

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность**

**ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПРОГНОЗОВ
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралогічная дзейнасць**

**ПРАВИЛЫ САСТАЎЛЕННЯ І АЦЭНКІ ПРАГНОЗАЎ
ГІДРАЛАГІЧНОГА РЭЖЫМУ ПАВЕРХНЕВЫХ ВОД**

Издание официальное



Минприроды

Минск

Ключевые слова: прогноз, гидрологическое предупреждение, гидрологическое опасное явление, гидрологическое неблагоприятное явление, оправдываемость прогнозов

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации Республики Беларусь».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр»

ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 января 2011 г. № 1-Т

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой «Наставления по службе прогнозов. Раздел 3. Служба гидрологических прогнозов. Часть I. Прогнозы режима вод суши». Л.: Гидрометеоиздат, 1962)

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Содержание

1	Область применения	2
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	3
4	Обозначения и сокращения	4
5	Правила составления прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	5
5.1	Общие положения	5
5.2	Формы выпуска прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	7
6	Правила оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	11
6.1	Принципы оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	11
6.2	Оценка прогнозов гидрологического режима поверхностных вод за календарные периоды	12
7	Правила составления методической записки	13
7.1	Общие положения	13
7.2	Содержание методической записки	13
7.3	Требования к данным, используемым при составлении прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	17
8	Правила оценки методики прогнозирования	19
8.1	Принципы оценки методики прогнозирования	19
8.2	Определение допустимой погрешности прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	19
8.3	Критерии применимости и качества методики прогнозирования	29
8.4	Формы выражения прогнозов гидрологического режима поверхностных вод	33
	Библиография	37

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность
ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПРОГНОЗОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО
РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць
ПРАВИЛЫ САСТАЎЛЕННЯ І АЦЭНКІ ПРАГНОЗАЎ ГІДРАЛАГІЧНОГО
РЭЖЫМУ ПАВЕРХНЕВЫХ ВОД**

Environmental Protection and Nature Use
Hydrometeorological activity
Rules for the compilation and estimation of hydrological forecasts

Дата введения: 2011-03-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает:

- правила составления прогнозов гидрологического режима поверхностных вод;
- правила оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод;
- правила составления методической записки;
- правила оценки методики прогнозирования.

Требования настоящего технического кодекса обязательны для организаций, входящих в состав государственной гидрометеорологической службы, а также для других производителей гидрометеорологической информации, в компетенцию которых входит составление прогнозов гидрологического режима поверхностных вод.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.10-08/1-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 1

ТКП 17.10-08/2-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 2

ТКП 17.10-12-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом, следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором была ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 водный объект: Природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в которых имеет характерные формы, а также признаки водного режима.

3.2 вероятность: Мера оценки достоверности появления того или иного события, в частности, различных гидрометеорологических явлений или их характеристик.

3.3 вероятная (стандартная) ошибка: Характеристика статистического ряда, равная $0,674 \cdot S$, где S – величина среднего квадратического отклонения.

3.4 выпуск прогноза: единовременное издание в свет прогноза в определенном количестве экземпляров.

3.5 гидрологическая консультация: Информация об ожидаемом гидрологическом явлении.

3.6 гидрологическое прогнозирование: Предсказание гидрологических параметров и характеристик во времени и пространстве.

3.7 гидрологическое предупреждение: Экстренная информация об ожидаемом гидрологическом явлении, представляющем опасность.

3.8 гидрологическое неблагоприятное явление: Гидрологическое явление, которое значительно затрудняет или препятствует деятельности отдельных отраслей экономики и по своим параметрам и характеристикам не достигает критериев опасного гидрологического явления.

3.9 гидрологическое опасное явление: Событие гидрологического происхождения или результат гидрологических процессов, возникающих под действием различных природных или гидродинамических факторов или их сочетаний, оказывающих поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

3.10 гидрологический режим: совокупность закономерно повторяющихся изменений состояния водного объекта, присущих ему и отличающих его от других водных объектов.

3.11 долгосрочный прогноз гидрологического режима поверхностных вод: Прогноз гидрологических параметров и характеристик водного объекта на период свыше десяти суток с момента выпуска прогноза.

3.12 допустимая погрешность прогноза: Условно принимаемая предельная величина ошибки, при которой прогноз считается оправдавшимся.

3.13 заблаговременность прогноза гидрологического режима поверхностных вод: Интервал времени между выпуском гидрологического прогноза и ожидаемым появлением прогнозируемых гидрологических параметров и характеристик.

3.14 заблаговременность гидрологического предупреждения: Время от момента передачи предупреждения об опасности гидрологического явления до момента возникновения опасного гидрологического явления или неблагоприятного гидрологического явления.

3.15 корректировка прогноза гидрологического режима поверхностных вод: Уточнение прогностических гидрологических параметров и характеристик при поступлении новой информации.

3.16 корреляция: Способ выявления статистических связей между несколькими переменными величинами.

3.17 краткосрочный прогноз гидрологического режима поверхностных вод: Прогноз гидрологических параметров и характеристик водного объекта на период до двух суток с момента выпуска прогноза.

3.18 методическая записка: Специальный технический документ, который служит основанием для составления прогнозов.

3.19 методика прогнозирования: Отдельный прием или система приемов, позволяющих предвычислять различные параметры гидрологического режима или время наступления характерных гидрологических явлений применительно к конкретным объектам (бассейну, участку или створу реки, озеру и водохранилищу).

3.20 многолетние характеристики: Характерные (средние, наибольшие, наименьшие, наиболее ранние, наиболее поздние и др.) количественные характеристики или даты отдельных явлений режима водных объектов, устанавливаемые из ряда наблюдений за многолетний период.

3.21 оправдываемость прогнозов гидрологического режима поверхностных вод: Степень соответствия прогнозируемых гидрологических параметров и характеристик фактически наблюдавшимся.

3.22 оценка качества прогнозов гидрологического режима поверхностных вод: Установление количественных характеристик связи между соответствующими выборками прогнозов и гидрологических наблюдений.

3.23 поверхностные воды: Воды, расположенные на поверхности суши в виде различных водных объектов.

3.24 погрешность прогноза гидрологического режима поверхностных вод: Разность между прогнозированной и наблюдаемой величиной.

3.25 показатель опасности гидрологического явления: Количественная или качественная характеристика гидрологического явления, при достижении которой оно становится опасным.

3.26 предупреждение о неблагоприятном гидрологическом явлении: Прогноз возникновения (сохранения, усиления) неблагоприятного гидрологического явления.

3.27 проверочные прогнозы гидрологического режима поверхностных вод: Прогнозы, составленные по гидрологическим параметрам и характеристикам, вошедшим в разработку методики прогнозирования, и по гидрологическим параметрам и характеристикам оперативного использования этой методики.

3.28 прогноз: Определенное утверждение или статистическая оценка, касающиеся появления будущего события.

3.29 прогноз гидрологического режима поверхностных вод: Описание ожидаемых гидрологических условий для определенного периода и определенного места.

3.30 прогноз общего назначения: Прогноз, не имеющий определенной специфики, предназначенный для обеспечения потребителей.

3.31 прогноз специализированный: Прогноз, который составляется с учетом специфики конкретных отраслей экономики и предоставляется потребителям гидрометеорологической информации на основании договоров на оказание услуг в области гидрометеорологической деятельности.

3.32 среднесрочный прогноз гидрологического режима поверхностных вод: Прогноз гидрологических параметров и характеристик водного объекта на период от двух до десяти суток с момента выпуска прогноза.

3.33 сезонный прогноз гидрологического режима поверхностных вод: Прогноз гидрологических параметров и характеристик водного объекта на сезон (период несколько месяцев и более).

3.34 штормовое гидрологическое предупреждение об опасном явлении: Прогноз возникновения (сохранения, усиления) опасного гидрологического явления.

3.35 штормовое гидрологическое оповещение об опасном явлении: Сообщение о начавшемся опасном гидрологическом явлении.

4 Обозначения и сокращения

НЯ – неблагоприятное явление;

ОЯ – опасное явление.

5 Правила составления гидрологических прогнозов режима поверхностных вод

5.1 Общие положения

5.1.1 Прогнозы параметров и характеристик гидрологического режима поверхностных вод составляются по водным объектам.

5.1.2 По предсказываемым гидрологическим явлениям выделяют прогнозы водного режима (уровней и расходов воды, объема или слоя стока) и прогнозы ледового режима (сроков вскрытия и появления льда, толщины ледяного покрова).

5.1.3 В основе метода прогнозирования любого гидрологического явления лежит физический анализ процессов, обуславливающих данное явление. Метод прогнозирования указывает на целесообразность того или иного общего подхода к решению задачи. Так, при прогнозах сезонного стока широко применяют метод водного баланса, основанный на исследовании взаимосвязи между стоком и основными факторами его определяющими, а некоторые ледовые прогнозы используют метод теплового баланса, который учитывает теплообмен водной массы или ледяного покрова с окружающей средой.

На базе метода прогнозирования разрабатываются те или иные практические приемы (методика) прогнозирования для конкретных водных объектов или территории, включающей несколько речных бассейнов, обладающих достаточной общностью.

Обязательным элементом разработки методики прогнозирования (далее – методики) является оценка ее практической применимости и эффективности.

5.1.4 Составление прогнозов гидрологического режима поверхностных вод (далее – прогнозов) производится на основе соответствующей методической записки согласно разделу 7.

Прежде всего, необходимо ознакомиться с содержанием методической записки: обстоятельно изучить особенности формирования предсказываемого явления, усвоить сущность методики прогнозирования, ознакомиться с порядком составления прогнозов в конкретных условиях данного речного бассейна. Затем проанализировать гидрометеорологические условия и подготовить данные гидрометеорологических наблюдений к выпуску прогнозов.

5.1.5 Подготовка данных гидрометеорологических наблюдений для составления прогнозов и их анализ должны выполняться в соответствии с требованиями методической записки, изложенными в разделе 7.3.

5.1.6 По заблаговременности, т.е. в зависимости от промежутка времени, на который рассчитан прогноз, различают краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и сезонные прогнозы [1].

Практические возможности увеличения заблаговременности прогнозов гидрологического режима поверхностных вод зависят от вида прогнозов погоды (т. е. кратко-, средне- и долгосрочные) и от степени влияния погодных условий на прогнозируемое гидрологическое явление. Тем не менее, прогнозы гидрологического режима поверхностных вод могут составляться на сезон за периоды, выходящие за пределы надежных прогнозов погоды, если они выпускаются обобщенными на вероятные метеорологические условия. Точность прогнозов уменьшается с увеличением заблаговременности, в связи с чем практическую ценность имеет последовательная их корректировка по мере сокращения заблаговременности.

5.1.7 Требования, предъявляемые к точности прогноза, должны соответствовать назначению прогноза, однако точность должна рассматриваться вместе со своевременностью прогноза. Критерием при оценке качества прогноза должно быть идеальное соответствие его как по точности, так и по своевременности. Точность и своевременность прогнозов зависит от надежности и объема гидрологической и метеорологической информации, скорости, с которой эта информация поступает, от времени реакции водосбора, метода прогнозирования и времени, необходимого для

доведения прогноза до потребителей. Различные способы составления прогнозов не обеспечивают безошибочный прогноз, несмотря на то, что некоторые потребители его ожидают, поэтому потребитель должен быть информирован о надежности прогноза, о котором идет речь.

5.1.8 Гидрологические процессы формируются под воздействием метеорологических факторов, однако изменения, которые эти факторы вносят в гидрологический режим, проявляются медленно. Например, продолжительность стока, вызванного выпадением осадков, часто во много раз превышает длительность их выпадения, также существует определенное запаздывание между ростом температуры воздуха, вызывающим таяние снега и последующим повышением уровня воды в реке. Относительно медленное развитие во времени гидрологических процессов и их отставание от более быстрых метеорологических процессов, дают возможность предсказывать некоторые элементы гидрологического цикла.

5.1.9 Основные факторы, определяющие гидрологические процессы, могут быть разделены на следующие группы:

- начальные факторы, которые определяют условия, сложившиеся в момент выпуска прогноза, и которые могут быть вычислены или оценены на основе текущих гидрометеорологических наблюдений;

- будущие факторы, которые определяют гидрологические процессы после выпуска прогноза, наиболее важные из них, будущие метеорологические условия, могут быть надежно учтены только при наличии прогноза погоды.

5.1.10 При гидрологическом прогнозировании осуществляется:

- сбор и обработка первичных гидрологических данных, полученных в результате гидрологических наблюдений, и первичных метеорологических данных, полученных в результате приземных метеорологических наблюдений;

- выпуск прогнозов и предупреждений;

- доведение данных гидрологических наблюдений, прогнозов и предупреждений до потребителей;

- оценка точности прогнозов;

- анализ потребностей и последующее совершенствование существующих методов прогнозирования.

5.1.11 Все прогнозы в зависимости от их назначения можно разделить на две группы:

- прогнозы общего назначения, к которым относятся прогнозы, представляющие общий интерес, например, прогнозы максимального уровня паводков и предупреждения о наводнениях;

- прогнозы специализированные, представляющие интерес для определенных отраслей экономики страны, отдельных компаний или предприятий, например, прогнозы сроков появления льда на реках.

5.1.12 Порядок и сроки высылки прогнозов потребителям устанавливаются при разработке плана или договора на предоставление гидрометеорологической информации в соответствии с [2].

5.1.13 Прогнозы доводят до потребителей в день их составления с использованием различных средств связи. Распространение осуществляется через выпуски обзоров состояния водных объектов за различные периоды обобщений (сутки, пентада, неделя, месяц, половодье), которые включают:

- оценку водного, температурного и ледового режимов;

- прогнозную информацию об ожидаемых гидрометеорологических условиях;

- данные гидрометеорологических наблюдений;

- необходимые иллюстрации.

Часть информации, содержащаяся в них, должна распространяться среди населения через средства массовой информации.

5.2 Формы выпуска прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

5.2.1 Долгосрочные прогнозы гидрологического режима поверхностных вод

5.2.1.1 Долгосрочные прогнозы выпускаются в виде пояснительного текста и таблицы, содержащей следующие сведения:

- название водного объекта;
- пункт или участок водного объекта;
- параметры или характеристики ожидаемого гидрологического явления;
- многолетние характеристики.

Пояснительный текст к прогнозу должен содержать в себе краткую характеристику предшествующих условий, определяющих предсказываемое гидрологическое явление, характер ожидаемого развития явления и его особенности в данном году.

Таблица может содержать:

- ожидаемые параметры или характеристики гидрологического явления, вероятную ошибку, сведения за предшествующий год и многолетние характеристики (наибольший, средний, наименьший или ранняя, средняя, поздняя) с указанием числа лет наблюдений, учитывая данные наблюдений предшествующего года;
- многолетние характеристики в виде величин различной обеспеченности;
- ожидаемые параметры или характеристики гидрологического явления и многолетние характеристики в виде величин различной обеспеченности.

Ожидаемые уровни воды округляются в прогнозе до 5 см, а расходы воды округляются с соблюдением следующего правила:

при расходе	меньше 1 м ³ /с	до	0,01 м ³ /с
„	1 – 10 м ³ /с	„	0,1 м ³ /с
„	11 – 50 м ³ /с	„	1 м ³ /с
„	51 – 100 м ³ /с	„	5 м ³ /с
„	101 – 500 м ³ /с	„	10 м ³ /с
„	501 – 1000 м ³ /с	„	50 м ³ /с
„	больше 1000 м ³ /с	„	100 м ³ /с.

5.2.1.2 Долгосрочные прогнозы выпускаются строго в установленные планом сроки в соответствии с таблицей 1. Календарные сроки выпуска долгосрочных прогнозов определяются потребителями и возможностями методик этих прогнозов.

Таблица 1 – Виды и периодичность выпуска долгосрочных прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

Виды долгосрочных прогнозов	Периодичность выпуска долгосрочных прогнозов
Сроки вскрытия	один раз в год в первой пентаде марта
Максимальные уровни воды весеннего половодья	один раз в год в первой пентаде марта
Максимальные уровни воды весеннего половодья по пунктам гидрологических наблюдений, расположенным у железнодорожных мостов	один раз в год во второй пентаде марта
Весенний приток воды	один раз в год во второй пентаде марта
Ход уровней воды на спаде весеннего половодья и сроки освобождения пойменных земель от весенних вод	один раз в год в апреле
Минимальные уровни воды в навигационный период	май-сентябрь в последней пентаде
Сроки появления льда	один раз в год в последней пентаде октября

5.2.1.3 В соответствии с методическими возможностями и заинтересованностью потребителей долгосрочные прогнозы некоторых сезонных явлений гидрологического режима составляются не один, а несколько раз в году, так как надежность и точность этих прогнозов, как правило, повышается с уменьшением их заблаговременности.

5.2.1.4 После выпуска основных долгосрочных прогнозов необходимо ежедневно анализировать гидрометеорологические условия, складывающиеся в речных бассейнах. Анализ должен быть по возможности полным и всесторонним и вестись на основе данных гидрометеорологических наблюдений. Повседневный анализ процессов, обуславливающих предсказываемое гидрологическое явление, ведется с целью постоянной проверки выпущенных прогнозов и своевременной их корректировки.

5.2.1.5 Долгосрочные прогнозы корректируют в случае необходимого изменения ранее выпущенного прогноза, вызванного непредвиденным изменением условий формирования предсказываемого гидрологического явления. Корректировка прогноза заключается в изменении ожидаемого параметра или характеристики гидрологического явления, например, снижение или повышение ожидаемого максимального уровня воды, и в сужении диапазона вероятных его значений.

Пример – Наиболее вероятное вскрытие реки ожидалось 17-27.04, а при уточнении 20-24.04.

При решении вопроса о целесообразности корректировки долгосрочного прогноза необходимо исходить из величины поправки, уточняющей ожидаемый гидрологический параметр или характеристику. Если эта поправка превышает вероятную погрешность, указанную в прогнозе, то корректировка прогноза необходима. При меньшей поправке корректировка прогноза необходима в тех случаях, когда ожидаемый гидрологический параметр или характеристика близки к опасным для хозяйственных объектов значениям.

Для корректировки прогнозов используется или та же методика, если изменение ожидаемого гидрологического параметра или характеристики определяется уточнением данных гидрометеорологических наблюдений (например, уточнением запасов воды в снеге и т. п.), или другая, позволяющая учитывать дополнительные факторы, значения которых определяются ходом развития процессов после выпуска основного прогноза. В ряде случаев такого рода дополнительные факторы могут учитываться и качественно, например, факт образования мощной ледяной корки или интенсивного таяния снега.

При корректировке прогноза указывается, в какой мере утрачивает силу ранее выпущенный прогноз. Для каждого из повторно выпускаемых прогнозов обязательно указывается, какого он выпуска. Каждый последующий выпуск прогноза отменяет действие предыдущего прогноза.

Корректировка прогноза выпускается по форме основного долгосрочного прогноза и немедленно доводится до потребителей, получивших ранее выпущенный прогноз.

5.2.2 Краткосрочные и среднесрочные прогнозы гидрологического режима поверхностных вод

5.2.2.1 Прогнозы выпускаются в произвольной форме, которая должна содержать:

- название водного объекта;
- пункт или участок водного объекта;
- параметры и характеристики ожидаемого гидрологического явления.

5.2.2.2 Краткосрочные и среднесрочные прогнозы необходимы для доведения до потребителей точной и надежной информации об ожидаемых изменениях в состоянии водных объектов. Выпуск их планируется на основании потребности потребителей, исходя из наличия методик.

5.2.3 Гидрологические предупреждения

5.2.3.1 Гидрологическое предупреждение об опасности гидрологического явления выпускается в виде пояснительного текста, содержащего следующие сведения:

- порядковый номер гидрологического предупреждения (с начала года);
- дату, время возникновения и продолжительность ожидаемого ОЯ;
- район возникновения (распространения) ОЯ;
- параметры и характеристики ожидаемого ОЯ, а затем, в соответствии с показателем опасности, указываются возможные вредные воздействия этого ОЯ;
- если предсказываемый гидрологический параметр или характеристика водного объекта приближается к наибольшему (раннему) или наименьшему (позднему) значению за многолетний период наблюдений и по общим соображениям может вызвать вредные воздействия, конкретный характер которых неизвестен ввиду отсутствия показателей опасности, то в тексте такого прогноза указывается в общем виде на опасный характер этого явления.

5.2.3.2 Степень опасности предсказываемого гидрологического явления устанавливается по «Каталогу показателей опасностей гидрологических явлений». В нем должны быть систематизированы данные об опасных отметках уровней воды или других показателей опасностей гидрологических явлений.

5.2.3.3 Путем предупреждений об опасности гидрологических явлений потребители информируются об угрозе затопления, разрушения, повреждения или нарушения нормальной эксплуатации отдельных хозяйственных объектов, а также об угрозе затопления населенных пунктов в целях своевременного принятия должных мер предосторожности, направленных на предотвращение или уменьшение материального ущерба от вредного воздействия водных объектов.

5.2.3.4 Штормовое гидрологическое предупреждение об ОЯ составляется:

- о возникновении ОЯ;
- о сохранении уже возникшего ОЯ в случае, когда возникновение ОЯ не было своевременно предусмотрено (например, на водном объекте, где наблюдения не производятся), а оно возникло;
- об усилении ОЯ в случае сохранения роста уровней воды и увеличения затопляемых площадей.

5.2.3.5 В случае внезапного возникновения ОЯ, следует составлять штормовое гидрологическое оповещение об ОЯ, в котором следует указать время возникновения и интенсивность наблюдаемого гидрологического явления, а также прогнозируемые интенсивность и продолжительность этого явления.

5.2.3.6 К ОЯ относятся явления, которые по своей интенсивности и продолжительности достигли критериев, указанных в таблице 2 в соответствии с [2].

Таблица 2 – Перечень гидрологических опасных явлений

Название гидрологического опасного явления	Параметры и характеристики гидрологического опасного явления
Высокие уровни воды (при половодьях, дождевых паводках, зажорах и заторах льда)	Значения уровней воды в реках, при которых происходит затопление населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, автомобильных и железных дорог или повреждение крупных промышленных и транспортных объектов
Низкие уровни воды	Значения уровней воды в реках ниже отметок, при которых нарушается судоходство, водоснабжение городов и водохозяйственных объектов
Ранний ледостав и появление льда на судоходных реках	Появление льда и образование ледостава в аномально ранние сроки

5.2.3.7 При угрозе возникновения гидрологического неблагоприятного явления составляется гидрологическое предупреждение о НЯ.

5.2.3.8 Предупреждение об опасности гидрологического явления дается обычно с краткосрочной заблаговременностью, т. к. составляющий его, должен иметь возможность оценить обстановку, в которой будет происходить развитие ожидаемого гидрологического опасного явления, и иметь уверенность в том, что ожидаемые по прогнозу гидрологические параметры и характеристики гидрологического явления, имеющие опасное значение, будут близки к действительности. Следует иметь также в виду, что выпуск предупреждений с очень большой заблаговременностью нецелесообразен.

5.2.3.9 Когда ожидаемое гидрологическое явление становится опасным, наблюдение за его развитием ведется непрерывно и особенно тщательно в целях своевременной корректировки штормового гидрологического предупреждения об ОЯ. Если прогноз, послуживший основанием для штормового гидрологического предупреждения об ОЯ, откорректирован, то корректируется и штормовое гидрологическое предупреждение об ОЯ по форме основного и указывается, какое ранее выпущенное штормовое гидрологическое предупреждение об ОЯ и в какой мере теряет силу.

5.2.4 Гидрологические консультации

5.2.4.1 Гидрологические консультации (далее – консультации) об ожидаемых характеристиках гидрологического режима водных объектов даются в текстовой форме с указанием лишь качественной, а не количественной характеристики ожидаемого гидрологического явления. Содержание консультации и сама характеристика ожидаемого гидрологического явления зависят от наличия и полноты данных гидрометеорологических наблюдений.

Пример – Анализ гидрометеорологических условий формирования весеннего половодья, сложившихся к настоящему времени в бассейне р. Свислочь, дает основание ожидать в этом году низкое половодье в верхнем течении р. Свислочь.

5.2.4.2 Консультации об ожидаемом гидрологическом режиме водных объектов и ожидаемом развитии гидрологического опасного явления составляются тогда, когда прогностическое подразделение не располагает соответствующей методикой, удовлетворяющей предъявляемым к ней требованиям для выпуска прогнозов и предупреждений.

5.2.4.3 Консультации об ожидаемых характеристиках гидрологического режима водных объектов составляются на основании:

- анализа и качественного сопоставления гидрометеорологических факторов, обуславливающих формирование данного гидрологического явления в текущем году и предыдущие годы;

- использования зависимостей, не обладающих необходимой для выпуска прогнозов по данному водному объекту обеспеченностью;

- использования прогностических зависимостей для других водных объектов рассматриваемого физико-географического района, исходя из принципа аналогии формирования гидрологических явлений.

5.2.4.4 Консультации о режиме водных объектов даются потребителям в каждом отдельном случае по запросу последних.

5.2.4.5 Консультации об ожидаемом развитии гидрологического опасного явления составляются на ближайшие дни и немедленно доводятся органам государственного управления, а также потребителям, с которыми заключены договоры на оказание услуг в области гидрометеорологической деятельности. В тексте в общем виде излагается ожидаемый характер развития гидрологического опасного явления.

5.2.5 Гидрологические справки

5.2.5.1 Гидрологическая справка (далее – справка) дается преимущественно в табличной форме для суждения о возможных изменениях на водных объектах и содержит многолетние характеристики в виде среднего и экстремальных значений гидрологического явления или в виде гидрологических параметров различной обеспеченности, пример приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Наблюдавшиеся наивысшие уровни воды весеннего половодья на р.Свислочь у д.Теребуты за 1954-2000 гг.

Река	Пункт	Многолетние характеристики наивысшего уровня воды, см				Обеспеченность наивысшего уровня воды, %				
		число лет наблюдений	высший	средний	низший	10	25	50	75	90
						Наивысший уровень воды весеннего половодья, см				
Свислочь	Теребуты	47	718	490	391	588	531	483	448	427

5.2.5.2 Справки о наблюдавшихся параметрах и характеристиках гидрологического режима водных объектов даются при отсутствии соответствующих зависимостей и данных гидрометеорологических наблюдений, когда не представляется возможным составить консультацию об ожидаемых характеристиках гидрологического режима водных объектов.

5.2.5.3 Справки о наблюдавшихся характеристиках гидрологического режима водных объектов составляются на основании статистической обработки данных наблюдений о величине или времени наступления интересующего гидрологического явления за многолетний период.

5.2.5.4 Справки о гидрологическом режиме водных объектов даются потребителям в каждом отдельном случае по запросу последних.

6 Правила оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

6.1 Принципы оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

6.1.1 Оценка оправдываемости прогнозов производится по допустимой погрешности. Прогноз считается оправдавшимся, если он имеет погрешность равную или меньшую допустимой. Допустимые погрешности и способ их определения для различных видов прогнозов даны в разделе 8.

6.1.2 Оправдавшиеся прогнозы в зависимости от величины погрешности подразделяются на:

- отличные, при погрешности прогноза меньше $0,3\delta_{дон}$;
- хорошие, при погрешности прогноза от $0,3\delta_{дон}$ до $0,6\delta_{дон}$;
- удовлетворительные, при погрешности прогноза от $0,6\delta_{дон}$ до $\delta_{дон}$.

6.1.3 Прогнозы уровня воды с погрешностью не более 5 см, расхода воды с погрешностью не более 5 %, прогнозы дат характерных явлений с погрешностью ± 1 день считаются отличными независимо от допустимой погрешности.

6.1.4 Предупреждение считается оправдавшимся или не оправдавшимся в зависимости от того, оправдался или не оправдался прогноз, на основании которого оно было составлено.

6.1.5 Оправдываемость консультаций об ожидаемом развитии гидрологического опасного явления и консультаций об ожидаемых характеристиках гидрологического режима водных объектов не оценивается.

6.2 Оценка прогнозов гидрологического режима поверхностных вод за календарные периоды

6.2.1 Оценка совокупности прогнозов за год или другие календарные периоды производится по видам прогнозов отдельно для долгосрочных и краткосрочных прогнозов. Основными показателями являются оправдываемость и степень эффективности использования методической базы.

6.2.2 Оправдываемость прогнозов выражается в процентах, представляет собой отношение количества оправдавшихся прогнозов к общему их числу. Для прогнозов характерных дат ледовых явлений, составляемых для участков реки, этот показатель представляет собой отношение суммарной длины участков, прогнозы по которым оправдались, к общей длине участков, по которой были даны прогнозы.

6.2.3 Степень эффективности использования методической базы учитывает надежность и эффективность ее использования в данном году. Вычисляется она как отношение оправдываемости прогнозов в данном году к обеспеченности используемых методик, равной $\sum p_i n_i / N$,

где p_i – обеспеченность методики, %;

n_i – число выпущенных по этой методике прогнозов;

N – число прогнозов, выпущенных за календарный период, равное $\sum n_i$.

Если прогноз составляется в результате использования нескольких, примерно равноценных по точности методик, p_i принимается как среднее арифметическое обеспеченностей этих методик.

Пример подсчета оправдываемости совокупности долгосрочных прогнозов, выпущенных за год, и степени эффективности использования методической базы в соответствии с 8.3 приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Подсчет оправдываемости совокупности долгосрочных прогнозов гидрологического режима поверхностных вод, выпущенных за год, и степени эффективности использования методической базы

Виды долгосрочных прогнозов	Количество выпущенных прогнозов	Количество оправдавшихся прогнозов	Оправдываемость прогнозов, %	Обеспеченность методики, %
Сроки вскрытия	20	18	90	85
Максимальные уровни воды весеннего половодья	30	25	83	80
Хода уровней воды на спаде весеннего половодья и сроки освобождения пойменных земель от весенних вод	25	23	92	90
Минимальные уровни воды в навигационный период	50	40	80	90
Сроки появления льда	25	20	80	85
Итого за год	150	126	84	86
Примечания				
1 Степень эффективности использования методической базы производится по отношению $84/86 = 0,98$.				
2 Обеспеченность использованных методик для всех выпущенных за год прогнозов будет $85 \cdot 20 + 80 \cdot 30 + 90 \cdot 25 + 90 \cdot 50 + 85 \cdot 25 / 150 = 86\%$.				

7 Правила составления методической записки

7.1 Общие положения

7.1.1 Разработка методики базируется на общих теоретических положениях гидрологии и анализе процессов формирования предсказываемого явления в конкретных условиях данного бассейна, участка или створа реки, озера или водохранилища.

7.1.2 Методы прогнозирования должны рассматриваться с точки зрения возможности их применения к прогнозируемым ситуациям в масштабах реального времени.

7.1.3 Разработка практических методов прогнозирования требует различных подходов. Следует различать общие методы решения, основанные на физическом анализе процессов, определяющие данное явление, и частные решения, применительно к конкретному участку реки или данному водному объекту. В настоящее время прогнозирование в гидрологии можно разделить на четыре основные группы:

- методы, основанные на законах движения воды в руслах. К ним относятся все приближенные и гидродинамические методы расчета движения и трансформации паводочных волн;

- методы, основанные на анализе гидрологических и метеорологических процессов, происходящих в речных бассейнах. К этой группе относятся воднобалансовые методы прогноза стока, основанные на использовании данных гидрометеорологических наблюдений об осадках, запасе воды в снежном покрове, влажности почвы, грунтовых водах и других факторах. Важную роль в практической разработке этих методов играет корреляционный анализ эмпирических данных применительно к каждому конкретному речному бассейну;

- методы, основанные на анализе процессов теплообмена, происходящих в водных объектах под влиянием метеорологических и гидрологических факторов. В эту группу входят методы, которые служат основой для краткосрочных прогнозов ледового режима;

- методы, основанные на анализе процессов атмосферной циркуляции. Такой подход применяется в долгосрочных прогнозах ледового режима. Он основан на корреляции сроков замерзания с характеристиками атмосферной циркуляции.

7.1.4 Завершающим этапом разработки методики является составление методической записки. В соответствии со своим целевым назначением методическая записка должна давать полное представление о физической сущности, достоинствах и недостатках методики и содержать исчерпывающие указания в отношении практического ее применения.

7.2 Содержание методической записки

Имеется ряд требований в отношении построения методической записки. Содержание ее должно быть таким, чтобы любой специалист, пользуясь запиской, мог самостоятельно составлять прогнозы. Содержание методической записки зависит в каждом конкретном случае от характера предсказываемого явления и степени сложности методики, включает в себя следующие разделы:

- предисловие;
- характеристика рассматриваемого гидрологического явления и физико-географические условия территории водосбора;
- характеристика данных гидрометеорологических наблюдений и приемы их обработки;
- физические основы и теоретические предпосылки методики прогнозирования;
- расчетные приемы, построение зависимостей для прогнозов и их оценка;
- порядок составления прогнозов;
- приложения.

7.2.1 Предисловие

В предисловии должны содержаться сведения о народнохозяйственной значимости данного параметра и характеристики гидрологического режима водного объекта, его прогноза, общей характеристике и оценке предшествующих проработок, если таковые были, и другие пояснительные сведения по усмотрению автора методической записки. Кроме того, отмечаются имевшие место при выполнении работы трудности в отношении достаточности и надежности данных гидрометеорологических наблюдений и указываются все исполнители и участники работы.

7.2.2 Характеристика рассматриваемого гидрологического явления и физико-географические условия территории водосбора

В общих чертах дается характеристика предсказываемого гидрологического явления (физической сущности), развития во времени и изменчивости в многолетнем разрезе. Кроме этого, приводится краткая физико-географическая характеристика района или речного бассейна лишь в той мере, в которой она имеет непосредственное отношение к рассматриваемому явлению.

При разработке методики прогнозирования водного режима с учетом процессов происходящих на водосборе, в первую очередь должны быть включены следующие сведения:

- краткая климатическая характеристика, включающая общие особенности развития рассматриваемого гидрологического явления во времени и по территории речного бассейна;
- площадь, форма водосбора и основные особенности рельефа, определяющие условия стока, задержания воды на водосборе и т. д.;
- доля площади бассейна, занятая лесами, озерами и болотами, их распределение по водосбору;
- время добегания воды от разных частей водосбора до опорных пунктов гидрологических наблюдений;
- впитывающая и инфильтрационная способность почво-грунтов в различных частях бассейна;
- глубина залегания подземных вод и общие сведения об их режиме;
- гидротехнические сооружения на реках бассейна и их влияние на гидрологический режим реки у опорного пункта гидрологических наблюдений.

При разработке методики прогнозирования ледового режима дается характеристика формирования предсказываемого явления во времени и по территории интересующего района в многолетнем разрезе, а также излагаются общие сведения о влиянии имеющихся гидротехнических сооружений на ледовый режим.

7.2.3 Характеристика данных гидрометеорологических наблюдений и приемы их обработки

В разделе излагаются:

- наличие, полнота и качество данных гидрометеорологических наблюдений;
- способы обработки данных гидрометеорологических наблюдений в целях получения характеристик тех или иных элементов в целом для речного бассейна;
- различные приемы и методы по восстановлению пропусков наблюдений, удлинения рядов и оценки репрезентативности наблюдений;
- результаты обработки данных гидрометеорологических наблюдений.

7.2.4 Физические основы и теоретические предпосылки методики прогнозирования

В разделе излагаются:

- основные особенности формирования явления, установленные анализом проведенных исследований в этой области;
- основные факторы, формирующие рассматриваемое явление;
- теоретические предпосылки и рабочая гипотеза, положенные в основу разработки методики.

7.2.5 Расчетные приемы, построение зависимостей для прогнозов гидрологического режима поверхностных вод и их оценка

Дается подробное описание и обоснование приемов расчета с таблицами и графиками к данному бассейну. Вначале рассматриваются расчетные зависимости, которые выражают связь прогнозируемого явления со всеми основными обуславливающими его факторами, как известными, так и неизвестными к моменту составления прогноза. При анализе зависимостей особое внимание должно быть уделено рассмотрению причин, резко отличающихся от общей закономерности случаев и их вероятности. В заключение приводится оценка зависимостей с точки зрения заблаговременности прогнозов, условий применимости и их точности, согласно установленным требованиям в разделе 8.

7.2.6 Порядок составления прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

В четкой и ясной форме излагается последовательность составления прогнозов по разработанной методике с обязательной иллюстрацией использования каждой зависимости в практике. При этом в каждом случае обязательно указываются:

- дата составления прогноза;
- данные, необходимые для составления прогноза;
- порядок подсчета всех данных гидрометеорологических наблюдений, входящих в зависимость, с обязательным указанием, по каким пунктам и каким образом они подсчитываются. В том случае, когда данные используются по большому числу пунктов гидрометеорологических наблюдений, целесообразно их перечень приводить не в тексте, а в сводной таблице.

7.2.7 Приложения

Перечень приложений к методической записке:

- карта–схема гидрографической сети с нанесением пунктов гидрометеорологических наблюдений, данные которых использовались при разработке методики, и гидротехнических сооружений, оказывающих влияние на гидрологический режим рассматриваемого явления;
- систематизированные и обобщенные данные гидрометеорологических наблюдений (в виде таблиц, номограмм, графиков и т. д.), использованные при разработке методики;
- графические и аналитические зависимости для расчета и прогноза;
- таблицы 5 и 6 подсчета допустимых погрешностей прогнозов в соответствии с разделом 8.2;

Таблица 5 – Подсчет допустимых погрешностей прогнозов для случая, когда она определяется как $\delta_{дон} = \pm 0,674\bar{\sigma}$, где $\bar{\sigma}$ определяется по формуле (3)

Год	y_i	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	Обеспеченность предсказываемого явления p , %
1	2	3	4	5
Примечания				
1 Значения предсказываемой величины y_i располагаются в убывающем порядке для одновременного подсчета обеспеченности по формуле (30).				
2 Значение $\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i$.				

Таблица 6 – Подсчет допустимых погрешностей прогнозов для случая, когда она определяется как $\delta_{дон} = \pm 0,674\bar{\sigma}_\Delta$, где $\bar{\sigma}_\Delta$ определяется по формуле (4)

Год	$y_{иН}$	$y_{иК}$	$\Delta_i = y_{иН} - y_{иК}$	$(\Delta_i - \bar{\Delta})^2$	Обеспеченность предсказываемого явления p , %
1	2	3	4	5	6
Примечания					
1 Значения предсказываемой величины $y_{иН}$ располагаются в убывающем порядке для одновременного подсчета обеспеченности по формуле (30).					
2 Значение $\bar{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_i$.					

- таблица данных гидрометеорологических наблюдений и проверочных прогнозов гидрологического режима поверхностных вод (далее – проверочных прогнозов), она составляется отдельно для методики прогнозирования и включает в себя все данные гидрометеорологических наблюдений, необходимые для прогноза (расчета), фактические и прогностические (расчетные) значения явления, погрешности прогнозов (расчетов) в абсолютных величинах и в долях от допустимой погрешности. В этой таблице подсчитывается средняя квадратическая погрешность метода прогнозирования (расчета) по формуле (20). К примеру, для метода прогнозирования весеннего стока таблица 7 заполняется следующим образом:

Таблица 7 – Данные гидрометеорологических наблюдений и проверочные прогнозы гидрологического режима поверхностных вод для метода прогнозирования весеннего стока

Год	Максимальный снегозапас x , мм	Норма осадков в период снеготаяния Δ_x , мм	Осеннее увлажнение u , мм	Фактическая величина явления y , мм	Предсказанная величина явления y' , мм	$\Delta = y - y'$	Δ^2	Δ в долях допустимой погрешности
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Примечание – Прогноз считается оправдавшимся, если его погрешность равна или меньше допустимой погрешности, т.е. в долях ≤ 1 .								

- таблицы подсчета средних квадратических отклонений каждого фактора, входящего в зависимости составляются по форме таблицы 5;

- для случая, когда ошибка прогноза зависит от предсказываемой величины, дается график этой зависимости.

7.3 Требования к данным, используемым при составлении прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

Данные, используемые при составлении прогнозов, состоят из двух групп.

Первая включает в себя информацию, необходимую для разработки метода прогнозирования (в соответствии с разделом 7.3.1). К ней относятся соответствующие данные гидрометеорологических наблюдений за многолетний период, а также физико-географическая характеристика тех водосборов, по которым намечается составлять прогнозы.

Вторая группа содержит информацию, необходимую для выпуска прогнозов (в соответствии с разделом 7.3.2) и включает в себя первичные гидрометеорологические данные, определяемые прогнозной схемой и предназначенные для того, чтобы охарактеризовать состояние водосбора как можно более точно непосредственно перед выпуском прогнозов.

Требования к данным гидрометеорологических наблюдений зависят от используемого метода, прогнозируемого периода и гидрологических характеристик водосбора, однако объем имеющихся данных гидрометеорологических наблюдений может наложить ограничения на выбор методов прогнозирования.

7.3.1 Данные, используемые для разработки метода прогнозирования

7.3.1.1 Данные гидрометеорологических наблюдений

На стадии разработки методики следует принимать во внимание различия в требованиях к данным гидрометеорологических наблюдений при разных способах прогнозирования. Чтобы получить репрезентативный ряд возможных сочетаний, желательно иметь период наблюдений не менее чем за 30 лет. Гидрологический анализ данных гидрометеорологических наблюдений включает:

- их наличие, полноту и качество;
- различные приемы и методы по восстановлению пропусков данных гидрометеорологических наблюдений, удлинения их рядов и оценки репрезентативности;
- способы обработки данных гидрометеорологических наблюдений;
- результаты обработки данных гидрометеорологических наблюдений.

7.3.1.2 Характеристика водосбора

Обзор состояния водосбора может давать его детальное описание или, если это невозможно, освещать его основные гидрологические свойства. Примером такого обзора может служить описание почв или геологических свойств водосбора, которые определяют закономерности стока.

7.3.1.3 Характеристика речного русла

Многие гидрологические модели включают в себя расчеты руслового и озерного регулирования. Там, где эти расчеты основаны на принципах гидравлики, должны быть известны физические характеристики речного русла, т.е. поперечные и продольные сечения и т.д.

7.3.2 Данные, необходимые для выпуска прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

После того как метод прогнозирования определен, состав данных гидрометеорологических наблюдений, которые были использованы на стадии разработки метода прогнозирования, может быть уменьшен до тех элементов, которые требуются для выпуска прогноза. Состав первичных гидрометеорологических данных зависит от взаимосвязи между используемым методом прогнозирования и типом водосбора.

7.3.2.1 Осадки

Данные об осадках необходимы для изучения процессов формирования дождевого стока, расчета поступления воды на водосбор во время снеготаяния, расчета характеристик осеннего увлажнения почвы. Наибольшая степень их детализации требуется при изучении формирования дождевых паводков. Основным источником данных об осадках являются суточные суммы осадков.

7.3.2.2 Снежный покров

Снежный покров является важнейшим фактором, определяющим гидрологический режим водных объектов. От точности учета запаса воды в снежном покрове в значительной мере зависит точность прогнозов водности. Учитывая неравномерность залегания снега, при обработке первичных метеорологических данных снегомерных съемок по маршруту в поле и в лесу необходимо использовать информацию по всем имеющимся пунктам гидрометеорологических наблюдений.

7.3.2.3 Температура воздуха

Измерение температуры воздуха требуется для реализации прогноза снеготаяния, а температура воздуха за некоторый период до перехода ее через 0 °С в сторону понижения используется как показатель теплозапасов в водном объекте при прогнозах появления льда. Источником сведений о температуре воздуха являются первичные метеорологические данные по пунктам метеорологических наблюдений.

7.3.2.4 Влажность и глубина промерзания почвы

Влажность и промерзание почвы являются факторами стока. Источниками сведений о них являются данные агрометеорологических наблюдений по пунктам агрометеорологических наблюдений. Агрометеорологические наблюдения включают в себя сведения о влажности почвы в метровом слое, ее промерзании на последний день декады, наибольшей глубине промерзания почвы и сроков его наступления, дате образования устойчивого снежного покрова, дате начала весеннего снеготаяния и глубине промерзания на эту дату.

В практике составления прогнозов часто используется характеристика осеннего увлажнения почвы, вычисляемая как разность между осадками и испарением в бассейне. Опорная сеть пунктов агрометеорологических наблюдений для подсчета характеристики осеннего увлажнения почвы назначается с таким расчетом, чтобы она равномерно охватывала территорию и обеспечивала достаточную точность подсчета средних значений для бассейна. При недостаточности данных наблюдений над влажностью почвы используются косвенные характеристики осеннего увлажнения почвы. Наиболее распространенной косвенной характеристикой осеннего увлажнения почвы является сумма осадков за вычетом испарения, подсчитанная за два-четыре месяца до образования устойчивого снежного покрова.

7.3.2.5 Уровни воды и речной сток

Основными данными гидрологических наблюдений, характеризующих водный режим рек, озер и водохранилищ, являются систематизированные данные наблюдений над уровнем и расходом воды. К ним относятся:

- ежедневные уровни и расходы воды;
- декадные уровни и расходы воды;
 - месячные уровни и расходы воды;
 - годовые характеристики уровней и расходов воды;
 - характеристики уровней и расходов воды весеннего половодья;
 - характеристики уровней и расходов воды дождевых паводков.

8 Правила оценки методики прогнозирования

8.1 Принципы оценки методики прогнозирования

8.1.1 Оценка методики позволяет установить возможность ее практического применения. При оценке эффективности методики требуется выполнение двух условий:

- должна быть соблюдена объективность системы оценки прогнозов, что способствует совершенствованию методик;

- необходимо иметь возможность проводить сравнительную оценку, что позволяет выявить среди большого числа методик наиболее эффективные.

8.1.2 Методика прогнозирования любого гидрологического явления может считаться практически эффективной, а применение ее целесообразно в случае:

- когда погрешности прогноза будут меньше равновероятных им отклонений предсказываемого гидрологического явления от нормы, в противном случае прогнозы теряют свой смысл, так как тот же результат в отношении распределения погрешностей можно получить, ориентируясь, всякий раз на норму;

- большей заблаговременности прогноза, при этом с большим эффектом, при равной степени его точности, им можно пользоваться для практических целей.

8.1.3 Заблаговременность сезонного и долгосрочного прогнозов считается равной промежутку времени от даты его выпуска до даты осуществления предсказываемого явления.

Примеры

1 Прогноз объема половодья выпущен 28.02. Окончилось половодье 10.06. Заблаговременность такого прогноза равна 102 дням.

2 По прогнозу, выпущенному 10.03, вскрытие реки в указанном пункте ожидалось 20.04. Вскрытие реки произошло 25.04. Заблаговременность такого прогноза равна 46 дням.

8.1.4 Заблаговременность долгосрочного прогноза появления льда для участка реки, водохранилища или озера (по существу дается прогноз начала и распространения явления по всему участку) выражается двумя значениями, первое из которых относится ко времени начала явления, а второе – ко времени его распространения по всему участку.

Пример - По прогнозу, выпущенному 20.10, появление льда на участке реки ожидалось 10–15.11. Фактически лед начал появляться 9.11 и наблюдался на всем участке 16.11. Заблаговременность такого прогноза составляет 20–27 дней.

8.1.5 Заблаговременность краткосрочных и среднесрочных прогнозов сроков наступления гидрологических явлений (водных и ледовых) определяется периодом от даты выпуска прогноза до указанной в прогнозе даты, это связано с тем, что допустимая погрешность их зависит от заблаговременности прогноза – чем больше заблаговременность, тем больше допустимая погрешность (в соответствии с разделом 8.2.3).

8.1.6 Средняя заблаговременность прогнозов, составляемых по конкретной методике, равна средней заблаговременности всех проверочных прогнозов.

8.2 Определение допустимой погрешности прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

При оценке прогнозов предполагается, что ошибки каждого прогноза случайны, а их распределение подчиняется уравнению нормального распределения. Распределение погрешностей прогнозов имеет асимметричный характер. Всегда есть определенный предел их минимальных значений, в пределах обеспеченности от 10 % до 90 % распределение ошибок близко к нормальному, что позволяет при оценке эффективности

методики и оправдываемости прогнозов использовать уравнение нормального распределения:

$$p(x) = \frac{1}{\bar{\sigma} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где $p(x)$ – вероятность данного отклонения случайной переменной x от ее нормы \bar{x} ;

Δ – заданное значение этого отклонения;

..... $\bar{\sigma}$ – среднее квадратическое отклонение переменной x .

В пределах $\pm 0,674 \bar{\sigma}$ заключена половина площади нормированной кривой нормального распределения (таблица 15). Отклонение от нормы, равное $\pm 0,674 \bar{\sigma}$, называют вероятным отклонением, которое принимается за допустимую погрешность прогнозов $\delta_{\text{доп}}[3]$.

Погрешность прогноза δ выражается в разности между фактической величиной y и величиной y' , ожидавшейся по прогнозу,

$$\delta = y - y'. \quad (2)$$

Ожидавшаяся по прогнозу величина, сложенная с погрешностью прогноза, должна быть равной фактической величине.

Для оценки оправдываемости прогноза устанавливается допустимая погрешность. Оправдываемость прогноза определяется путем сравнения погрешности прогноза с допустимой погрешностью. Прогноз считается оправдавшимся, если его погрешность равна или меньше допустимой погрешности.

Большое разнообразие прогнозов, различная методика их составления и заблаговременность требуют различного подхода при определении допустимых погрешностей. Ниже даются правила назначения допустимых погрешностей для различных видов прогнозов.

8.2.1 Допустимая погрешность прогнозов уровней или расходов воды и объема стока

8.2.1.1 К этим прогнозам относятся прогнозы объема и максимального уровня или расхода половодья или паводков, прогнозы характерных уровней или расходов воды на календарные периоды или сезоны, прогнозы уровня или расхода воды на заданную дату и т. п. За допустимую погрешность для указанных прогнозов принимается меньшее из вероятных отклонений $\pm 0,674 \bar{\sigma}$ и $\pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta}$. Какая из величин $\bar{\sigma}$ или $\bar{\sigma}_{\Delta}$ меньше, может быть решено без расчета, исходя из характера связи начального и прогнозируемого уровня или расхода:

- если угловой коэффициент линии связи между указанными величинами меньше 0,5, то $\bar{\sigma} < \bar{\sigma}_{\Delta}$;

- если коэффициент больше 0,5, то $\bar{\sigma} > \bar{\sigma}_{\Delta}$;

- при отсутствии связи между начальным и прогнозируемым уровнем или расходом $\bar{\sigma} \approx \bar{\sigma}_{\Delta}$.

Среднее квадратическое отклонение $\bar{\sigma}$ предсказываемого уровня или расхода и объема стока от нормы (таблица 5) вычисляется по формуле:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где y_i – значение прогнозируемой величины;

\bar{y} – среднее значение величины в многолетнем ряду наблюдений;

n – число членов ряда.

Среднее квадратическое отклонение $\bar{\sigma}_{\Delta}$ изменения уровня или расхода воды или объема стока за период заблаговременности прогноза от нормы этого изменения (таблица 6) вычисляется по формуле:

$$\bar{\sigma}_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где Δ_i – разность между начальным и конечным значениями за период заблаговременности прогноза;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение разности между начальным и конечным значениями за период заблаговременности прогноза;

n – число членов многолетнего ряда.

8.2.1.2 Величина $\pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta}$ принимается за допустимую погрешность для краткосрочных прогнозов характерных расходов или уровней воды на календарные периоды и объемов стока в тех случаях, когда начальное значение водности в значительной мере определяет предсказываемый расход или уровень и объем стока и исключает появление их в многолетнем диапазоне. В остальных случаях за допустимую погрешность принимается $\pm 0,674 \bar{\sigma}$.

Назначение допустимой погрешности для основных видов прогнозов расходов или уровней воды и объема стока приводится ниже.

8.2.1.3 Допустимая погрешность прогноза объема половодья принимается равной вероятному отклонению объема половодья от среднего его значения за период наблюдений, определяется по формуле:

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - \bar{W})^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где W_i – объем половодья, м³

\bar{W} – среднее значение объема половодья, м³;

n – число членов ряда.

8.2.1.4 Допустимые погрешности уточнений прогнозов объема половодья, составляемых в период развития половодья, определяются следующим образом:

- для прогнозов, составляемых до наступления максимума

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - \bar{W}')^2}{n-1}}, \quad (6)$$

где W_i' – объем стока от даты составления прогноза до конца половодья, м³;

\bar{W}' – среднее значение объема стока за этот же период, м³;

n – число членов ряда;

- для прогнозов, составляемых в момент наступления максимального расхода или в начальный период спада половодья

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где Δ_i – разность между прошедшим до даты составления прогноза и оставшимся объемом половодья;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение разности между прошедшим до даты составления прогноза и оставшимся объемом половодья;

n – число членов ряда.

8.2.1.5 Допустимые погрешности прогнозов максимальных расходов или уровней половодья определяются следующим образом:

- прогнозы, составляемые до начала половодья, оцениваются по формуле

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \quad (8)$$

где Q_i – максимальный расход половодья, м³/с;

\bar{Q} – среднее значение максимального расхода половодья, м³/с;

n – число членов ряда;

- прогнозы, составляемые в период подъема половодья, оцениваются, исходя из разности максимального расхода или уровня половодья и расхода или уровня в день составления прогнозов, допустимые погрешности принимаются равными вероятным отклонениям этой разности от ее нормы

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (9)$$

где Δ_i – разность между максимальным расходом или уровнем и расходом или уровнем в день составления прогноза;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение разности между максимальным расходом или уровнем и расходом или уровнем в день составления прогноза;

n – число членов ряда.

8.2.1.6 Допустимые погрешности прогнозов минимальных расходов или уровней воды за период навигации или зимний период принимаются равными вероятному отклонению от нормы

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}}, \quad (10)$$

где H_i – минимальный уровень, см;

\bar{H} – среднее значение минимального уровня, см;

n – число членов ряда.

8.2.1.7 К характерным уровням воды во время осенних ледовых явлений относится уровень начала ледохода, минимальный уровень в период ледообразования, а также максимальные уровни при заторах и зажорах льда. Прогнозы этих уровней составляются обычно с небольшой заблаговременностью, поэтому допустимые погрешности прогнозов назначаются, исходя из изменений уровня воды за период заблаговременности прогнозов

$$\delta_{\text{ооn}} = \pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (11)$$

где Δ_i – разность между характерным уровнем и уровнем в день составления прогноза;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение изменения уровня за период заблаговременности прогноза;

n – число членов ряда.

8.2.1.8 К характерным уровням воды во время весенних ледовых явлений относится уровень при подвижке льда, уровень начала ледохода, наивысший уровень ледохода, наивысший уровень при заторе льда. Допустимые погрешности прогнозов этих уровней, составляемых до начала весенней прибыли воды, принимаются равными вероятному отклонению от нормы

$$\delta_{\text{ооn}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}}, \quad (12)$$

где H_i – характерный уровень, см;

\bar{H} – среднее значение характерного уровня, см;

n – число членов ряда.

Если прогнозы указанных уровней составляются во время развития половодья, то допустимые погрешности принимаются равными вероятным изменениям уровня за период заблаговременности прогнозов по формуле (11).

8.2.1.9 За допустимую погрешность прогнозов средних, минимальных и максимальных уровней или расходов воды на календарные периоды принимается меньшее из вероятных отклонений $\pm 0,674 \bar{\sigma}$ и $\pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta}$ (в соответствии с разделом 8.2.1.1),

где $\bar{\sigma}$ – среднее квадратическое отклонение от нормы;

$\bar{\sigma}_{\Delta}$ – среднее квадратическое изменение уровней или расходов воды за период заблаговременности прогнозов, вычисляемых по формулам (3) и (4).

Изменение уровней или расходов воды за период заблаговременности прогнозов определяется как разность между средним уровнем или расходом воды за начальную декаду и характерным уровнем или расходом воды того календарного периода (декада, месяц, квартал), на который дается прогноз.

Начальная декада выбирается следующим образом.

Если прогноз на декаду, месяц или другой календарный период составляется в первый день указанных периодов, то за начальный расход принимается соответственно средний расход за предшествующую календарную декаду.

Пример - Прогноз среднего (максимального или минимального) расхода воды на первую декаду июля или на июль составляется 01.06, тогда начальный расход равен среднему расходу за третью декаду июня.

Если прогноз на декаду, месяц или квартал составляется в начале какой-либо из предшествующих декад, то за начальный расход принимается соответственно средний расход за предшествующую декаду.

Пример - Прогноз среднего (максимального или минимального) расхода воды на первую декаду июля или на июль составляется 12.06, тогда за начальный расход принимается средний расход за первую декаду июня.

Если прогноз на тот или иной календарный период составляется в середине или в конце какой – либо из предшествующих декад, то за начальный расход принимается соответственно средний расход за ту календарную декаду, на которую составляется прогноз.

Пример - Прогноз среднего (максимального или минимального) расхода воды на первую декаду июля или на июль составляется 18.06, тогда за начальный расход принимается средний расход за вторую декаду июня.

8.2.1.10 Допустимая погрешность прогноза среднего расхода воды за вегетационный период принимается равной вероятному отклонению от нормы

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \quad (13)$$

где Q_i – средний расход за вегетационный период, м³/с;

\bar{Q} – среднее значение среднего расхода, м³/с;

n – число членов ряда.

8.2.1.11 Допустимая погрешность прогноза максимального расхода за вегетационный период определяется аналогично определению допустимой погрешности прогноза максимального расхода половодья по формуле 8.

8.2.1.12 Прогнозы распределения стока за вегетационный период представляют собой по существу прогнозы средних месячных расходов воды за период апрель–сентябрь. Поэтому при оценке таких прогнозов допустимые погрешности назначаются для каждого месяца отдельно и принимаются равными вероятному отклонению от нормы расхода данного месяца.

Общая оценка прогноза распределения стока за вегетационный период делается на основании оправдываемости средних месячных расходов как процентное отношение числа оправдавшихся прогнозов к общему числу случаев. Например, если из 6 месяцев вегетационного периода не оправдался расход лишь для одного месяца, то оправдываемость прогноза распределения стока в этом случае будет

$$\frac{5 \times 100}{6} = 83 \%$$

8.2.1.13 Аналогичным путем оцениваются и прогнозы распределения стока по декадам или месяцам за период половодья или за квартал. Допустимые погрешности определяются отдельно для каждой декады, для каждого месяца или квартала внутри половодья и принимаются равными вероятному отклонению от нормы.

8.2.1.14 Допустимая погрешность прогноза уровней или расходов воды на конец декады в течение месяца определяется также отдельно для каждой декады аналогично тому, как определяется допустимая погрешность прогноза минимального или максимального декадного уровня или расхода воды на календарные периоды (в соответствии с разделами 8.2.1.1 и 8.2.1.9).

8.2.1.15 Допустимая погрешность для прогноза объема дождевого паводка принимается равной вероятному отклонению от нормы

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - \bar{W})^2}{n-1}}, \quad (14)$$

где W_i – объем дождевого паводка, м³;

\bar{W} – среднее значение объема, м³;

n – число паводков за многолетний период.

8.2.1.16 Допустимая погрешность прогноза максимального уровня или расхода дождевого паводка принимается равной вероятному изменению уровня или расхода воды за период заблаговременности прогноза

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (15)$$

где Δ_i – разность между максимальным расходом дождевого паводка и расходом в день составления прогнозов;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение разности между максимальным расходом дождевого паводка и расходом в день составления прогнозов;

n – число паводков за многолетний период.

8.2.1.17 Прогнозы уровней или расходов воды на заданную дату имеют обычно относительно небольшую заблаговременность и чаще всего составляются по методу соответственных уровней, расходов и объемов воды. Допустимая погрешность для этих прогнозов принимается равной вероятному изменению уровня или расхода воды за период заблаговременности прогноза

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0,674 \bar{\sigma}_{\Delta} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (16)$$

где Δ_i – изменение расхода воды за период заблаговременности прогноза, которое равно разности между расходом воды на заданную дату и расходом в день составления прогноза;

$\bar{\Delta}$ – среднее значение изменения расхода воды за период заблаговременности прогноза;

n – число принятых в расчет изменений расхода воды за период заблаговременности.

Для рек с четко выраженным половодьем допустимая погрешность определяется отдельно для периодов подъема половодья, спада половодья и летне-осенней межени. Граница между спадом половодья и летне-осенним периодом относится ко времени окончания крутого спада половодья.

Для рек с неустойчивым водным режимом (частыми подъемами и спадами), а также для всех рек в период межени ($\bar{\Delta} \approx 0$) допустимая погрешность определяется по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n-1}}. \quad (17)$$

При определении допустимой погрешности используется, как правило, не менее трех характерных лет: многоводный год с резким подъемом и спадом, средний по водности – с умеренной интенсивностью подъема и спада и маловодный – с медленным подъемом и спадом.

Для вычисления допустимой погрешности необходимо иметь не менее 100 изменений уровня или расхода воды за период заблаговременности прогноза, т. е. не менее 30–35 изменений в каждом характерном году, которые определяются по таблицам ежедневных уровней или расходов воды. Если 100 изменений уровня или расхода за период заблаговременности прогноза не могут быть набраны за три характерных года, что может иметь место, например, при расчете допустимой погрешности на подъеме или спаде половодья малой реки, то привлекаются дополнительные годы.

Вычисленная указанным путем допустимая погрешность используется при оценке всех прогнозов, в которых правильно был предсказан знак изменения уровня или расхода воды. Например, ожидался подъем и был подъем, ожидался спад и был спад.

При несовпадении знаков ожидаемого и фактического изменений уровня или расхода воды допустимая погрешность прогнозов принимается равной $0,2 \bar{\sigma}_{\Delta}$, но не менее 5 см для уровней воды и не менее 5 % для расходов воды.

8.2.2 Допустимая погрешность прогнозов сроков наступления гидрологических явлений

8.2.2.1 К прогнозам сроков наступления гидрологических явлений относятся, прежде всего, прогнозы начала и конца половодья или паводков, наступления их пика, появления льда, вскрытия и очищения ото льда рек, озер и водохранилищ. Назначение допустимых погрешностей для этих прогнозов зависит от заблаговременности и сроков выпуска прогнозов.

8.2.2.2 Допустимые погрешности долгосрочных прогнозов сроков наступления характерных явлений водного режима и ледовых явлений в пункте определяются следующим образом:

- если прогноз составляется раньше самой ранней даты наступления предсказываемого явления, то допустимая погрешность принимается равной вероятному отклонению от нормы

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n-1}}, \quad (18)$$

где Δ_i – отклонение от среднего значения в днях;

n – число членов многолетнего ряда;

- если прогноз составляется позже самой ранней даты наступления предсказываемого явления в многолетнем ряду, то допустимая погрешность берется из таблицы 8 (при этом необходимо знать среднее квадратическое отклонение от нормы $\bar{\sigma}$) и принимается равной вероятному отклонению от среднего значения в пределах сокращенной амплитуды A_c , которая определяется по разности между самой поздней датой наступления предсказываемого явления и датой выпуска прогноза

$$\delta_{\text{доп}} = f \left(\bar{\sigma} \frac{A_c}{A_m} \right), \quad (19)$$

где $\bar{\sigma}$ – среднее квадратичное от нормы;

A_c / A_m – отношение сокращенной амплитуды к многолетней.

Пример – $A_c / A_m = 0,8$, $\bar{\sigma} = 7$ суток. Допустимую погрешность (4 суток) находим на пересечении соответствующей графы и строки таблицы 8.

Таблица 8 – Допустимая погрешность долгосрочных прогнозов сроков наступления характерных явлений

$\frac{\dot{A}_n}{\dot{A}_i}$ $\sigma_{.M}$	$\leq 0,4$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	0	0	0	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	3
5	2	2	2	3	3	3	3
6	2	3	3	3	4	4	4
7	2	3	4	4	4	4	5
8	3	3	4	4	5	5	5
9	3	4	4	5	5	6	6
10	4	4	5	6	6	6	7
11	4	5	6	6	6	7	7
12	4	5	6	6	7	7	8
13	5	6	6	7	8	8	9
14	5	6	7	8	8	9	9
15	5	6	8	8	9	9	10

8.2.2.3 Прогнозы сроков наступления ледовых явлений могут даваться как для пункта, так и для участка реки, озера или водохранилища. В последнем случае они представляют собой по существу прогнозы сроков начала и распространения явления на участке.

Пример – Если по прогнозу вскрытие Западной Двины на участке Сураж - Полоцк ожидается 25 – 28.03, то это означает, что вскрытие участка реки начинается 25.03, а к 28.03, должен вскрыться весь участок.

Допустимые погрешности прогнозов сроков наступления ледовых явлений на участке назначаются отдельно для начала явления и для его распространения на весь участок, т. е. для раннего и позднего предела диапазона. С этой целью из многолетнего ряда наблюдений по пунктам гидрологических наблюдений, расположенным на участке, выбираются ежегодные даты начала явления и даты, к которым это явление распространяется на весь участок. Для каждого из этих двух рядов определяются норма и среднее квадратическое отклонение.

Если прогнозы выпускаются раньше самой ранней даты наступления явления, то допустимые погрешности принимаются (по общему правилу) равными вероятному отклонению от нормы, как для начала, так и для конца явления.

Если прогнозы составляются позже самой ранней даты наступления предсказываемого явления на участке, то допустимые погрешности принимаются равными вероятному отклонению от нормы в пределах сокращенной амплитуды согласно раздела 8.2.2.2.

8.2.2.4 Долгосрочные прогнозы сроков наступления ледовых явлений на участках считаются оправдавшимися полностью, если погрешности прогнозов, как начала, так и распространения явления на участке не превышают допустимых. Если одна из погрешностей превышает допустимую, то по показаниям промежуточных пунктов гидрологических наблюдений устанавливается протяженность той части участка, для которой погрешность прогноза не превышает допустимую. Если из-за отсутствия наблюдений этого сделать нельзя, то условно принимается, что прогноз оправдался для половины участка. Таким образом, при оценке оправдываемости прогноза учитывается протяженность участка. В случае, когда ледовые явления на участке появились

одновременно, погрешность прогноза определяется от средней даты диапазона, указанного в прогнозе.

8.2.2.5 Допустимые погрешности краткосрочных и среднесрочных прогнозов сроков наступления характерных явлений водного режима и ледовых явлений принимаются в зависимости от заблаговременности прогнозов по таблице 9.

Таблица 9 – Допустимая погрешность краткосрочных и среднесрочных прогнозов сроков наступления характерных явлений

Заблаговременность прогнозов, сут.	краткосрочных	среднесрочных	
	1-2	3-5	6-10
Допустимая погрешность, сут.	1	2	3
Примечание - При заблаговременности более 10 суток допустимые погрешности принимаются для долгосрочных прогнозов, выпускаемых на эту же дату.			

При заблаговременности прогнозов более 10 дней допустимые погрешности не должны превышать допустимых погрешностей, которые были бы применены для долгосрочных прогнозов, выпускаемых в эту же дату согласно раздела 8.2.2.2.

8.2.2.6 При составлении краткосрочных и среднесрочных прогнозов сроков наступления ледовых явлений для участка допустимые погрешности определяются в зависимости от заблаговременности, но отдельно для начала и распространения явления на участке. В случае если одна из этих дат не оправдалась, считается, что прогноз оправдался лишь для половины участка. Если ледовые явления в данном году появились одновременно на всем участке, то погрешность прогноза вычисляется от средней даты диапазона распространения явления, указанного в прогнозе.

8.2.3 Допустимая погрешность прогнозов толщины льда

8.2.3.1 Прогнозы средней, минимальной или максимальной толщины льда могут составляться как для отдельного пункта, так и для участка реки, озера или водохранилища. При составлении этих прогнозов определяется изменение толщины льда за период заблаговременности. Поэтому независимо от формы самого прогноза (в нем может указываться ожидаемая толщина льда) оценка его должна производиться по изменению толщины льда за период заблаговременности.

8.2.3.2 Допустимые погрешности прогнозов толщины льда определяются по таблице 10 в зависимости от фактического ее изменения, за период от даты выпуска прогноза до даты, на которую составлялся прогноз.

Таблица 10 – Допустимые погрешности прогнозов толщины льда

Фактическое изменение толщины льда, см	≤10	11-15	16-20	21-25	26-30	>30
Допустимая погрешность, см	± 3	± 4	± 5	± 6	± 8	± 10
Примечание – Прогноз считается оправдавшимся, если абсолютная величина его погрешности меньше или равна допустимой.						

8.2.4 Допустимая погрешность прогнозов предельных значений гидрологических явлений

8.2.4.1 Прогнозами предельных значений гидрологических явлений называются такие, в которых указывается, что ожидаемый параметр будет не более или не менее определенного значения или, что явление осуществится не раньше или не позже определенной даты.

Примеры

- 1 Весенний приток воды в Осиповичское водохранилище ожидается не менее 10 км³.
- 2 Максимальный уровень Днепра у Речицы ожидается не выше 300 см над нулем графика.
- 3 Вскрытие Днепра выше Орши не ожидается до 02.04.

8.2.4.2 Допустимые погрешности прогнозов предельных значений принимаются близкими к точности измерения или фиксации явлений во времени, а именно:

- для прогнозов расходов и объема стока $\pm 0,05 Q$ или $\pm 0,05 W$ (Q и W – фактические расход и объем стока соответственно);
- для прогноза уровня ± 5 см;
- для долгосрочных прогнозов сроков наступления характерных явлений ± 2 дня, а для краткосрочных прогнозов ± 1 день.

8.3 Критерии применимости и качества методики прогнозирования

8.3.1 Критерии качества методики, а, следовательно, и ее применимости должны характеризовать одновременно как надежность методики, так и ее эффективность.

Исходя из того, что распределение погрешностей прогнозов и распределение отклонений гидрологических параметров от средних значений близки к нормальному или отличаются незначительно, за критерий применимости и качества прогнозов принято отношение $\bar{S}/\bar{\sigma}$ или $\bar{S}/\bar{\sigma}_\Delta$. Средняя квадратическая погрешность проверочных прогнозов \bar{S} вычисляется по формуле:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - y')^2}{n - m}}, \quad (20)$$

где y и y' – соответственно фактическое и предсказанное значения;

n – число членов ряда, по которому получена связь или число проверочных прогнозов;

m – число степеней свободы, равное числу постоянных в прогностическом уравнении (для линейного уравнения $y = ax + b$ $m = 2$, в случае нелинейной зависимости m берется равным числу постоянных в уравнении связи, а при графическом построении кривой – равным числу постоянных такого математического уравнения, которому близка по виду кривая связи).

8.3.2 Величины $\bar{S}/\bar{\sigma}$ или $\bar{S}/\bar{\sigma}_\Delta$ являются характеристиками одновременно надежности и эффективности, т. е. показывают выигрыш в распределении погрешностей, который дает метод прогнозирования по сравнению с распределением погрешностей в случае принятия ожидаемого параметра по его норме или норме изменения за период заблаговременности прогноза. Зная отношение $\bar{S}/\bar{\sigma}$, легко перейти к стандартному выражению корреляционного отношения

$$\rho = \sqrt{1 - \frac{\bar{S}^2}{\bar{\sigma}^2}}. \quad (21)$$

Для линейных зависимостей корреляционное отношение численно совпадает с коэффициентом корреляции

$$r = \rho = \sqrt{1 - \frac{\bar{S}^2}{\bar{\sigma}^2}}. \quad (22)$$

Следует иметь в виду, что от соотношения $\bar{S}/\bar{\sigma}_\Delta$ нельзя перейти к коэффициенту или индексу корреляции между статистическими переменными, так как $\bar{\sigma}_\Delta$ не является средним квадратическим отклонением предсказываемого параметра от нормы.

Таблица 11 – Характерные значения отношения $\bar{S}/\bar{\sigma}$ и соответствующие им значения коэффициента или индекса корреляции и обеспеченности допустимой погрешности для нормального распределения

$\frac{\bar{S}}{\bar{\sigma}}$	Коэффициент (или индекс) корреляции $r(\rho)$	Обеспеченность погрешности $\pm 0,674 \bar{\sigma}$	$\frac{\bar{S}}{\bar{\sigma}}$	Коэффициент (или индекс) корреляции $r(\rho)$	Обеспеченность погрешности $\pm 0,674 \bar{\sigma}$
0,05	0,995	100	0,55	0,840	78,0
0,10	0,993	100	0,60	0,800	74,0
0,15	0,990	100	0,65	0,760	70,0
0,20	0,980	100	0,70	0,720	66,5
0,25	0,970	99,5	0,75	0,670	63,0
0,30	0,950	97,5	0,80	0,600	60,0
0,35	0,940	94,5	0,85	0,540	57,0
0,40	0,920	91,0	0,90	0,450	54,5
0,45	0,900	86,5	0,95	0,320	52,0
0,50	0,870	82,5	1,0	0,0	50,0

Таблица 11 позволяет определить выигрыш в обеспеченности допустимой погрешности, который дает методика при данном значении отношения $\bar{S}/\bar{\sigma}$ (по сравнению с обеспеченностью), равном допустимой погрешности отклонения от нормы. Для этого из обеспеченности, указанной в таблице 11, необходимо вычесть 50.

8.3.3 Применение методики в практике является целесообразным лишь в том случае, когда обеспеченность допустимой погрешности по этой методике не менее чем на 10 % превышает обеспеченность вероятного отклонения от среднего значения. Исходя из этого и учитывая погрешности определения \bar{S} и $\bar{\sigma}$, которые зависят от числа членов ряда n , ниже даются предельные значения основного критерия применимости методики. Методика считается применимой для выпуска прогнозов при следующих отношениях $\bar{S}/\bar{\sigma}$:

$$\begin{aligned} \text{при } n \leq 15 & \quad \bar{S}/\bar{\sigma} \leq 0,70, \\ \text{при } 15 < n < 25 & \quad \bar{S}/\bar{\sigma} \leq 0,75, \\ \text{при } n \geq 25 & \quad \bar{S}/\bar{\sigma} \leq 0,80, \end{aligned}$$

где n – число членов ряда, использованного при установлении зависимости для прогноза, или число проверочных прогнозов.

8.3.4 Величина отношения $\bar{S}/\bar{\sigma}$ является также и критерием качества применимой методики. Категория качества применимой методики и соответствующее значение $\bar{S}/\bar{\sigma}$ при числе проверочных прогнозов $n \geq 25$ даны в таблице 12 [4]. Для более полной характеристики качества применимой методики в этой же таблице приведены также соответствующие отношению $\bar{S}/\bar{\sigma}$ значения коэффициента или индекса корреляции и обеспеченности допустимой погрешности при $n \geq 25$.

Таблица 12 – Показатели качества методики при $n \geq 25$

Категория качества методики	Показатели качества методики		
	$\bar{S}/\bar{\sigma}$	Коэффициент (или индекс) корреляции ρ	Обеспеченность допустимой погрешности прогнозов, %
Хорошая	≤ 50	$\geq 0,87$	≥ 82
Удовлетворительная	0,51–0,80	0,86–0,60	81–60

Примечание - При числе членов ряда $n \leq 15$ табличные значения $\bar{S}/\bar{\sigma}$ уменьшаются на 0,1, а при $15 < n < 25$ – на 0,05.

8.3.5 Оценка применимости и качества методик прогнозирования расходов (уровней) воды и объема стока производится по отношениям $\bar{S}/\bar{\sigma}$ или $\bar{S}/\bar{\sigma}_\Delta$. Отношение $\bar{S}/\bar{\sigma}$ применяется для тех методик, допустимая погрешность которых равна $\pm 0,674\bar{\sigma}$, а $\bar{S}/\bar{\sigma}_\Delta$ – при допустимой погрешности данного вида прогнозов $\pm 0,674\bar{\sigma}_\Delta$. Правила и порядок назначения допустимых погрешностей изложены в разделе 8.2.2.

Величина \bar{S} определяется на основании проверочных прогнозов. Значения $\bar{\sigma}$ и $\bar{\sigma}_\Delta$ рассчитываются по многолетнему ряду, т.е. так же, как они определяются при назначении допустимой погрешности прогноза.

8.3.6 Оценка применимости и качества методик прогнозирования сроков наступления гидрологических явлений производится в зависимости от даты составления прогнозов. В этом отношении методики подразделяются на следующие группы:

- методики, по которым прогнозы составляются всегда раньше самой ранней даты наступления явления;
- методики, по которым прогнозы составляются в установленную дату, которая находится в пределах многолетней амплитуды наступления явления;
- методики, не имеющие фиксированной даты составления прогноза, т.е. такие, дата составления прогнозов по которым определяется сроком наступления тех или иных факторов, учет которых положен в основу методики. К этой группе относятся методики краткосрочных прогнозов и методики корректировки долгосрочных.

Критерии применимости и качества методик, входящих в ту или иную из указанных групп, приводятся ниже.

За критерий применимости и качества методик долгосрочных прогнозов сроков наступления гидрологических явлений, прогнозы по которым составляются раньше самого раннего срока наступления явления в многолетнем периоде, принимается отношение $\bar{S}/\bar{\sigma}$ ($\bar{\sigma}$ – среднее квадратическое отклонение от нормы, вычисляемое по многолетнему ряду). Средняя квадратическая погрешность проверочных прогнозов \bar{S} вычисляется по формуле:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n - m}}, \quad (23)$$

где Δ_i – отклонение фактической от предсказанной даты наступления гидрологических явлений в днях;

n – число членов ряда, по которому получена связь или число проверочных прогнозов;

m – характеристика вида уравнения регрессии, равная числу постоянных величин в нем.

Оценка применимости и качества методик, прогнозы по которым составляются в фиксированную дату, находящуюся в пределах многолетней амплитуды, производится по отношению $\bar{S}/\bar{\sigma}_c$,

где \bar{S} – средняя квадратическая погрешность проверочных прогнозов, определяемая по формуле (23);

$\bar{\sigma}_c$ – среднее квадратическое отклонение в пределах сокращенной амплитуды (от фиксированной даты составления прогноза до самой поздней даты), которое подсчитывается для многолетнего ряда обычным порядком.

Оценка методики, не имеющей фиксированной даты составления прогноза, производится по средней квадратической погрешности проверочных прогнозов в зависимости от допустимой погрешности для данного метода прогнозирования в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13 – Показатели качества методики прогнозирования дат

Оценка методики	Допустимая погрешность, сутки						
	1	2	3	4	5	6	7
Хорошая при $\bar{S} \leq$	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2
Удовлетворительная при $\bar{S} \leq$	1,2	2,4	3,6	4,8	5,9	7,1	8,2

8.3.7 Особые случаи оценки применимости и качества методики.

8.3.7.1 При определении зависимости гидрологического явления от обуславливающих его факторов, по которым можно составить прогноз, иногда приходится не принимать во внимание отдельные, резко отклоняющиеся случаи (точки), если они являются следствием неучета определенных условий формирования явления. Целесообразность практического применения таких зависимостей определяется тем, известна ли причина отклонений и насколько мала вероятность появления не принятых во внимание больших отклонений.

За критерий применимости такого рода зависимостей должна приниматься вероятность непревышения допустимой погрешности, вычисляемая как процентное отношение числа случаев m , в которых ошибки проверочных прогнозов были меньше допустимой, к общему числу проверочных прогнозов n

$$p(\delta) = \frac{m}{n} 100 \% \quad (24)$$

Зависимости, установленные без учета резко отклонившихся случаев, считаются практически применимыми при следующих значениях обеспеченности допустимой погрешности:

$$\begin{aligned} \text{при } n \geq 25 & \quad p \geq 75 \%, \\ \text{при } 25 > n > 15 & \quad p \geq 80 \%, \\ \text{при } n \leq 15 & \quad p \geq 85 \%. \end{aligned}$$

Следует иметь в виду, что при построении зависимостей исключение резко отклонившихся случаев допустимо лишь при условии, что определенно известна физическая причина отклонения и что эта причина не учитывается методикой.

8.3.7.2 Для методик краткосрочных и среднесрочных прогнозов гидрологических параметров и характеристик, базирующихся на прогнозах погоды (температуры воздуха, скорости и направлении ветра т.д.) нельзя подсчитать среднюю квадратическую погрешность проверочных прогнозов, поэтому в данном случае производится оценка методики по фактическим значениям метеорологических элементов. Если погрешность проверочных прогнозов в 85 % случаев из их общего числа не превышает допустимую для данного вида прогноза, то такие зависимости считаются приемлемыми для выпуска прогнозов.

Допустимая погрешность принимается исходя из условий использования данной методики для выпуска прогноза. Например, краткосрочные прогнозы сроков наступления осенних ледовых явлений, основанные на прогнозе температуры воздуха, составляются в среднем с заблаговременностью 2 дня, а среднесрочные прогнозы сроков наступления весенних ледовых явлений – 6 дней. Из этих значений заблаговременности и назначается допустимая погрешность (таблица 9) для оценки методики. При установлении указанного критерия применимости методики число проверочных прогнозов должно быть достаточным и по возможности включать случаи с экстремальными значениями предсказываемого явления.

8.4 Формы выражения прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

Правильная формулировка и численное выражение прогнозов имеют важное значение при их использовании. Прогноз целесообразно выпускать в такой форме, которая позволит потребителям получать максимум необходимой информации об ожидаемом гидрологическом режиме водного объекта.

Так как существующие методы прогнозирования не дают возможности составлять совершенно точные прогнозы, то при практическом использовании важно знать вероятность возможных отклонений. Поэтому численное выражение прогноза должно быть связано с точностью методики.

8.4.1 Основная форма выражения прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

Основной формой выражения прогнозов является такая, в которой дается ожидаемая величина, снятая с линии регрессии корреляционной зависимости или вычисленная, согласно методики, и вероятная погрешность прогноза. Например, весенний сток Днепра у г. Могилева ожидается 60 мм при вероятной погрешности ± 10 мм. Дополнительно к представленной прогностической информации приводятся многолетние характеристики: норма, максимум и минимум.

Если корреляционные зависимости, используемые для прогноза, установлены с соблюдением правил способа наименьших квадратов, то распределение погрешностей близко к нормальному закону, а вероятная погрешность прогноза определится по формуле:

$$\delta_{50\%} = \pm 0,674 S_{y-y'} \quad (25)$$

где $S_{y-y'}$ – средняя квадратическая погрешность данного прогноза.

Средняя квадратическая погрешность данного прогноза вычисляется в зависимости от средней квадратической погрешности связи \bar{S} , определенной по формуле (20), и отклонения от нормы основного аргумента (независимой переменной)

$$S_{y-y'} = f\left(\frac{\Delta}{\sigma_x}, n\right) \bar{S} \quad (26)$$

где $f\left(\frac{\Delta}{\sigma_x}, n\right)$ – переменный множитель, величина которого зависит от значения исходного аргумента и числа членов ряда n , входящих в зависимость. Введением этого множителя приближенно учитываются погрешности, связанные с неточностью проведения линии на графике зависимости. Значение его берется из таблицы 14.

Таблица 14 – Величины переменных множителей

$\frac{\Delta}{\sigma_x}$ n	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
10	1,05	1,06	1,10	1,15	1,22	1,31	1,41
15	1,04	1,04	1,06	1,11	1,15	1,22	1,29
20	1,03	1,03	1,05	1,08	1,12	1,17	1,22
25	1,02	1,025	1,04	1,06	1,10	1,14	1,18
30	1,015	1,020	1,03	1,05	1,08	1,11	1,15
40	1,012	1,015	1,025	1,04	1,06	1,09	1,12
50	1,010	1,012	1,020	1,03	1,05	1,07	1,10
60	1,008	1,010	1,015	1,025	1,04	1,06	1,08

Чтобы определить величину $f(\Delta/\bar{\sigma}_x, n)$, необходимо значение независимой переменной представить в виде отклонения от нормы ($\Delta = x - \bar{x}$) и выразить это отклонение в долях стандартного отклонения $\bar{\sigma}_x$

$$\frac{\Delta}{\bar{\sigma}_x} = \frac{x - \bar{x}}{\bar{\sigma}_x}. \quad (27)$$

Для зависимостей с двумя независимыми переменными за основную принимается та из них, которая сильнее влияет на предсказываемое явление.

Пример – Необходимо определить среднюю квадратическую погрешность прогноза $S_{y-y'}$ при использовании линейной корреляционной зависимости.

Дано: уравнение регрессии $y = 0,895x + 92$, средняя квадратическая ошибка связи $\bar{S} = 18.2$ см, число членов ряда $n = 25$, норма аргумента $\bar{x} = 1170$ см, стандартное отклонение аргумента $\bar{\sigma}_x = 177$ см, исходное значение аргумента $x = 1520$ см.

Находим:

1 Ожидаемую величину (среднее значение)

$$y = 0,895 \cdot 1520 + 92 = 1452 \text{ см.}$$

2 Отклонение аргумента от нормы, выраженное в долях $\bar{\sigma}_x$,

$$\frac{\Delta}{\bar{\sigma}_x} = \frac{1520 - 1170}{177} = 1.98 \approx 2.$$

3 Величину $f(\frac{\Delta}{\bar{\sigma}_x}, n) = 1,1$ определяем по таблице 14.

4 Среднюю квадратическую погрешность прогноза при $x = 1520$ см

$$S_{y-y'} = f\left(\frac{\Delta}{\bar{\sigma}_x}, n\right) \bar{S} = 1,1 \cdot 18.2 = 20 \text{ см.}$$

5 Вероятную погрешность прогноза

$$\delta_{50\%} = \pm 0,674 S_{y-y'} = \pm 0,674 \cdot 20 = \pm 13 \text{ см.}$$

Обеспеченность появления погрешности прогноза в пределах $\pm 0,674 S_{y-y'}$ составляет 50 %, откуда вытекает, что появление самой предсказываемой переменной в диапазоне от $y' - 0,674 S_{y-y'}$ до $y' + 0,674 S_{y-y'}$ также обеспечено на 50 %. Вероятность превышения ожидаемой переменной будет:

$$P(y \geq y' + 0,674 S_{y-y'}) = 25\%,$$

$$P(y \geq y') = 50\%,$$

$$P(y \geq y' - 0,674 S_{y-y'}) = 75\%.$$

Пример – Среднее значение ожидаемого максимального расхода (уровня) половодья y' согласно методике получилось равным $840 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя квадратическая погрешность $S_{y-y'}$ данного прогноза составляет $80 \text{ м}^3/\text{с}$, тогда ожидаемое значение максимального расхода (уровня) может быть дано в пределах $760-920 \text{ м}^3/\text{с}$:

$$y_{25\%} = 840 \text{ м}^3/\text{с} + 80 \text{ м}^3/\text{с} = 920 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$y_{50\%} = 840 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$y_{75\%} = 840 \text{ м}^3/\text{с} - 80 \text{ м}^3/\text{с} = 760 \text{ м}^3/\text{с}.$$

В случае, когда используемая для прогноза зависимость установлена без учета отдельных резко отклонившихся от линии связи точек, вероятная погрешность прогноза

ТКП 17.10–28–2011

определяется также из выражения $\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 S_{y-y'}$, но величина $S_{y-y'}$ установлена без учета резко отклонившихся точек. Следует иметь в виду, что в этом случае распределение ошибок имеет обычно большую асимметрию и определение величины различной обеспеченности ($y_{25\%}, y_{50\%}, y_{75\%}$) следует производить с использованием эмпирической кривой распределения ошибок, как это изложено в разделе 8.4.2.

При разработке методики могут встретиться случаи, когда погрешности прогноза оказываются в той или иной мере зависящими от исходного аргумента, а следовательно, от самой искомой переменной. В практике прогнозов такие зависимости, как правило, недостаточно тесны, тем не менее, наличие их не позволяет рассматривать погрешности прогноза как случайные и требует особого подхода при определении вероятной погрешности прогноза. Следует отметить, что вполне универсального решения такой задачи нет. В каждом частном случае необходим специальный анализ, учитывающий характер зависимости искомой переменной от ее аргументов и особенности определения переменных и основные причины погрешности прогноза.

8.4.2 Особая форма выражения прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

К прогнозам, численное выражение которых отличается от общего правила, относятся прогнозы сроков наступления ледовых явлений, составляемые для участков рек, прогнозы предельных значений явлений, прогнозы толщины льда и некоторые другие.

Форма выражения долгосрочных прогнозов сроков наступления ледовых явлений, составляемых для участков рек, сводится к тому, что даются ожидаемые даты начала и распространения данного явления на весь участок и вероятная погрешность прогноза в днях.

При наличии пунктов наблюдений длина участка выбирается такой, чтобы средняя продолжительность развития явления на нем не превышала 5 дней.

При определении сроков начала явления на участке и распространения этого явления на весь участок не принимаются во внимание сроки по пунктам гидрологических наблюдений, где имеется местное искажение ледового режима.

Краткосрочные прогнозы сроков наступления ледовых явлений для участков рек также даются двумя датами. Диапазон этих дат определяется ожидаемыми сроками для крайних пунктов участка. Участки берутся такой длины, чтобы продолжительность развития предсказываемого явления не превышала 3 дней. Вероятная погрешность в этих прогнозах не указывается.

Краткосрочные прогнозы сроков наступления ледовых явлений для отдельных пунктов, основанные на прогнозе температуры воздуха, даются в виде двухдневного диапазона без указания вероятностей погрешности. Например, вскрытие Березины у Борисова ожидается 5–6.04.

Прогнозы предельных значений явления даются одним числом или одной датой.

Прогнозы толщины ледового покрова выражаются двумя значениями: первое – ожидаемая толщина льда за вычетом допустимой погрешности прогноза, а второе – ожидаемая толщина льда, сложенная с допустимой погрешностью прогноза. Допустимая погрешность прогноза принимается в зависимости от изменения толщины ледового покрова за период заблаговременности прогноза (таблица 10).

Пример – Начальная толщина льда 20 см, приращение за декаду ожидается 10 см. Допустимая погрешность при таком приращении ± 3 см. Ожидаемая толщина льда на конец декады может быть дана в пределах 27–33 см.

8.4.3 Вероятностная форма выражения прогнозов гидрологического режима поверхностных вод

В ряде случаев использование прогнозов в практике связано со знанием отклонений более редкой повторяемости, чем вероятная погрешность, в связи с чем обычная форма прогноза становится для потребителя недостаточной. Тогда прогноз дается в виде условной кривой обеспеченности или в табличном виде с указанием различных значений предсказываемого параметра, обеспеченного на 10 %, 25 %, 50 %, 75 % и 90 %. Расширение диапазона ожидаемого параметра за пределы 5 % и 95 % обеспеченности не рекомендуется.

Ожидаемый параметр заданной обеспеченности определяется по формуле:

$$y_p = y' + \delta_p, \quad (28)$$

где y' – среднее значение ожидаемого параметра, снятое со связи или вычисленное согласно методике;

δ_p – погрешность прогноза, обеспеченная на $p\%$.

Погрешность прогноза заданной обеспеченности находится по формуле:

$$\delta_p = t_p S_{y-y'}, \quad (29)$$

где $S_{y-y'}$ – средняя квадратическая погрешность прогноза по формуле (26);

t_δ – нормированное отклонение заданной обеспеченности из таблицы 15.

Таблица 15 – Величина нормированного отклонения, соответствующая заданной обеспеченности

Обеспеченность, %	5	10	25	50	75	90	95
t_δ	1,64	1,28	0,674	0	-0,674	-1,28	-1,64

Пример расчетов по формуле (28) приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Прогноз расходов воды (м³/с) заданной обеспеченности при $Q' = 275$, $S_{Q-Q'} = 35,6$ на май для р. Днепр

Характеристика	Обеспеченность, %						
$Q_\delta = Q' + t_\delta S_{Q-Q'}$	5	10	25	50	75	90	95
t_p	1,64	1,28	0,674	0	-0,674	-1,28	-1,64
$275 + t_\delta \cdot 35,6$	333	321	299	275	251	229	217

Если используемая для прогноза зависимость установлена без учета резко отклонившихся случаев в соответствии с разделом 8.3.3, то погрешность прогноза заданной обеспеченности определяется по эмпирическим кривым распределения погрешности. Для этого все погрешности располагаются в убывающем порядке (от наибольшей положительной через нулевое значение к наибольшей отрицательной). Затем для каждой погрешности определяется ее обеспеченность по формуле (30), полученные данные наносятся на логарифмическую сетку и проводится плавная кривая, с которой снимаются погрешности требуемой обеспеченности.

$$p_m = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} 100\% \quad (30)$$

где m – порядковый номер погрешности в убывающем ряду;

n – общее число членов ряда.

Библиография

- [1] ВМО-№ 168 Руководство по гидрологической практике
Всемирная Метеорологическая Организация. Пятое издание 1994
- [2] Положение о порядке предоставления государственной гидрометеорологической службой гидрометеорологической информации потребителям такой информации
Утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 января 2007 года № 75
- [3] Ю.М.Георгиевский, С.В.Шаночкин. Гидрологические прогнозы
СПб.: Гидрометеоиздат, 2007
- [4] ВМО-№ 168 Руководство по гидрологической практике
Л.: Гидрометеоиздат, Третье издание 1975