МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И	**Р 52.08.870–2017**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММ НАБЛЮДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ

Санкт-Петербург

2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным бюджетным учреждением «Государственный гидрологический институт» (ФГБУ «ГГИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ Т. И. Яковлева, канд. техн. наук (руководитель разработки); О. Е. Кучеренко, Т. М. Аксянов, Ю. В. Шарина

3 ОДОБРЕНЫ решением методической комиссии ФГБУ «ГГИ», протокол от 13.12.2016 № 2

4 СОГЛАСОВАНЫ:

с Управлением наблюдательной сети и гидрометобеспечения (УНСГ) Росгидромета 22.12.2017;

с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун») письмом от 11.10.2017 г. № 01-46/2610

5 УТВЕРЖДЕНЫ Руководителем Росгидромета 26.12.2017

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 29.12.2017 № 717

6 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ФГБУ «НПО «Тайфун» от 27.12.2017 за номером Р 52.08.870–2017

7 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

8 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2023 год

Содержание

1 Область применения ……..…….……..…..…… 1

2 Нормативные ссылки ……..…….……..…..……. 1

3 Термины, определения и сокращения …….……..…..……... 2

4 Общие положения ……..…….……..…..…….. 5

5 Требования к показателям точности уровней и расходов воды..... 6

6 Программы наблюдений автоматизированных гидрологических постов …..... 9

6.1 Программа наблюдений АГП, работающего в автономном режиме…… 9

6.2 Программа наблюдений АГП с наблюдателем…….. 13

7 Возможности оптимизации программ наблюдений за различными элементами водного режима..... 14

7.1 Наблюдения за уровнями воды ……..... 14

7.2 Наблюдения за стоком (расходами) воды ……..... 17

7.3 Наблюдения за температурой воды ……..... 20

7.4 Наблюдения за толщиной льда ……..... 22

Приложение А (рекомендуемое) Пример оптимизации измерений расходов воды 24

Библиография ……..... 28

Введение

В результате модернизации и технического перевооружения гидрологической сети Росгидромета на гидрологических постах традиционные средства измерения и наблюдения за гидрологическими характеристиками заменяются на современные приборы. На гидрологических постах устанавливаются автоматизированные гидрологические комплексы (АГК), которые должны выполнять непрерывные автоматизированные наблюдения за уровнями воды. Данные, полученные с помощью датчиков АГК, должны передаваться по каналам связи в центры сбора данных, созданные в ЦГМС и УГМС. Для измерения расходов воды и выполнения другого рода эпизодических работ на гидрологических постах создаются и оснащаются современными гидрометрическими (включая акустические доплеровские профилографы) и топогеодезическими приборами мобильные гидрологические лаборатории (МГЛ). Комплектами для измерения расходов воды (КИРВ) с акустическими доплеровскими профилографами оснащаются также стационарные сетевые гидрологические подразделения.

Для повышения эффективности работы гидрологической сети в условиях модернизации технических средств наблюдений и автоматизации получения, сбора, передачи и обработки информации необходим пересмотр и оптимизация программ наблюдений, порядка и способов получения и передачи данных.

Подготовка настоящих рекомендаций обусловлена внедрением на гидрологической сети Росгидромета новых средств измерений, автоматизации получения, сбора, передачи и обработки гидрологической информации и необходимостью пересмотра и оптимизации программ наблюдений (измерений) различных характеристик водного режима.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММ НАБЛЮДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ

Дата введения — 2018—01—01

Срок действия — до 2023—12—31

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации устанавливают методические подходы при проведении мероприятий по оптимизации программ наблюдений и определяют требования к точности данных наблюдений за уровнями и расходами воды на гидрологической сети Росгидромета, предлагают возможности оптимизации программ наблюдений за температурой воды и толщиной льда.

1.2 Рекомендации предназначены для специалистов-гидрологов территориальных УГМС и их сетевых подразделений.

1.3 Рекомендации могут быть полезны инженерно-техническому персоналу других ведомств, выполняющих гидрологические наблюдения на реках и каналах (водотоках) по методикам Росгидромета.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 19179–73 Гидрология суши. Термины и определения

РД 52.08.767–2012 Расход воды на водотоках. Методика измерений акустическими доплеровскими профилографами «Stream Pro» и «Rio Grande»

РД 52.04.563–2013 Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями

РД 52.08.163–88 Дополнение к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках

МИ 1759–87 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом «скорость-площадь»

РД 52.08.869–2017 «Методика измерений уровня воды в водоемах и водотоках автоматизированными гидрологическими комплексами"

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов:

- национального стандарта — в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году:

- нормативных документов Росгидромета — по РД 52.18.5—2012 и дополнениям к нему – ежегодно издаваемым информационным указателям нормативных документов.

Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих рекомендациях применены термины по ГОСТ 19179, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **автоматизированный гидрологический комплекс; АГК:** Комплекс приборов и оборудования, предназначенных для выполнения автоматизированных наблюдений за гидрологическими характеристиками водного режима, оснащенный средствами передачи информации в центры сбора данных.

3.1.2 **автоматизированный гидрологический пост;** АГП: Гидрологический пост, на котором для ежедневных наблюдений за гидрологическими характеристиками водного режима используется АГК.

3.1.3 **гидрометрический учет речного стока**: Определение объемов воды, протекшей через живое сечение потока в створе гидрологического поста за отдельно взятые или календарные периоды времени (секунду, сутки, декаду, месяц, год) по данным совокупностей непрерывных наблюдений за уровнем и эпизодических измерений расходов воды.

3.1.4 **кривая расходов *Q(H)*:** Графическое представление связи измеренных расходов (*Q)* и уровней воды *(H)* в конкретном гидрометрическом створе, которое используется для оценки пропускной способности русла и учета стока.

3.1.5 **мобильная гидрологическая лаборатория;** МГЛ: Транспортное средство (автомобиль, катер), укомплектованное приборами и оборудованием гидрологического назначения и предназначенное для выполнения эпизодических гидрометрических работ и наблюдений, а также технического обслуживания приборов и оборудования на гидрологических постах.

3.1.6 **оперативный учет стока:** Гидрометрический учет стока, осуществляемый в оперативных подразделениях обработки гидрологических данных в реальном времени по данным об уровнях и расходах воды, поступающим по каналам связи для текущей оценки водности рек и обеспечения задач оперативного гидрометеорологического обслуживания потребителей и гидрологического прогнозирования.

3.1.7 **расход воды, срочный**: Расход воды, вычисленный с использованием методов гидрометрического учета стока по данным срочного наблюдения за уровнем воды.

3.1.8 **расход воды, ежедневный**: Средний расход воды за сутки.

3.1.9 **расход воды, декадный**: Средний расход воды за декаду.

3.1.10 **расход воды, месячный**: Средний расход воды за месяц.

3.1.11 **расход воды, годовой**: Средний расход воды за год.

3.1.12 **режимный учет стока:** Гидрометрический учет стока, осуществляемый в режимных подразделениях обработки гидрологических данных по истечении расчетного периода по данным полных совокупностей наблюденных уровней и расходов воды.

3.1.13 **погрешность измерения:** Отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

3.1.14 **профилограф (акустический доплеровский профилограф):** Измерительный комплекс, предназначенный для измерения профиля (эпюры) скорости и глубины потока, использующий доплеровский акустический датчик скорости (РД 52.08.767).

3.1.15 **уровнемер:** Прибор или установка для измерения уровня воды.

3.2 В настоящих рекомендациях введены и применены следующие сокращения:

ВК – водный кадастр;

ГМО – гидрометеорологическая обсерватория;

ГМС – гидрометеорологическая станция;

ГМЦ – гидрометцентр;

ГП – гидрологический пост;

ГС – гидрологическая станция;

ЕРВ – ежедневные расходы воды;

ИРВ – измеренные расходы воды;

КИРВ – комплект для измерения расходов воды;

МКР – многолетняя кривая расходов;

НИУ – научно–исследовательское учреждение;

НЯ – неблагоприятное явление;

ОГС – озерная гидрометеорологическая станция;

ОГ – отдел гидрологии;

ОГП – озерный гидрометеорологический пост;

ОГМС – объединенная гидрометеорологическая станция;

ОЯ – опасное природное явление

СГМО – специализированная гидрометеорологическая обсерватория;

СИ – средства измерения;

СКО – среднее квадратическое отклонение;

УГМС – территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

ЦГМС – центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

ЦСД – центр сбора данных.

4 Общие положения

4.1 Основой организационной структуры модернизированной системы гидрологических наблюдений являются пункты наблюдений основной гидрологической сети на реках (ГП), озерах и водохранилищах (ОГП).

4.2 В ходе модернизации пункты наблюдений гидрологической сети оснащаются различными комплектами оборудования, которые в зависимости от возможной степени автоматизации наблюдений подразделяются на следующие типы.

4.2.1 Комплект оборудования автономного АГП, которое позволяет выполнять программу ежедневных наблюдений автоматизированными средствами без наблюдателя. Ежедневные измерения гидрологических характеристик водного режима, в том числе уровня воды, выполняются полностью автоматически с использованием АГК. Эпизодические измерения (расходов воды, наносов, снегосъемки и др.) выполняются специалистами сетевых подразделений (ГС, ОГМС, ГМО, ОГ ЦГМС, ОГ УГМС и др.) с использованием оборудования МГЛ. Вся информация, полученная с использованием датчиков АГК и фоторегистратора, передается автоматически по расписанию в центры сбора данных (ЦСД). Данные эпизодических наблюдений, в частности, измерений расходов воды в ЦСД передаются специалистами МГЛ.

4.2.2 Комплект оборудования АГП, которое позволяет ежедневные наблюдения за уровнем воды выполнять автоматизированно с использованием АГК. Дополнительно к автоматизированному уровнемеру в комплект оборудования АГП могут быть добавлены датчик температура воды, размещенный в том же месте, где и датчик уровня воды, и датчик жидких осадков. В этом случае в автоматизированном режиме на таком ГП выполняются измерения уровня воды, температуры воды в точке установки датчика и количества жидких осадков. Вся информация, полученная с использованием датчиков АГК, передается автоматически по расписанию в ЦСД. Данные эпизодических наблюдений, в частности, измерений расходов воды в ЦСД передаются наблюдателем ГП.

4.2.3 Комплект оборудования ГП с наблюдателем без автоматизированных СИ, на котором все ежедневные и эпизодические наблюдения и измерения полностью выполняются наблюдателем ГП. В случае, если ГП является информационным, вся, необходимая для оперативного обслуживания гидрологическая и метеорологическая информация, в ЦСД передается наблюдателем ГП.

4.3 Перевод ГП в автономный режим работы осуществляется только после

проведения сравнительных наблюдений за уровнем воды автоматизированными и традиционными средствами в различных условиях водного, руслового и ледового режима, характерных для данного ГП, выполненных в течение не менее одного календарного года, и получения положительного заключения головного НИУ (ФБГУ «ГГИ») по результатам этих наблюдений.

4.4 Для обеспечения выполнения наблюдений за состоянием водного объекта ГП, работающий в автономном режиме обязательно должен быть оборудован фото или видеорегистратором.

4.5 В автономный режим работы рекомендуется переводить ГП, расположенные в радиусе быстрого доступа (не более 300 - 400 км) от сетевого подразделения (ГС, ГМО, ОГ ЦГМС, ОГ УГМС и др.), в котором есть МГЛ для обслуживания этих ГП.

4.6 Оптимизация программ наблюдений осуществляется на модернизированных ГП, оснащенных комплектами оборудования типов автономного АГП и АГП. На неавтоматизированных ГП программа наблюдений не меняется и должна соответствовать требованиям РД 52.08.163 и наставлений [1]–[4].

5 Требования к показателям точности уровней и расходов воды

5.1 Оптимизация программ наблюдений направлена на повышение эффективности работы модернизированной гидрологической сети Росгидромета, увеличение объема получаемых данных наблюдений и снижение погрешностей наблюденных и рассчитанных гидрологических данных.

5.2 Погрешность наблюдения представляет собой разность между измеренной величиной и действительным значением элемента в месте и в момент наблюдения. В совокупности она включает в себя три вида погрешностей:

- инструментальную погрешность, представляющую собой отклонение (разность) показаний прибора после введения всех поправок от действительной величины, измеряемой эталонным прибором;

- погрешность методики и условий наблюдений за счет несовершенства способа наблюдения, погрешности установки прибора, ошибки отсчета и т. д., а также из-за того, что наблюдения производятся в разных условиях;

- погрешность дискретных измерений, возникающую при осреднении их по месту и времени наблюдений.

5.3 При соблюдении требований, предъявляемых к данным измерения расходов и уровней воды и рассчитанным характеристикам речного стока, в соответствии с РД 52.08.163, МИ 1759 и наставлениями [1]–[4], допускаемые случайные погрешности наблюдений за уровнями, расходами воды и расчетными характеристиками речного стока не должны превышать значений, приведенных в таблицах 1, 2.

5.4 Допускаемые абсолютные значения случайных погрешностей наблюдения уровня воды не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Требования к точности наблюдений срочных уровней воды на равнинных и горных реках

Условия измерения	Абсолютная случайная погрешность наблюдений, см
Равнинные реки	
Защищенный пост и самописец или АГК с колодцем	1
Открытый пост, АГК в открытом потоке	От 1 до 3 включ.
Горные реки	
Защищенный пост и самописец или АГК с колодцем	1
Открытый пост, АГК в открытом потоке	От 1 до 5 включ.

5.5 Допускаемые погрешности вычисления средних суточных уровней воды для АГП не должны превышать 1 см.

5.6 Границы допускаемой относительной погрешности измерений расходов воды не должны превышать 10 %.

5.7 Допускаемые погрешности вычисления характеристик стока воды (расходов воды) при оптимизации наблюдений не должны превышать значений, приведенных в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Допустимые относительные погрешности вычисления характеристик речного стока (расходов воды) при оптимизации измерений расходов воды

Условия измерения	Ед. изм.	Относительная погрешность вычисления средних значений расходов воды за период							
		сутки		декада		месяц		год	
		средняя	предельная	средняя	предельная	средняя	предельная	средняя	предельная
Вычисление расходов воды по кривой *Q(H)*									
Беспойменное русло; *Q(H)* хорошо обоснованная измеренными расходами воды (разброс точек от кривой в пределах ±5 %)	%	От 1 до 2 включ.	От 2.5 до 5 включ.	От 1 до 2 включ.	От 2.5 до 5 включ.	От 1 до 2 включ.	От 2.5 до 5 включ.	От 1 до 2 включ.	От 2 до 4 включ.
Пойменное русло; *Q (H*) хорошо обоснованная	%	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.
Неоднозначная зависимость *Q (H)* при деформациях русла –хорошо обоснованная	%	От 3 до 5 включ.	От 8 до 12 включ.	От 2 до 3 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 3 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.
Неоднозначная зависимость *Q (H)* при переменном подпоре -хорошо обоснованная	%			От 2 до 3 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 3 включ.	От 5 до 10 включ.	От 2 до 4 включ.	От 5 до 10 включ.
Вычисление стока воды (расходов воды) при достаточном количестве измеренных расходов по интерполяции между измеренными расходами									
В период зарастания	%	От 3 до 5 включ.	От 8 до 12 включ.	От 2 до 5 включ.	От 6 до 10 включ.	От 2 до 5 включ.	От 6 до 10 включ.		
В период ледовых явлений	%	От 2 до 5 включ.	От 5 до 12 включ.	От 2 до 5 включ.	От 6 до 10 включ.	От 2 до 5 включ.	От 6 до 10 включ.		

6 Программы наблюдений автоматизированных гидрологических постов

6.1 Программа наблюдений АГП, работающего в автономном режиме

6.1.1 Программа наблюдений АГП, работающих в автономном режиме, определяется его разрядом.

6.1.2 Наиболее полная программа наблюдений выполняется автономно работающим АГП первого разряда (ГП-1а) приведена в таблице 3. В программу могут входить как обязательные, так и дополнительные ежедневные автоматизированные наблюдения и эпизодические наблюдения и измерения, выполняемые специалистами МГЛ.

6.1.3 К обязательным автоматизированным наблюдениям для АГП всех разрядов, работающих в автономном режиме, относятся:

- наблюдения за уровнем воды;
- наблюдения за состоянием водного объекта с помощью фоторегистратора;

6.1.4 Дополнительно на АГП в автоматизированном режиме могут выполняться наблюдения:

- за температурой воды в точке установки датчика уровня воды;
- за твердыми и жидкими осадками.

6.1.5 АГК, выполняющий автоматизированные наблюдения на АГП, обеспечивает передачу данных в центры сбора данных с заданной частотой.

6.1.6 Все виды эпизодических наблюдений на автономно работающих АГП должны выполняться силами разъездных гидрологических бригад с использованием МГЛ.

6.1.7 Автономно работающий АГП 2-го разряда (ГП-2а) выполняет обязательные автоматизированные гидрологические наблюдения, перечисленные в таблице 3 (1.1); дополнительно может выполнять автоматизированные наблюдения за температурой воды (1.2.1); выполняет передачу данных наблюдений в ЦСД (1.3). Силами разъездных гидрологических бригад с использованием МГЛ на постах разряда ГП-2а выполняются наблюдения и работы, перечисленные в 2.1.1, 2.1.2, 2.1.5 программы работ для поста разряда ГП-1а.

6.1.8 Автономно работающий АГП 3-го разряда (ГП-3а) выполняет обязательные автоматизированные гидрологические наблюдения, перечисленные в таблице 3 (1.1); дополнительно может выполнять автоматизированные

наблюдения за температурой воды в точке установки датчика уровня воды (1.2.1); выполняет передачу данных наблюдений в ЦСД (1.3). Силами разъездных гидрологических бригад с использованием МГЛ на постах разряда ГП-3а выполняются наблюдения и работы, перечисленные в 2.1.1, 2.1.2, 2.1.5 программы работ для поста разряда ГП-1а.

Т а б л и ц а 3 – Программа наблюдений АГП, работающего в автономном режиме, первого разряда (ГП-1а)

Вид наблюдений и/или работ	Срок наблюдений и/или работ
1 Автоматизированные наблюдения 1.1 Обязательные автоматизированные гидрологические наблюдения	
а) за уровнем воды с использованием датчика уровня воды	Ежедневно 1 раз в час, в период половодья и паводков учащенно по указанию УГМС
б) с использованием фото или видео регистратора	
- за ледовыми явлениями на участке ГП	Ежедневно, 2 раза в сутки (учащенно – в период замерзания и вскрытия по указанию УГМС) в светлое время суток
- за распространением водной растительности на участке ГП	Ежедневно, 1 раз в сутки в светлое время суток
в) за количеством жидких осадков с использованием автоматизированного осадкомерного комплекса (ОК)	Ежесуточно суммарно за 6, 12, 18 и 24 ч
1.2 Дополнительные автоматизированные наблюдения*	
1.2.1 Гидрологические наблюдения за температурой воды в точке установки датчика уровня воды	Ежедневно 1 раз в час
1.3 Передача данных обязательных и дополнительных автоматизированных наблюдений в ЦСД	В сроки, заданные по указанию УГМС
2. Наблюдения и работы, выполняемые разъездной гидрологической бригадой с использованием МГЛ	
2.1 Обязательные наблюдения и работы с использованием МГЛ	
2.1.1 Контрольные измерения уровней воды	По плану УГМС
2.1.2 Наблюдения за толщиной льда, шуги и высотой снега на льду	10, 20 числа и в последний день месяца по указанию УГМС

Окончание таблицы 3

Вид наблюдений и/или работ	Срок наблюдений и/или работ
2.1.3 Измерение расходов воды	По плану УГМС
2.1.4 Передача данных об измеренных расходах воды (ИРВ), толщине льда, шуги и высоте снега на льду в ЦСД	В сроки, заданные по указанию УГМС
2.1.5 Геодезические работы на участке ГП	По плану УГМС в соответствии с разрядом ГП и требованиями Наставлений
2.2 Дополнительные наблюдения и работы с использованием МГЛ*	
2.2.1 Измерение расходов взвешенных наносов, взятие проб воды на мутность, химический анализ и проб наносов и донных отложений на механический анализ	При измерении расходов воды
2.2.2 Взятие проб воды на мутность, химический анализ и проб наносов и донных отложений на механический анализ	По плану УГМС в соответствии с разрядом ГП и требованиями Наставлений
2.2.3 Наблюдения за уклоном водной поверхности	При измерении расходов воды
2.2.4 Метеорологические наблюдения за снежным покровом (высотой и плотностью снега)	
а) на постоянных участках	По указанию УГМС
б) при снегомерных съемках	
2.3 Передача данных за снежным покровом в ЦСД	В сроки, заданные по указанию УГМС
* Перечень речных ГП, на которых выполняются дополнительные гидрологические и метеорологические наблюдения, и состав дополнительных наблюдений определяется по плану работы гидрологической сети, утвержденному Росгидрометом, и в соответствии с указанием УГМС.	

6.1.9 Озерный АГП, работающий в автономном режиме, разряда ОГП-2а выполняет обязательные автоматизированные гидрологические наблюдения в соответствии с таблицей 4 (1.1). Дополнительно может выполнять автоматизированные наблюдения за температурой воды (1.2.1); выполняет передачу данных наблюдений в ЦСД (1.3). Силами разъездных гидрологических бригад с использованием МГЛ на постах разряда ГП-3а обязательно выполняются наблюдения и работы, перечисленные в 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 программы работ поста

разряда ОГП-2а. Дополнительно по плану УГМС могут выполняться гидрохимические наблюдения по 2.2.

Т а б л и ц а 4 – Программа наблюдений автоматизированного озерного гидрометеорологического поста ОГП-2а

Вид наблюдений и/или работ	Срок наблюдений и/или работ
1 Автоматизированные наблюдения	
1.1 Обязательные автоматизированные гидрологические наблюдения	
а) с использованием датчика уровня воды	Ежедневно 1 раз в час, в период половодья и паводков учащенно по указанию УГМС
- за уровнем озера (водохранилища)	
б) с использованием фото или видео регистратора	
- за ледовыми явлениями на участке поста	Ежедневно, 1 раза в светлое время суток (учащенно – при значительном изменении ледовой обстановки по указанию УГМС)
1.2 Дополнительные автоматизированные наблюдения*	
1.2.1 Гидрологические наблюдения за температурой воды в точке установки датчика уровня воды	Ежедневно 1 раз в час
1.2.2 Метеорологические наблюдения за жидкими осадками с использованием датчика жидких осадков в составе АГК	Ежесуточно суммарно за 6, 12, 18 и 24 ч
1.3 Передача данных обязательных и дополнительных автоматизированных наблюдений в ЦСД	В сроки, заданные по указанию УГМС
2 Наблюдения и работы, выполняемые разъездной гидрологической бригадой с использованием МГЛ	
2.1 Обязательные наблюдения и работы с использованием МГЛ:	
2.1.1 Контрольные измерения уровней воды	По плану УГМС
2.1.2 Наблюдения за толщиной льда и высотой снега на льду в береговой зоне	10, 20 числа и в последний день месяца по указанию УГМС
2.1.3 Передача данных наблюдений за толщиной льда, и высотой снега на льду в ЦСД	В сроки, заданные по указанию УГМС
2.1.4 Геодезические работы на участке поста	По плану УГМС

Окончание таблицы 4

Вид наблюдений и/или работ	Срок наблюдений и/или работ
2.2 Дополнительные наблюдения и работы с использованием МГЛ*	
Гидрохимические наблюдения. Отбор проб воды на химический анализ с производством некоторых полевых химических определений на рейдовой вертикали	По плану УГМС
* Перечень озерных гидрологических постов, на которых выполняются дополнительные гидрологические и метеорологические наблюдения, и состав дополнительных наблюдений определяется по плану работы гидрологической сети утвержденному Росгидрометом, и в соответствии с указанием УГМС	

6.2 Программа наблюдений АГП с наблюдателем

6.2.1 В программу наблюдений АГП входят виды наблюдений, которые выполняются автоматизировано, и виды наблюдений, которые проводятся традиционным способом наблюдателем ГП.

Обязательными автоматизированными наблюдениями с использованием АГК являются наблюдения за уровнем воды.

Дополнительно с использованием датчиков температуры воды и жидких осадков в составе АГК могут выполняться следующие наблюдения:

- за температурой воды в точке установки датчика уровня воды;
- за жидкими осадками.

АГК обеспечивает передачу данных автоматизированных наблюдений с заданной частотой в центры сбора данных.

6.2.2 Наблюдения, которые выполняются наблюдателем ГП, подразделяются на наблюдения, которые выполняются в период проведения параллельных наблюдений, и наблюдения, проводимые после окончания этого периода.

В период параллельных наблюдений наблюдателем ГП выполняются все виды наблюдений, предусмотренные программой работы ГП в зависимости от его разряда (ГП-1, ГП-2, ГП-3, ОГП).

После окончания периода параллельных наблюдений наблюдатель выполняет контрольные наблюдения за уровнем воды с заданной частотой и остальные наблюдения, предусмотренные программой работы ГП в соответствие

с его разрядом (визуальные наблюдения, измерения расходов воды, наблюдения за твердым стоком, за ледовыми явлениями, снежным покровом и др.).

7 Возможности оптимизации программ наблюдений за различными элементами водного режима

7.1 Наблюдения за уровнем воды

7.1.1 Наблюдения за уровнем воды на реках, как правило, связаны с общей задачей учета стока (на ГП-1), но в отдельных случаях могут иметь самостоятельное значение (на ГП, расположенных на судоходных реках и каналах, вблизи крупных населенных пунктов, промышленных объектов, транспортных и гидротехнических сооружений, в местах водозабора для водоснабжения промышленных предприятий или для орошения и обводнения и т. д.).

7.1.2 Уровень воды измеряется практически на всех ГП сети Росгидромета. Для обеспечения наибольшей эффективности и оптимизации работы АГП для каждого из них необходимо уточнить или определить следующие характеристики уровенного и ледового режима:

- уточнить экстремальные значения уровней воды (возможные низшие и высшие уровни за весь период наблюдений);
- уточнить экстремальные значения интенсивности изменения уровня воды, (см/ч);
- уточнить НЯ низкой и высокой водности;
- уточнить ОЯ низкой и высокой водности;
- определить отметку уровня воды, соответствующую положению нижней границы льда в зимний период.

7.1.3 Уточненные значения уровней НЯ и ОЯ используются для выбора и задания оптимальных интервалов между измерениями уровня воды и передачи данных в ЦСД с помощью АГК в соответствии с положениями РД 52.08.869.

7.1.4 Необходимость перехода на учащенные измерения и передачу уровней воды в период прохождения волн половодья и паводков определяется специалистами сетевых подразделений УГМС. Переход на учащенный режим работы АГК должен осуществляться автоматически путем выполнения настроек контроллера

АГК или вручную при прогнозе наступления неблагоприятных и опасных явлений по уровню воды.

7.1.5 Важным этапом наблюдений за уровнями воды на АГП является период параллельных сравнительных измерений, когда наряду с автоматизированными измерениями уровня воды проводятся учащенные контрольные измерения с использованием штатного постового оборудования. Основными задачами, которые должны быть решены в результате параллельных наблюдений, являются: соблюдение принципа единства и сопоставимости данных наблюдений и определение оптимальной частоты выполнения контрольных измерений гидрологических характеристик после полного перехода на автоматизированный способ их измерения. В этот же период должны быть определены оптимальные режимы выполнения измерений и регламент передачи данных с помощью АГК.

7.1.6 Сравнительные наблюдения за уровнем воды на АГП проводятся в течение не менее одного календарного года в различных условиях водного, руслового и ледового режима, характерных для данного ГП. В этот период контрольные измерения уровней воды выполняются наблюдателем ГП в два срока (8 и 20 ч) при плавном изменении уровня и учащенно в период паводков и половодья.

7.1.7 По окончании периода сравнительных наблюдений выполняется анализ полученных данных. Средние квадратические расхождения автоматизированных и ручных данных наблюдений не должны превышать значений, приведенных в таблице 1. Если указанные условия не выполняются, период сравнительных наблюдений должен быть продлен еще на 1 год.

7.1.8 Если по результатам параллельных наблюдений данные АГП признаются надежными и принимается решение об использовании АГК, как основного средства измерения уровня воды, в дальнейшем с использованием штатного оборудования выполняются только контрольные измерения уровня воды.

7.1.9 На ГП, оборудованных АГК, контрольные измерения производятся:

- на АГП с наблюдателем в один или два срока при посещении поста наблюдателем для выполнения других видов наблюдений: визуальных наблюдений, измерения температуры воды, измерения расхода воды, отбора проб наносов и пр. При стабильной работе АГК количество контрольных измерений за уровнем воды может быть сокращено до 1 в 5-10 дней;

- на АГП, работающих в автономном режиме, при каждом посещении поста мобильной гидрологической группой для выполнения эпизодических видов

наблюдений и работ: измерения расхода воды, измерения толщины льда, отбора проб наносов; сервисного обслуживания оборудования АГК, нивелировки постовых устройств и пр.

7.1.10 Задача отслеживания и текущего контроля хода уровня воды по данным АГК, на ГП с АГК, возлагается на специалистов-гидрологов сетевых подразделений (ОГ, ГС, ОГС, ГМО, ОГМС), в чьем подчинении находится соответствующий ГП, и имеющих доступ к базе данных ЦСД.

7.1.11 В случаях резких скачков уровней воды в данных АГК, не связанных с возможным повышением или уменьшением водности реки и не обусловленных подпором при ледообразовании и заторно-зажорных явлениях, а также в случаях полного прекращения поступления данных АГК должна быть незамедлительно выявлена причина необоснованного скачка уровня или прекращения работы АГК.

7.1.12 Выявление и ликвидация причины сбоя в данных наблюдений за уровнем воды должны быть выполнены в течение одного-двух дней с момента сбоя.

7.1.13 Сразу после обнаружения сбоя в работе АГК наблюдателю АГП с наблюдателем должно быть дано распоряжение выполнить контрольное измерение уровня воды и далее, вплоть до ликвидации причин сбоя в работе АГК, выполнять наблюдения в стандартные сроки в соответствии с программой ГП.

7.1.14 При обнаружении сбоя в работе АГП, работающего в автономном режиме, выполнение контрольного измерения уровня воды, а также выявление и ликвидация причин сбоя в работе АГК возлагается на мобильную гидрологическую группу.

7.1.15 Для обеспечения возможности ликвидации неполадок в работе АГК в кратчайшие сроки в каждом сетевом подразделении, обслуживающем АГП необходимо иметь комплекты запасных частей АГК и, при возможности, один полный запасной комплект АГК.

7.1.16 Если на АГП, работающем в автономном режиме, в течение трех дней не удалось восстановить нормальную работу, во избежание потери данных наблюдений за уровнем воды необходимо срочно принять меры по найму на временную работу наблюдателя, который должен выполнять наблюдения в соответствии с программой ГП до тех пор, пока не будет восстановлена работа АГК.

7.1.17 Для того, чтобы избежать потери данных наблюдений на автономно работающих АГП рекомендуется, при возможности, устанавливать второй,

дублирующий, датчик уровня воды, который обеспечит измерение уровней в случае отказа первого.

7.2 Наблюдения за стоком (расходами) воды

7.2.1 Изучение и учет стока воды производится на гидрологической сети Росгидромета на основании измерений расходов и уровней воды с использованием способов, изложенных в наставлениях [5].

7.2.2 Возложенные на гидрологическую сеть Росгидромета функции учета вод предъявляют повышенные требования к точности данных гидрологических наблюдений; которые характеризуются систематическими и случайными погрешностями. При оптимизации программ наблюдений за стоком воды, а именно: оптимизации количества и сроков измерения расходов воды, необходимо исходить из требования сохранения надежности данных наблюдений, не допуская увеличения случайных и систематических погрешностей учета стока воды.

7.2.3 Оптимальная частота измерений расходов воды для каждого ГП устанавливается после накопления материалов наблюдений и изучения особенностей режима водотока в соответствии с рекомендациями, изложенными в наставлении вып. 6, ч.I [2].

7.2.4 При автоматизации длительно действующих стоковых ГП, оптимизация частоты и количества измерений расходов воды выполняется по материалам многолетних наблюдений. В тех случаях, когда на действующих ГП данных по измеренным расходам воды и подсчету стока воды недостаточно для установления оптимальной частоты и порядка измерений, на них должны быть проведены в течение одного-двух лет учащенные измерения расходов воды: примерно одно измерение через 5-7 суток с обязательным выполнением измерений в диапазонах низких и высоких уровней воды.

7.2.5 При проведении оптимизации измерений расходов воды следует различать оптимизацию наблюдений для периода открытого русла реки и периодов с растительностью летом и ледовыми явлениями зимой и в осенний и весенний периоды.

7.2.6 Для периода открытого русла различают следующие случаи.

7.2.6.1 Для учета стока воды используется однозначная многолетняя зависимость расхода от уровня (МКР), полученная на основании предшествующего

периода наблюдений на действующих ГП или в течение начального трехлетнего периода действия вновь открытых ГП.

Многолетняя однозначная зависимость расходов от уровней воды может считаться установленной, если:

а) обоснована 50-60 измерениями расходов в течение не менее трех лет в периоды свободного состояния русла;

б) ее экстраполяция не превышает 15 % и 5 % от полной амплитуды уровней за прошлые годы соответственно в верхнем и нижнем диапазонах уровней воды;

в) установлена ее однозначность, т. е. среднее квадратическое отклонение ИРВ от осредняющей зависимости *Q(H)*, $\sigma_{мкр}$, сопоставимо со случайной погрешностью измерения расходов воды, $\sigma_{и}$, например, при длине совокупности ИРВ *n* = 50 должно выполняться соотношение:

$$\sigma_{мкр} \leq 1{,}35\sigma_{и}.$$

Для подтверждения или опровержения устойчивой многолетней связи Q(H) в данном гидрометрическом створе должны выполняться только контрольные измерения расходов воды, приуроченные к различным фазам водного режима. Такие измерения рекомендуется проводить в межень (1-2 измерения), желательно при самых низких уровнях воды, в верхнем диапазоне уровня воды и на пике паводков (половодья) (2-3 измерения).

После каждого контрольного измерения расхода воды вычисляется относительное значение его отклонения от МКР

$$\delta Q = \frac{Q_{и} - Q_{МКР}}{Q_{МКР}}. \qquad (1)$$

МКР считается подтвержденной, если относительное отклонение δQ не выходит за пределы доверительного интервала среднеквадратического значения рассеяния многолетней связи *Q(H)* для соответствующей фазы режима, а именно: с доверительной вероятностью 90 % выполняется соотношение

$$\delta Q \leq 2\sigma_{мкр}. \qquad (2)$$

При анализе отклонений контрольных измерений от МКР может наблюдаться несколько случаев:

1) соотношение (2) не соблюдается, следовательно, многолетняя зависимость признается неподтвержденной, назначаются дополнительные измерения расходов воды в гидростворе и по истечении года аппроксимируется годовая зависимость *Q(H)*, по которой осуществляется учет стока за прошедший год;

2) для всех контрольных измерений соблюдается соотношение (2), отклонения δQ различных знаков (плюс и минус) встречаются с примерно с одинаковой частотой. Многолетняя зависимость *Q(H)* признается подтвержденной, сток за данный год вычисляется по МКР;

3) соотношение (2) выполняется для всех контрольных измерений РВ, но при этом большая часть δQ имеют один знак или плюс или минус. В этом случае наблюдается однонаправленное смещение зависимости *Q(H)* или вправо или влево от многолетней, поэтому МКР следует признать неподтвержденной и действовать, как и в случае 1).

7.2.6.2 На реках с паводочным водным режимом контрольные измерения расходов воды должны выполняться при прохождении каждого дождевого паводка.

7.2.6.3 Для оптимизации измерений расходов воды на ГП с годовыми однозначными зависимостями расходов от уровней воды по материалам прошлых лет выполняются сравнительные расчеты ежедневных расходов воды (ЕРВ) по полным и сокращенным совокупностям ИРВ. С этой целью выбираются годы с наибольшим количеством ИРВ, по которым уже получены таблицы ЕРВ для ежегодника. После чего постепенно исключается часть измеренных расходов воды и по сокращенной совокупности ИРВ вновь рассчитываются ЕРВ. Эта процедура легко может быть выполнена в программной технологии «Речной сток».

При исключении из расчетов точек ИРВ необходимо учитывать, что ни при каких обстоятельствах не подлежат сокращению измерения расходов воды в нижнем и верхнем диапазонах изменения уровней воды.

7.2.7 Для оптимизации измерений расходов воды на реках с переменным подпором, для каждого из таких ГП необходимо разработать свою методику, для реализации которой возможно потребуется организация дополнительного ГП на водном объекте, который создает переменный подпор.

7.2.8 Не подлежат оптимизации (в смысле уменьшения количества ИРВ) наблюдения за стоком воды на реках с неустойчивым руслом и неустановившимся движением расходов воды.

7.2.9 Для периодов зарастания русла и устойчивого ледостава оптимизация также выполняется на основе сравнительных расчетов ЕРВ по полной и сокращенным совокупностям ИРВ. При этом необходимо учитывать закономерности развития этих процессов на каждом конкретном ГП.

7.2.9.1 Исследования показали, что в связи с наблюдающимся внутригодовым перераспределением стока воды на большинстве рек Российской Федерации под влиянием климатических изменений меняются и закономерности развития водной растительности в реках, без учета которых сокращение количества ИРВ в период зарастания может привести к недопустимым погрешностям учета стока.

7.2.9.2 В период устойчивого ледостава (в зимы без оттепелей) в большинстве случаев количество ИРВ может быть сокращено до одного в месяц, при этом измерение первого расхода в начале зимы должно быть выполнено как можно ближе по времени к дате начала ледостава, а последнего – как можно ближе к дате начала разрушения ледового покрова перед началом весенних процессов.

7.2.10 Сокращение количества ИРВ допускается при условии, если расхождения средних месячных и средних годовых значений расходов воды, полученных по полной и сокращенной совокупностям ИРВ, не превышают значений, приведенных в таблице 2.

Пример оптимизации измерений расходов воды для периода свободного состояния русла приведен в приложении А.

7.3 Наблюдения за температурой воды

7.3.1 Существующая в настоящее время сеть ГП на реках формировалась в соответствии, главным образом, с задачами изучения стока воды. Наблюдения за температурой воды, которые выполняются практически всеми ГП, представлялись тем не менее, просто сопутствующими наблюдениям над уровнем и расходом вода. По этой причине рационализация размещения термической сети до сих пор специально не проводилась. В условиях модернизации и оптимизации гидрологической сети такое положение не может считаться удовлетворительным и

вопросы рационального размещения пунктов наблюдений над температурой должны рассматриваться специально.

Традиционно измерения температуры воды на ГП и ОГП производятся с помощью водного термометра, помещенного в репрезентативную точку в слое от 0,3 до 0,5 м от поверхности. Датчики температуры воды, установленные на части АГП в комплекте АГК с гидростатическими датчиками уровня воды, не сертифицированы, метрологически не аттестованы и в настоящее время не могут использоваться как автоматизированное средство измерения температуры воды. До тех пор, пока датчики температуры воды, входящие в комплект АГК, не будут аттестованы, как средства измерения для использования на гидрологической сети, и не будет разработан нормативный документ, регламентирующий порядок выполнения измерений температуры воды на ГП с их помощью, оптимизация наблюдений за температурой воды на гидрологической сети может быть выполнена только как оптимизация размещения пунктов наблюдений за температурой воды по территории.

7.3.2 Оптимальное размещение по территории пунктов, где измеряется температура воды (пункты термической сети) должна выполняться в соответствии с рекомендациями [6] методическими указаниями [7] и удовлетворять следующим требованиям:

а) удовлетворение нужд службы гидрологических прогнозов в оперативных материалах о тепловом состоянии водных объектов для составления прогнозов и расчетов изменений температуры, замерзания и т. п.;

б) использование данных о температуре воды для анализа изменений пропускной способности русла зарастающих рек при вычислении ЕРВ для подготовки таблиц справочников водного кадастра;

в) удовлетворение запросов заинтересованных организаций сведениями о текущей температуре воды в реках, озерах и водохранилищах;

г) обеспечение потребителей и органов Росгидромета материалами по термическому режиму рек, озер и водохранилищ;

д) получение материалов для решения специальных задач, связанных, прежде всего с оценкой влияния хозяйственной деятельности человека на естественное состояние водотоков и водоемов (расчет теплового загрязнения рек, озер и водохранилищ, влияние температурного режима на гидрохимические и гидробиологические процессы и т. д.).

Для решения задач, названных в перечислениях а), г), наблюдения должны

проводиться только на тех реках, озерах, водохранилищах (или их частях), для которых составляются прогнозы (расчеты) или располагаются объекты, эксплуатация которых связана с использованием сведений о текущей температуре воды, а также информация по которым используется для обеспечения запросов других потребителей. Период и продолжительность наблюдений в этих случаях полностью определяется запросами заинтересованных организаций и потребителей.

Для решения задачи, указанной в перечислении б) наблюдения за температурой воды должны проводиться на всех ГП, где в теплый период года наблюдается зарастание русел рек.

Материалы по термическому режиму рек, озер и водохранилищ для решения задачи, указанной в перечислении в), используются организациями при перспективном планировании и техническом проектировании в форме различного рода справочных пособий (гидрологические справочники, атласы, описания и т. п.), подготавливаемых гидрометеорологической службой. Потребителями этих материалов являются также сами органы гидрометеорологической службы, использующие их при разработке методов прогноза (расчета) и в других научных исследованиях. Сеть, необходимая для получения таких материалов, должна охватывать (с той или иной степенью подробности) всю территорию страны и действовать постоянно.

7.3.3 ГП, на которых необходимы наблюдения за температурой воды для обеспечения задач, перечисленных в перечислениях а), г), не могут быть переведены в автономный режим работы без наблюдателя.

7.3.4 Дополнительная термическая сеть, необходимая для решения конкретных задач, поставленных заинтересованными организациями при отсутствии (или недостаточности) информации с действующей сети, должна организовываться и функционировать за счет средств этих организаций.

7.4 Наблюдения за толщиной льда

7.4.1 В соответствии с требованиями наставлений [1], [2], [4], [5] измерения толщины льда начинаются с момента, когда выход на лед становится безопасным. При толщине льда менее 30 см и в период таяния измерения производятся 5, 10, 15,

20, 25 числа и в последний день каждого месяца; при толщине льда более 30 см – 10, 20 числа и в последний день месяца.

7.4.2 На АГП с наблюдателем и неавтоматизированных ГП программа наблюдений за толщиной льда не изменяется. При этом по указанию УГМС частота измерений толщины льда может быть изменена с обязательным сохранением измерений толщины льда в начале ледостава, как только выход на лед становится безопасным, и в конце ледостава, в самом начале процессов разрушения льда.

7.4.3 На автономно работающих ГП с комплектом оборудования автономного АГП измерение толщины льда выполняется специалистами разъездных бригад при измерении расходов воды в периоды устойчивого ледостава. При этом первое измерение выполняется в начале ледостава, как только выход на лед становится безопасным, и в конце ледостава, в самом начале процессов разрушения льда. В течение периода устойчивого ледостава частота измерений толщины льда назначается по указанию УГМС, но не реже одного измерения в месяц.

Приложение А
(рекомендуемое)

Пример оптимизации измерений расходов воды

Оптимизация количества и частоты ИРВ выполнена на примере данных 2001 года по ГП р. Енисей – г. Кызыл.

Исходная совокупность ИРВ для получения кривой расходов *Q(H)* состоит из 21 расхода воды при свободном состоянии русла (таблица А.1).

Наилучшая аппроксимация *Q(H)* получена в виде полинома с ограничениями:

$$Q(H) = -63{,}159+50{,}268H+161{,}52H^2 \qquad (А.1)$$

при заданных ограничениях: H = 0,8 м над «0» поста, Q = 0,0 м^3/с.

Зависимость (А.1) действительна в диапазоне уровней воды, освещенных измерениями расходов от 147 до 697 см над «0» поста.

Полученная по совокупности из 21 ИРВ кривая расходов воды представлена на рисунке А.1.

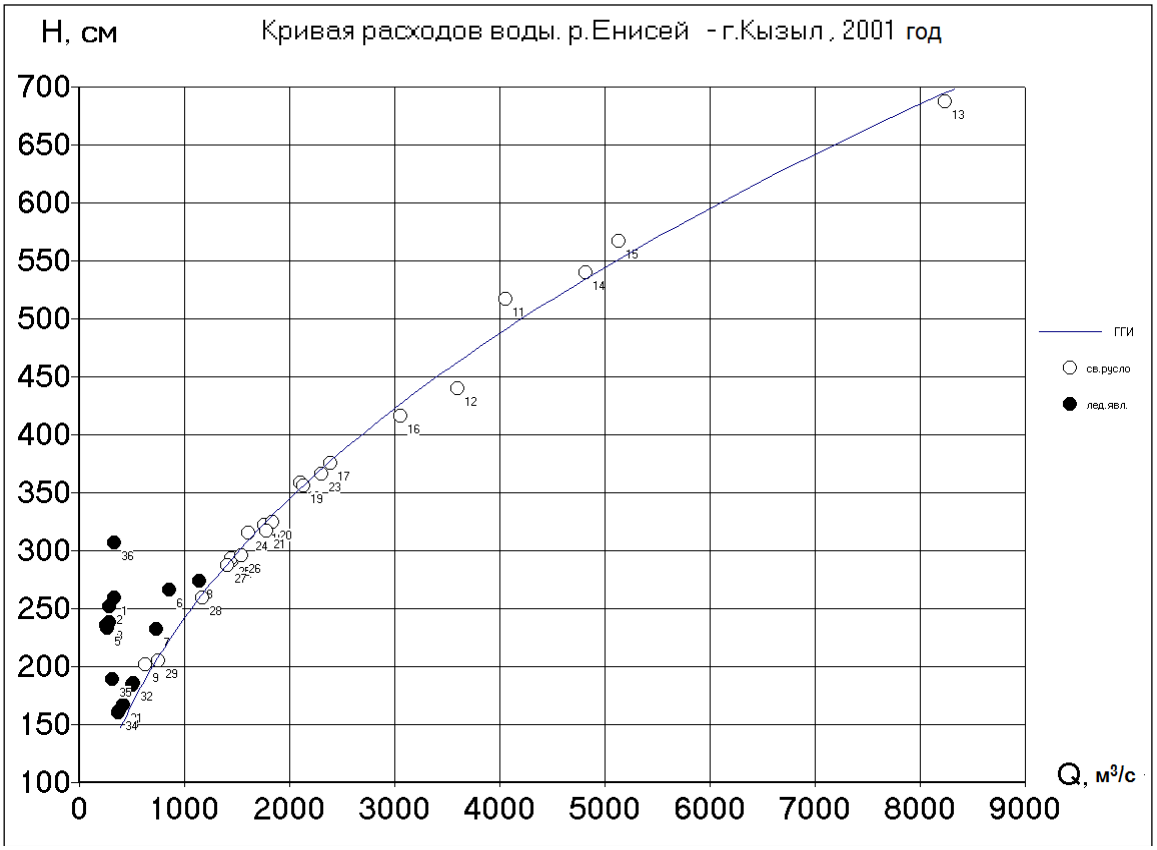

Рисунок А.1 – Зависимость расходов воды от уровней

Т а б л и ц а А.1 – Измеренные расходы воды, р. Енисей – г. Кызыл, 2001 год

№ расхода	Дата	№ створа	Состояние реки	Уровень воды, см	Расход воды, м³/с	Площадь сечения, м²		Скорость течения, м/с		Ширина реки, м	Глубина реки, м		Способ измерения расхода
						Водного	Живого	Средняя	Наибольшая		Средняя	Наибольшая	
1	12.01	51	569	259	336	853	365	0,92	1,39	310	2,67	4,45	106014
2	30.01	51	569	251	290	791	348	0,83	1,31	301	2,5	4,4	106012
3	17.02	51	569	238	283	792	334	0,85	1,39	250	2,52	4,29	106014
4	27.02	51	569	235	260	729	290	0,9	1,23	222	2,31	4,3	105013
5	7.03	51	569	233	270	720	295	0,92	1,19	221	2,28	4,14	105013
6	22.04	2	546	266	861	763	763	1,13	1,69	319	2,39	3,98	503
7	25.04	2	546	232	730	671	671	1,09	1,65	312	2,15	3,64	503
8	28.04	2	51903	273	1140	785	785	1,45	2,13	321	2,45	4,05	503
9	2.05	2	600	201	628	570	570	1,1	1,65	305	1,87	3,33	503
10	10.05	2	600	358	2100	1070	1070	1,96	2,87	355	3,01	4,9	502
11	13.05	2	600	516	4060	1630	1630	2,49	3,66	393	4,15	6,5	503
12	18.05	2	600	439	3600	1390	1390	2,59	3,06	382	3,64	5,7	110020
13	21.05	2	600	686	8240	2320	2320	3,55	5,22	441	5,3	8,2	503
14	25.05	2	600	539	4820	1690	1690	2,85	3,31	399	4,24	6,7	110010
15	1.06	2	600	566	5130	1820	1820	2,82	3,42	406	4,48	7,0	110020
16	13.06	2	600	415	3060	1300	1300	2,35	2,66	385	3,38	5,5	110010
17	22.06	2	600	375	2390	1160	1160	2,06	2,45	368	3,15	5,1	110020
18	29.06	2	600	321	1760	946	946	1,86	2,3	332	2,85	4,53	110020
19	6.07	2	600	355	2130	1080	1080	1,97	2,37	353	3,06	4,9	110020
20	16.07	2	600	324	1840	966	966	1,9	2,3	334	2,89	4,56	110020
21	20.07	2	600	316	1780	942	942	1,89	2,33	331	2,85	4,48	110020
22	30.07	2	600	291	1460	868	868	1,68	2,07	325	2,67	4,23	110020
23	3.08	2	600	365	2300	1140	1140	2,02	2,52	359	3,18	4,97	111022
24	16.08	2	600	315	1610	944	944	1,71	2,3	330	2,86	4,5	109018
25	30.08	2	600	293	1450	847	847	1,71	2,08	326	2,6	4,25	109018
26	10.09	2	600	295	1540	908	908	1,7	2,07	323	2,81	4,32	109018
27	19.09	2	600	287	1410	830	830	1,7	2,14	325	2,55	4,19	109018
28	1.10	2	600	259	1170	743	743	1,57	1,96	318	2,34	3,91	109018
29	23.10	2	600	205	750	581	581	1,29	1,69	305	1,9	3,37	108015
30	1.11	2	51907	184	504	522	522	0,97	1,5	303	1,72	3,16	503
31	5.11	2	51904	167	416	471	471	0,88	1,35	292	1,61	2,99	503
32	9.11	2	51904	185	510	524	524	0,97	1,47	301	1,74	3,17	503
33	19.11	2	51906	162	377	458	458	0,82	1,22	296	1,55	2,94	503
34	22.11	2	51907	160	370	453	453	0,82	1,22	296	1,53	2,92	504
35	26.11	2	51908	189	317	530	530	0,6	0,9	284	1,87	3,26	503
36	16.12	51	569	306	331	1020	420	0,79	1,16	318	3,1	4,93	106016

Качество аппроксимации оценивалось по следующим критериям:

- множественный коэффициент корреляции составил R = 0,99;

- СКО абсолютных остатков регрессии σ_q составило 175 м^3/с при среднем по совокупности измеренных расходов воды 2535 м^3/с (7 % от среднего);

- СКО относительных остатков регрессии $\sigma_{\tilde{q}}$ составило 5%;

- значения математического ожидания остатков регрессии: абсолютных m_q = 0 м^3/с; относительных $m_{\tilde{q}}$ = 0,02 %.

После чего из исходной совокупности исключены 11 расходов с номерами 12, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28. Для аппроксимации использованы всего 10 следующих расходов воды: 9, 10, 11, 13, 15, 16, 20, 23, 26, 29.

Наилучшая аппроксимация *Q(H)*, представленная на рисунке А.2, получена вновь в виде полинома с ограничениями: для диапазона уровней воды, освещенного измерениями расходов: от 147 до 697 см над «0» поста:

$$Q(H) = -414{,}19-77.571H + 467{,}01H^2-97{,}277H^3+8{,}3998H^4 \qquad (А.2)$$

при заданных ограничениях: H = 0,8 м над «0» поста, Q = 0,0 м^3/с.

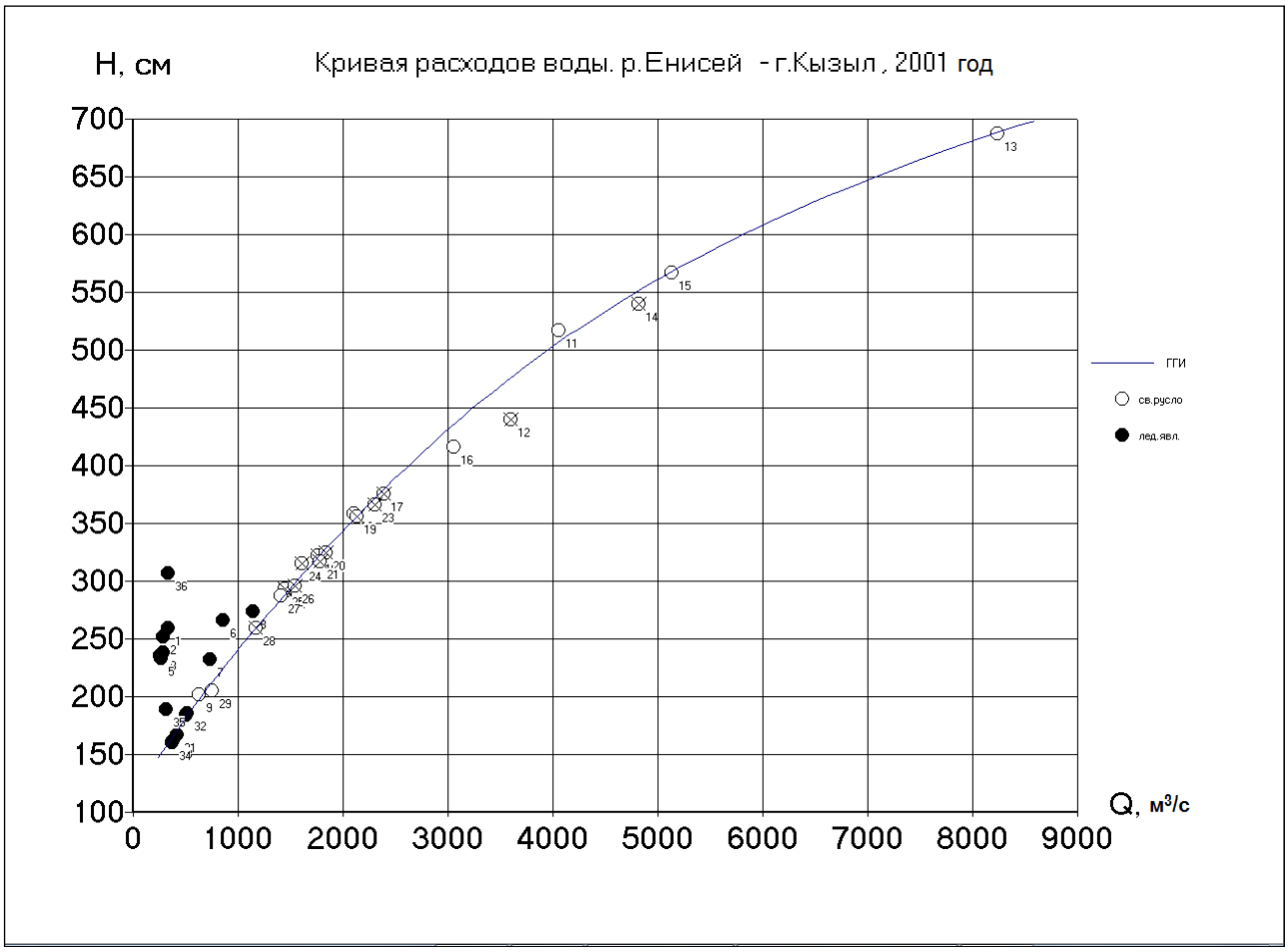

Рисунок А.2 – Зависимость расходов воды от уровней, полученная по сокращенной совокупности из 10 ИРВ

Качество аппроксимации оценивалось по следующим критериям:

- множественный коэффициент корреляции составил R = 0,997;

- СКО абсолютных остатков регрессии σ_q составило 131 м^3/с при среднем по совокупности измеренных расходов воды 2535 м^3/с (5,2 % от среднего);

- СКО относительных остатков регрессии $\sigma_{\tilde{q}}$ составило 5,97 %;

- значения математического ожидания остатков регрессии: абсолютных m_q = 0,0 м^3/с; относительных ($m_{\tilde{q}}$ = 0,03 %).

При использовании обеих зависимостей *Q(H)* (А.1 и А.2) были вычислены значения ЕРВ и получены таблицы для ежегодника. В таблице А.2 приведены значения средних месячных расходов воды, полученные по полной и сокращенной совокупностям ИРВ, и их расхождения.

Т а б л и ц а А.2 – Средние месячные значения расходов воды, м^3/с, по данным ЕРВ, рассчитанным по полной и сокращенной совокупностям ИРВ

Вариант расчета	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Полная совокупность ИРВ	315	280	269	506	3530	327,4	1970	1850	1420	861	47,4	320	1250
Сокращенная совокупность ИРВ	315	280	271	509	3570	327,4	1950	1830	147,4	873	47,4	319	1250
Разность, %	0	0	0,74	0,59	1,13	0,00	-1,02	-1,08	-0,70	1,39	0,00	-0,31	0

Данные таблицы показывают, что количество измерений расходов воды в период открытого русла на р. Енисей – г. Кызыл без ущерба точности расчета ЕРВ можно сократить вдвое.

Следует отметить, что при оптимизации измерений расходов воды следует уменьшать их количество в среднем диапазоне уровней воды при обязательном требовании выполнения измерений при самых низких и в диапазоне высоких уровней воды.

Библиография

[1] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2. Ч. II. Гидрологические наблюдения на постах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 264 с.

[2] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Гидрологические наблюдения и работы на речных станциях и постах. Ч. I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 384 с.

[3] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Гидрологические наблюдения и работы на речных станциях и постах. Ч. II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках. – Л: Гидрометеоиздат, 1972. – 262 с.

[4] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. Ч. II. Наблюдения за испарением с водной поверхности. – Л: Гидрометеоиздат, 1973. – 260 с.

[5] Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Гидрологические наблюдения и работы на речных станциях и постах. Ч. III. Составление и подготовка к печати гидрологического ежегодника. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – 292 с.

[6] Методические рекомендации по размещению сети пунктов наблюдений на реках, озерах и водохранилищах.– Л.: ФОЛ ВНИГЛ ГГИ, 1973. – 76 с.

[7] Методические указания управлениям гидрометслужбы № 86. – Л: Гидрометиздат, 1973. – 84 с.

Ключевые слова: гидрологическая сеть, гидрологический пост, уровень воды, расход воды, автоматизированный гидрологический комплекс, кривая расходов, программа наблюдений, оптимизация, автоматизация

Лист регистрации изменений

Номер изме-нения	Номер страницы				Номер документа (ОРН)	Подпись	Дата	
	изме-ненной	заме-ненной	новой	аннулиро-ванной			внесения изменений	введения изменений