07–15.10.1969, 1981–1987, 1.01–31.03.1988 гг. | | | |
| Ежечасные и 4-срочные | 8/–8 | 42 | –56 |
| Ежечасные и 2-срочные | 18/–21 | 60 | –92 |

*Примечание.* В числителе наибольшие положительные расхождения, в знаменателе — отрицательные.

уровней, видно на примере расчетов, выполненных по круглогодичным данным за 1977–1978, 1980–1985 гг. для поста Сеяха (табл. 3, рис. 2–4) и за 1981–1987 гг. для поста Антипаюта, а также по данным за летне-осенний период разных лет для постов Новый Порт, Ямсальский бар, Антипаюта, м. Дровяной и Тамбей (табл. 3).

Таблица 3 свидетельствует, что наибольшие расхождения между значениями *среднесуточных* уровней, вычисленных по ежечасным и полученным из них 4-срочным данным, за рассматриваемый период составили по абсолютной величине для поста Дровяной — 13 см, Тамбей — 11 см, Сеяха — 12 см, Новый Порт — 14 см, Ямсальский бар — 33 см, Антипаюта — 8 см.

Примерно в 2–4 раза выше оказались абсолютные наибольшие расхождения между значениями среднесуточных уровней, вычисленных по ежечасным и полученным из них 2-срочным данным, для постов Сеяха (49 см), Новый Порт (29 см), Антипаюта (21 см). Для поста Ямсальский бар оно составило 35 см, т.е. незначительно выше того, что отмечалось между ежечасными и 4-срочными. Из всех постов самые

Рис. 2. Ежедневные разности среднесуточных (*а*), максимальных (*б*) и минимальных (*в*) значений уровня для Сеяхи за 1981 г., вычисленных по исходным ежечасным и выборочным рядам по различным срокам наблюдений: ряд *1* — между ежечасными и 4-срочными, ряд *2* — между ежечасными и 2-срочными данными.

высокие расхождения (в 5–7 раз) отмечены по данным 1938 г. для северной части Обской губы: м. Дровяной — 96 см, Тамбей — 61 см. Знаки наибольших расхождений при этом оказались положительными для Дровяного, Сеяхи и Нового Порта, отрицательными для Ямсальского бара, Тамбея и Антипаюты.

Материалы круглогодичных наблюдений на посту Сеяха позволяют проследить в течение года изменчивость расхождений между среднесуточными уровнями, полученными по ежечасным и срочным данным. Из рис. 2*а* на примере 1981 г. видно, что наибольшие разности приурочены, как и следовало ожидать, к периоду открытого русла, когда колебания уровня наиболее развиты. В период март–май 1981 г. расхождения не превышали 6 см.

Качественно похожая картина по среднесуточным уровням поста Сеяха отмечается и для остальных рассмотренных лет (рис. 3). Наибольшие за календарный год положительные разности между ежечасными и 4-срочными наблюдениями по Сеяхе за 1977–1978, 1981–1985 гг. находятся в диапазоне 8–12 см, между ежечасными и 2-срочными — в диапазоне 31–49 см. Наибольшие за календарный год отрицательные разности между ежечасными и 4-срочными данными по абсолютной величине лежат в диапазоне 6–11 см, между ежечасными и 2-срочными — в диапазоне 27–36 см. Наибольшие в течение месяца положительные и отрицательные расхождения среднесуточных уровней, вычисленные между ежечасными и 4-срочными, ежечасными и 2-срочными, во всех случаях приурочены к летне-осеннему периоду. Аналогичная картина во внутригодовом распределении рассматриваемых разностей отмечается и для Антипаюты по данным круглогодичных наблюдений за 1977, 1978, 1981–1985 гг. (рис. 4).

Рис. 3. Наибольшие в течение месяца положительные и отрицательные расхождения ($\Delta H$) среднесуточных уровней, вычисленные между ежечасными и 4-срочными (ряды 1, 3), ежечасными и 2-срочными (ряды 2, 4) данными поста Сеяха за 1977–1978, 1981–1985 гг.

Рис. 4. Наибольшие в течение месяца положительные и отрицательные расхождения ($\Delta H$) среднесуточных уровней, вычисленные между ежечасными и 4-срочными (ряды 1, 3), ежечасными и 2-срочными (ряды 2, 4) данными поста Антипаюта за 1977, 1978, 1981–85 гг.

Таким образом, мы получили количественные оценки расхождений в значениях среднесуточных уровней, вычисленных по 4-срочным и 2-срочным данным относительно ежечасных для постов Обской и Тазовской губ. Как видно, эти расхождения весьма значительны и с ними следует считаться при формировании однородных рядов среднесуточных уровней.

Еще более существенные расхождения относительно ежечасных данных отмечаются при выборке *экстремальных* уровней по 4-срочным и 2-срочным значениям. Для поста Сеяха наибольшие расхождения приурочены к максимальным уровням и соответственно достигают 47 см (август 1984 г.) для 4-срочных наблюдений и 101 см (сентябрь 1984 г.) для 2-срочных (см. табл. 3).

Рис. 5. Помесячные выборки наибольших разностей (Δ*H*) экстремальных уровней, наблюдавшихся в течение суток, между ежечасными и 4-срочными (ряд 1 — максимальными, ряд 3 — минимальными), между ежечасными и 2-срочными (ряд 2 — максимальными, ряд 4 — минимальными) уровнями Сеяхи за 1981 г.

Как видно из рис. 5, включающего годовую серию наблюдений по Сеяхе, для экстремальных уровней, как и для среднесуточных, наиболее существенные разности между ежечасными и 4-срочными, ежечасными и 2-срочными данными приурочены к летне-осеннему периоду, когда внутрисуточная изменчивость уровня наиболее развита. Это позволяет считать, что привлеченные к анализу данные остальных постов (см. табл. 2) являются репрезентативными для оценки наибольших расхождений в значениях уровня, вычисленных между ежечасными и срочными наблюдениями, поскольку эти данные охватывают именно летне-осенний период.

Для поста Антипаюта по сравнению с Сеяхой соответствующие наибольшие разности относятся к минимальным уровням. Из всего ряда наблюдений они оказались по абсолютной величине несколько больше, чем в Сеяхе, между ежечасными и 4-срочными (56 см) и меньше между ежечасными и 2-срочными (92 см) (табл. 3, рис. 6).

В южной части Обской губы для Нового Порта наибольшие разности между экстремальными ежечасными и 4-срочными наблюденными уровнями составили по абсолютной величине 41 см, ежечасными и 2-срочными — 84 см. Пост Ямсальский бар отличается от Нового Порта более высокими значениями расхождений между наблюденными экстремальными уровнями, вычисленными по ежечасным, 4-срочным и 2-срочным данным. Так, для ежечасных и 4-срочных данных наибольшие разности максимальных наблюденных уровней составили 64 см (1945 г.), минимальных —

Рис. 6. Наибольшие расхождения (Δ*H*, см) в экстремальных уровнях, вычисленные между ежечасными и 4-срочными, ежечасными и 2-срочными значениями

–58 см (1960 г.) (рис. 6). Для ежечасных и 2-срочных соответствующие разности оказались равными 115 см (1944 г.) и –111 см (1938 г.).

Посты Дровяной и Тамбей выделяются наиболее высокими значениями расхождений между экстремальными уровнями, вычисленными для различной дискретности наблюдений по данным за 1938 г. Так, между ежечасными и 4-срочными данными наибольшие разности максимальных и минимальных уровней, наблюденных в Дровяном в течение суток, составили 71 и –78 см соответственно. Для ежечасных и 2-срочных максимальных уровней самая большая разность в Дровяном составила 177 см (рис. 6). По посту Тамбей наибольшая разность между ежечасными и 2-срочными данными для максимальных уровней составила 98 см, для минимальных — 128 см.

С увеличением периода осреднения до месяца расхождение в результатах для 4- и 2-срочных данных в сравнении с ежечасными уменьшается. Для среднемесячных значений они составляют для поста Сеяха от 1 см (между ежечасными и 4-срочными значениями) до 7 см (между ежечасными и 2-срочными) (рис. 7). Отмечается наличие сезонного хода указанных расхождений. Наибольшие разности приходятся на период август – сентябрь, наименьшие — на период ледостава.

Рис. 7. Разности ($\Delta H$) среднемесячных уровней, вычисленных по ежечасным и 4-срочным (ряд 1), ежечасным и 2-срочным (ряд 2) наблюдениям на посту Сеяха за 1977–1978, 1981–1985 гг.

В южной и северной частях Обской губы разности среднемесячных уровней, вычисленных по ежечасным и 4-срочным наблюдениям, близки между собой и составляют по абсолютной величине для поста Ямсальский бар 3 см, Новый Порт, Тамбей и Дровяной — по 1 см.

Между ежечасными и 2-срочными наблюдениями наибольшие разности среднемесячных уровней оказались равными для Ямсальского бара 4 см, Нового Порта и Сеяхи 7 см. Для Тамбея и Дровяного по данным за один календарный месяц ежечасных наблюдений (август 1938 г.) разности оказались равными соответственно 8 и 27 см. Т.е. для 2-срочных данных самая большая разность получена для северной части Обской губы.

В Тазовской губе для поста Антипаюта наибольшие разности среднемесячных уровней, вычисленных по ежечасным и 4-срочным наблюдениям, по абсолютной величине не превышают 1 см. Между ежечасными и 2-срочными такая разность достигает 6 см.

При увеличении временного масштаба осреднения уровней *до года* разница между уровнями, полученными по ежечасным и 4-срочным данным, приближается к нулю, а между ежечасными и 2-срочными — к 2–3 см. Подчеркнем, что такие оценки для годового цикла наблюдений получены по данным постов Сеяха и Антипаюта за 7 лет.

*Таблица 4*

**Повторяемость разностей между 4-срочными и 2-срочными уровнями относительно ежечасных для среднесуточных и экстремальных значений**

| Пост | Многолетний размах колебаний уровня, м* | Число членов ряда | Число сроков наблюдений | Наиболее часто повторяющаяся разность, см (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | для среднесуточных уровней | для максимальных уровней | для минимальных уровней |
| Ямсальский бар | 4,24 | 798 | 4 | 2 (22,7) | 0 (30,2) | 0 (28,2) |
| | | | 2 | 6 (7,5) | 0 (15,1) | 0 (31,1) |
| Новый Порт | 3,72 | 132 | 4 | 1 (22,7) | 0 (25,0) | 0 (26,5) |
| | | | 2 | 5 (7,6); 15 (7,6) | 0 (19,7) | 0 (12,9) |
| Сеяха | 2,28 | 2556 | 4 | 0 (42,1) | 0 (24,0) | 0 (26,2) |
| | | | 2 | 2 (11,1) | 0 (8,3) | 0 (13,7) |
| Тамбей | 2,54 | 60 | 4 | 4 (20,0) | 0 (18,3) | 0 (11,7) |
| | | | 2 | 45 (8,3) | 0 (10,0) | 0 (16,7) |
| Дровяной | 2,65 | 62 | 4 | 2 (22,6) | 0 (11,3) | 0 (21,0) |
| | | | 2 | 75 (4,8) | 0 (6,4) | 0 (12,9) |
| Антипаюта | 4,38 | 2829 | 4 | 1 (72,1) | 0 (26,6) | 0 (29,0) |
| | | | 2 | 2 (21,7) | 0 (14,7) | 1 (11,5) |

*Примечание.* * — размах колебаний уровня указан по данным стационарных наблюдений за периоды, в которые наблюдения можно считать однородными.

Рис. 8. Повторяемость (%) отличных от нуля разностей для среднесуточных и экстремальных уровней: *а*) между 4-срочными и ежечасными, *б*) между 2-срочными и ежечасными данными.

Приведенные выше оценки характеризуют значения *наибольших* разностей (расхождений, погрешностей) уровня, которые могут иметь место при сокращении числа сроков наблюдений в сутки до 4-х и 2-х в сравнении с ежечасными данными. Разумеется, наибольшие разности относятся к событиям редкой повторяемости.

Перейдем к рассмотрению *повторяемости* тех или иных разностей. Интервал разбиения их для оценки повторяемости принимался равным 1 см. Результаты обработки данных представлены в табл. 4 и на рис. 8 и 9.

Как следует из табл. 4, для *среднесуточных* уровней наиболее часто повторяющиеся разности между ежечасными и 4-срочными наблюдениями находятся в пределах от 0 до 4 см. Наибольшие значения повторяемости разностей между ежечасными и 4-срочными данными составили в Обской губе 42,1 % для Сеяхи (при нулевом расхождении, т.е. совпадении результатов ежечасных и 4-срочных наблюдений), в Тазовской губе — 72,1 % для Антипаюты (при расхождении 1 см).

Между ежечасными и 2-срочными наблюдениями для среднесуточных уровней чаще всего отмечались разности от 2 см (Сеяха, 11,1 % случаев, Антипаюта, 21,7 % случаев) до 75 см (Дровяной, 4,8 % случаев).

Для *экстремальных* уровней характерно наиболее частое совпадение результатов 4- и 2-срочных наблюдений с ежечасными, о чем свидетельствуют нулевые расхождения в табл. 4. В процентном отношении число совпадений для максимальных уровней находится в пределах от 11,3 до 30,2 % между ежечасными и 4-срочными

Рис. 9. Кривые повторяемости разностей максимального уровня, полученных между ежечасными и 4-срочными (*а*, *б*), ежечасными и 2-срочными наблюдениями (*в*, *г*).

наблюдениями и от 6,4 до 19,7 % между ежечасными и 2-срочными. Число совпадений для минимальных уровней находится в пределах от 11,7 до 29 % между ежечасными и 4-срочными наблюдениями и от 11,5 до 31,1 % между ежечасными и 2-срочными.

Таким образом, из приведенных сведений следует, что, несмотря на наличие большого числа совпадений в данных, полученных из ежечасных и срочных наблюдений (табл. 4), все же в преобладающем большинстве случаев отмечаются значимые расхождения в этих данных при различной дискретности наблюдений (рис. 8). Повторяемость расхождений, отличных от нуля, составляет от 57,9 до 100 % для разностей между ежечасными и 4-срочными и от 68,9 до 99,6 % между ежечасными и 2-срочными.

Рис. 9, на котором представлены кривые повторяемости разностей максимального уровня, наглядно отражает характер проявления разностей по всему диапазону их значений.

Как следует из рис. 9*а* и 9*в*, для постов, обеспеченных данными наблюдений за навигационный период, характерны близкие значения повторяемости по всему диапазону разностей между ежечасными и 4-срочными, ежечасными и 2-срочными наблюдениями. За исключением диапазона разностей от 0 до 5 см для постов Ямсальский бар и Новый Порт, для которых в этом диапазоне отмечается выраженный пик повторяемости.

Для постов, по которым имеются круглогодичные наблюдения (Сеяха и Антипаюта), отмечается постепенное возрастание повторяемости разностей по мере снижения их величины.

Качественно похожая картина повторяемости разностей отмечается и для минимальных уровней.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований оценены расхождения в средних суточных, месячных, годовых, а также экстремальных уровнях, полученных при различной дискретности наблюдений в сутки (ежечасные, 4- и 2-срочные) на стационарных постах Обской и Тазовской губ.

Установлено, что при переходе от ежечасных наблюдений к 4-срочным наибольшие разности в определении *среднесуточных* уровней на постах достигают 8–33 см. Уменьшение числа наблюдений до двух сроков в сутки приводит к возрастанию наибольших разностей до 21–96 см. При этом наиболее часто повторяющиеся разности между ежечасными и 4-срочными наблюдениями находятся в диапазоне от 0 до 4 см, между ежечасными и 2-срочными наблюдениями — от 2 до 75 см.

Наибольшие разности *экстремальных* уровней, полученные между ежечасными и сокращенными наблюдениями, достигают 32–78 см для 4-срочных и 60–177 см для 2-срочных.

В целом как для среднесуточных, так и для экстремальных уровней повторяемость разностей между ежечасными и 4-срочными наблюдениями (при значениях этих разностей от 1 см и выше) составляет от 57,9 до 100 %, а между ежечасными и 2-срочными наблюдениями — от 68,9 до 99,6 %

С увеличением периода осреднения *до месяца* расхождения в результатах для 4- и 2-срочных данных в сравнении с ежечасными уменьшаются. Для среднемесячных значений уровня расхождения составляют по абсолютной величине от 1 до 3 см при 4-срочных наблюдениях и от 4 до 27 см при 2-срочных.

При увеличении временного масштаба осреднения уровней до года разница между уровнями, полученными по ежечасным и 4-срочным данным, приближается к нулю, а между ежечасными и 2-срочными – к 2–3 см.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что одним из важнейших условий для получения надежных данных по уровням на сети станций и постов Обской и Тазовской губ является, наряду с прочими показателями гарантии качества данных, обеспечение ежечасных наблюдений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Войнов Г.Н., Пискун А.А.* Оценка приливов в Новом Порту (Обская губа) по наблюдениям за уровнем за период 1977–2012 гг. // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. № 3 (105). С. 51–65.

*Войнов Г.Н.* Приливы в Обской губе (Карское море). 1. Общая характеристика приливов // Ученые записки РГГМУ. 2016. № 44. С. 70–95.

*Войнов Г.Н., Пискун А.А.* Приливные и сгонно-нагонные колебания уровня у мыса Ям-Сале (Обская губа) // Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 4 (110). С. 51–66.

*Иванов Г.С., Кондратьева В.И.* О точности определения среднего уровня моря // Тр. ГОИН. 1970. Вып. 99. С. 59–67.

*Пискун А.А.* Качество многолетних данных по уровням на стационарной сети наблюдений в Обской и Тазовской губах // Тр. ААНИИ. 2004. Т. 449. С. 307–322.

*Пискун А.А.* Состояние высотной основы и качество данных по уровням воды в Обско-Тазовской устьевой области // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 3 (86). С. 97–113.

*A.A. PISKUN*

## ABOUT THE ACCURACY OF DEFINITION OF AVERAGE AND EXTREME WATER LEVELS AT REDUCTION OF TERMS OF OBSERVATIONS ON POSTS OF THE OB AND TAZ ESTUARIES

The water level characteristics calculated for hourly observations and observations at 4 and 2 times per day at the Yamsal Bar, Novy Port, Seyakha, Tambey, Drovyanaya, and Antipyuta were compared. Presented discrepancies (differences) between observations of different discrete for the average daily, average monthly, average annual and extreme level. It is shown that the greatest discrepancies between hourly observations and observations in 4 terms in determining the average daily levels reach 8–33 cm, the average monthly — 1–3 cm, the average annual — close to zero, extreme — 32–78 cm. The greatest discrepancies between hourly observations and observations in 2 terms in determining the average daily levels reach 21–96 cm, the average monthly — 4–27 cm, the average annual — 2–3 cm, extreme — 60–177 cm.

*Keywords:* water level, Ob and Taz estuaries, discrepancies between observational data of various discreteness for average and extreme levels.