

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОМПАРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕРТУШЕК

Омаргалиев Ержан Жаркынович

студент, НАО Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

Бектурганова Гульмира Каировна

научный руководитель, канд. хим. наук, и.о. доцента, НАО Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

Аннотация. В статье рассматривается усовершенствование компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек, используемых для измерения скорости потока воды. Основная цель работы - разработка и теоретическое обоснование мобильной компараторной установки, способной снизить риски повреждения вертушек при транспортировке, оптимизировать затраты и повысить точность данных. Проведен анализ характеристик и методов эксплуатации гидрометрических вертушек (*ГР-21, ГР-55, ИСПВ-ГР-21М1*) и методик поверки.

Ключевые слова: гидрометрические вертушки, компараторная установка, поверка, калибровка, метрологическое обеспечение.

Введение

С начала 2004 года гидрологическая система Казахстана стала активно развиваться после периода уменьшения из-за нехватки финансирования в конце XX века. С момента получения дополнительного развития в 2001 году количество гидропостов выросло более чем в два раза - с 165 до 377 к 2023 году.

Как видно из графика, данный рост отражает настойчивые усилия по улучшению контроля за водными ресурсами и повышению точности данных о состоянии поверхностных вод в Казахстане.

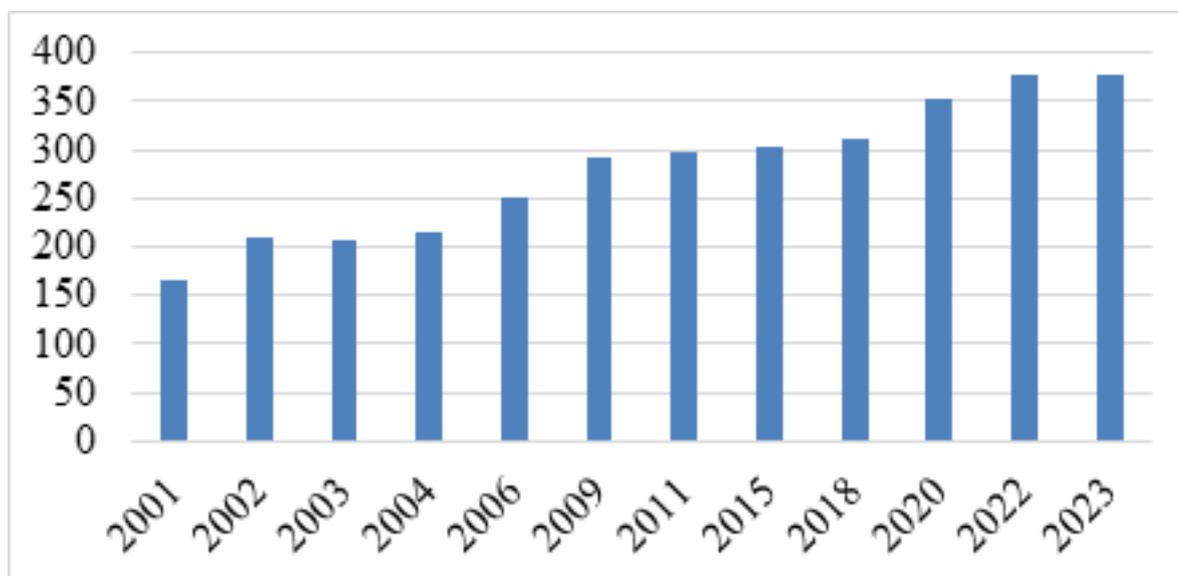


Рисунок 1. Количество гидропостов

Гидрологическая система РГП «Казгидромет» представляет собой сложную сеть наблюдательных пунктов, задействованных в полномасштабном контроле за состоянием поверхностных вод на территории Казахстана. В настоящее время производится мониторинг на 377 станциях, 329 из них следят за реками, 38 - за озерами и 10 расположены на морских станциях.

Интервалы наблюдений меняются в зависимости от времени года. В период межденного половодья проводится одно измерение каждые 7-10 суток (в среднем три измерения в месяц), а в период повышения уровня воды и спада разлива частота наблюдений увеличивается до 5-6 раз и 5-8 раз соответственно. Для проведения измерений используются гидрометрические вертушки для определения скорости течения воды.

Характеристики годового водного стока рек впервые были обобщены в исследованиях *Б.Д. Зайкова*. В дальнейшем нормы годового стока рек для различных целей в пределах зоны формирования стока уточнялись и дополнялись работами *В.Л. Шульца, П.Ф. Лаврентьева, В.В. Голубцова, Е.Г. Юриной, И.С. Соседова* и других исследователей [1, с. 46].

На сегодняшний день в Республике Казахстан поверка гидрометрических вертушек осуществляется централизованно в лаборатории РГП «Казгидромет» в г. Алматы. В процессе поверки вертушки снимаются с точек наблюдений и транспортируются в лабораторию, что сопряжено с рисками повреждений при транспортировке, значительными финансовыми затратами и потерей времени [1, с. 46].

Материалы и методы

Гидрологическая сеть РГП «Казгидромет» проводит наблюдения с помощью современных, проверенных приборов, таких как ИСВП ГР-21М1 и акустические доплеровские профилографы (*расходомеры*), которые автоматически рассчитывают скорость и расход воды.



Рисунок 2. Модель вертушки ИСВП ГР-21М1

Кроме того, используются и другие модели приборов, представленные ниже, которые также доказали свою эффективность и надежность в условиях разнообразных ландшафтов Казахстана.

Таблица 1.

Сводная таблица технических характеристик и средней стоимости гидрометрических вертушек

Параметр	ГП-21М	ИСВП-ГР-21М1	ГР-55
Диапазон измерения скорости	0,05 - 2,500 м/с	0,04 - 5,0 м/с	0,06 - 5 м/с
Относительная погрешность измерений	{1,5 + 0,5*(5,0/V-1)}	-	±2%
Вес	1,5 кг	1,4 кг	6 кг
Габариты (мм)	115x90x48	120x285 или 120x540	320x210x210
Рекомендуемый диапазон температуры	-20...+40 °С (рабочий диапазон)	-20...+40 °С (рабочий диапазон)	-
Средняя стоимость (тенге)	759,800	772,900	770,950

Как видно из данных таблицы, в данном исследовании использовались гидрометрические вертушки моделей ГР-21, ГР-55 и ИСВП-ГР-21М1, применяемые для мониторинга рек и водоемов в Казахстане.

Проверка вертушек в лаборатории включает визуальный осмотр, установку на стенд и сравнение их скорости вращения с эталонными значениями. При необходимости проводится калибровка, а результаты фиксируются и передаются в РГП «Казгидромет». Для улучшения процесса разрабатывается мобильная установка, которая позволяет поверять вертушки на месте эксплуатации. Это сокращает затраты на транспортировку, уменьшает риск повреждений и ускоряет процесс. Мобильная установка компактна, автономна и оснащена доплеровским профилографом, который измеряет скорость и сразу записывает данные. Специальное ПО анализирует результаты на месте и отправляет их в базу данных [2, с. 86].

Таким образом, внедрение мобильной компараторной установки значительно улучшает процесс проверки гидрометрических вертушек, повышая точность и надежность данных, что важно для управления водными ресурсами Казахстана.

Результаты и обсуждение

Теоретическое исследование показало, что внедрение мобильной компараторной установки для проверки гидрометрических вертушек может существенно снизить затраты и повысить эффективность. Пока что исследование сосредоточено на анализе возможностей и потенциальных преимуществ мобильной установки, но её практическое внедрение еще не

проводилось.

Основные расходы при стационарной поверке связаны с транспортировкой вертушек в Алматы, арендой лабораторного оборудования и возможными ремонтами из-за повреждений в пути. В таблице ниже приведено сравнение затрат мобильной установки с текущей стационарной методикой.

Таблица 2.

Гипотетическая таблица затрат на поверку гидрометрических вертушек

Категория затрат	Количество единиц/ поездок в год	Текущий метод (годовой, тенге)	Риск (тек. метод)	Передвиж. компараторная установка	Риск (перед. установка)
Транспортные расходы	1 поездка	209,740	Высокий	50,350	Умеренный
Амортизация компаратора	1	150,180	Низкий	71,590	Низкий
Амортизация транспортного средства	1 поездка	48,100	Умеренный	10,380	Низкий
Расходы на персонал	1 спец.	96,560	Низкий	81,380	Низкий
Прочие операционные затраты	-	81,780	Низкий	38,200	Низкий
Доп. расходы на переезды	1 поездка	29,530	Высокий	-	-
Доп. расходы на замену повреж. вертушек	-	В зависимости от числа повреждений	Высокий	-	Низкий
Общая стоимость поверки одной вертушки	-	615,890	-	251,900	-
	<i>1*750,000 за поврежденную вертушку</i>				

Таблица сравнивает затраты на поверку гидрометрических вертушек между текущим методом с транспортировкой в Алматы и использованием мобильной установки на месте. Это снижает транспортные и операционные расходы, а также уменьшает риск повреждений оборудования. Теоретический анализ показывает, что мобильная установка может значительно сократить расходы, исключив транспортировку и аренду лаборатории. Также снижается риск повреждений, что увеличивает срок службы вертушек и снижает затраты на ремонт [2, с. 87].

Хотя мобильная установка пока не реализована на практике, теоретически она обладает высокой экономической эффективностью. Дальнейшие исследования и создание прототипа позволят подтвердить эти выводы и сделают поверку быстрее и выгоднее в Казахстане.

Заключение

Проведенное теоретическое исследование подтвердило, что мобильная компараторная установка для поверки гидрометрических вертушек способна существенно снизить затраты, сократить время поверки и уменьшить риски повреждения оборудования при транспортировке.

Практическое значение такой установки для Казахстана заключается в возможности значительно улучшить метрологическое обеспечение гидрологических измерений, обеспечив более высокую точность и оперативность данных.

Список литературы:

1. Чигринец А.Г., Дускаев К.К., Сатмурзаев А.А., Инсигенова А.Е. Исследование основных характеристик и внутригодового распределения стока воды рек территории г. Алматы // Гидрометеорология и экология. – 2021. – №3. – С. 46.
2. Гидрометрия: курс лекции / А.Г. Ходзинская. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – С. 86-87.