Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 99, № 2. С. 111–122.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2026. Vol. 99, no. 2. P. 111–122.

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ГИДРОТЕХНИКИ

Научная статья
УДК 626.824

Исследования методов по определению расхода воды на лабораторной установке в контролируемых условиях стационарного потока

Мария Владимировна Вайнберг[1], Олег Андреевич Баев[2], Александр Евгеньевич Шепелев[3], Валерия Михайловна Филимонова[4]
[1, 2, 3, 4]Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация
[1]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-4794-3458
[2]oleg-baev1@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-0142-4270
[3]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-8739-8573
[4]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7461-2398

***Аннотация*. Цель:** оценка применимости радара для измерения уровня воды и скорости потока Эмерсит-РРК при определении расхода воды на лабораторной установке в контролируемых условиях стационарного потока. **Материалы и методы.** В статье описаны лабораторные исследования, направленные на сравнительную оценку точности и практической применимости двух методов измерения расхода воды: контактного (измерителя скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1) и бесконтактного (радара для измерения уровня воды и скорости потока Эмерсит-РРК). Эксперименты проведены на лабораторной установке (гидравлическом лотке). Эталонный расход воды определялся ультразвуковым расходомер-счетчиком Взлет МР УРСВ-311. **Результаты и обсуждение.** В ходе проведения лабораторных исследований, направленных на определение расхода воды, было выполнено десять опытов. В каждом опыте варьировались такие параметры, как мощность насоса, уклон дна лотка и подпор в конце измерительного участка лотка. В результате исследований радара Эмерсит-РРК установлено, что максимальная относительная погрешность составила 21,21 %, а минимальная – 8,70 %, по сравнению с принятым эталоном. В условиях, когда уклон дна лотка был равен нулю, относительные погрешности измерения расхода воды находились в диапазоне от 8,70 до 12,50 %. В то же время, при увеличении уклона дна лотка относительные погрешности измерения расхода воды увеличились и составили от 14,29 до 21,21 %. Таким образом, наблюдалась прямая зависимость между увеличением уклона дна лотка и ростом относительных погрешностей измерения расхода воды. **Выводы.** Радар Эмерсит-РРК является высокотехнологичным средством измерения расхода воды, позволяющим в режиме реального времени получать данные об уровне воды и скорости потока, однако особенность радарного метода измерений, при котором определяется только поверхностная скорость потока, требует построение эпюры скоростей по вертикали, которая описывается выражением функции $f = V(h)$.

***Ключевые слова*:** лабораторная установка, уровень воды, расход воды, скорость потока, радар, средства измерений, погрешность измерений

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации и гидротехники» (г. Новочеркасск, 28 мая 2026 г.).

Для цитирования: Исследования методов по определению расхода воды на

© Вайнберг М. В., Баев О. А.,
Шепелев А. Е., Филимонова В. М., 2026

лабораторной установке в контролируемых условиях стационарного потока / М. В. Вайнберг, О. А. Баев, А. Е. Шепелев, В. М. Филимонова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 99, № 2. С. 111–122.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION AND HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

The study of methods for determining water flow in a laboratory facility under controlled steady-state flow conditions

Maria V. Vaynberg[1], Oleg A. Baev[2], Alexander E. Shepelev[3], Valeria M. Filimonova[4]

[1, 2, 3, 4]Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

[1]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-4794-3458

[2]oleg-baev1@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-0142-4270

[3]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-8739-8573

[4]oamsrosniipm@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7461-2398

Abstract. **Purpose:** to evaluate the applicability of the Emersit-RRK water level and flow rate radar in determining water flow rate on a laboratory facility under controlled steady-state flow conditions. **Materials and methods.** The laboratory studies aimed at comparative evaluation of the accuracy and practical applicability of two methods for measuring water flow rate: contact (ISVP-GR-21M1 water flow velocity meter) and non-contact (Emersit-RRK water level and flow velocity radar) are described. The experiments were conducted on a laboratory facility (hydraulic flume). The reference water flow rate was determined by a Vzlet MP URSV-311 ultrasonic flow meter-counter. **Results and discussion.** Ten experiments aimed at determining water flow rate, were performed during the laboratory studies. In each experiment, such parameters as pump power, flume bottom slope, and backwater at the end of the measuring section of the flume were varied. Research using the Emersit-RRK radar revealed a maximum relative error of 21.21 % and a minimum of 8.70 %, compared to the adopted standard. Under conditions where the flume bottom slope was zero, relative flow measurement errors ranged from 8.70 to 12.50 %. However, with increasing flume bottom slope, relative flow measurement errors increased, ranging from 14.29 to 21.21 %. Thus, a direct correlation between increasing flume bottom slope and an increase in relative flow measurement errors was observed. **Conclusions.** The Emersit-RRK radar is a high-tech water flow measurement device that provides real-time data on water level and flow rate. However, the radar measurement method, which determines only surface flow rate, requires the construction of a vertical velocity diagram, which is described by the function $f = V(h)$.

Keywords: laboratory facility, water level, water flow, flow rate, radar, measuring means, measurement error

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation and Hydraulic Engineering” (Novocherkassk, May 28, 2026).

For citation: Vaynberg M. V., Baev O. A., Shepelev A. E., Filimonova V. M. The study of methods for determining water flow in a laboratory facility under controlled steady-state flow conditions. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture.* 2026;99(2):111–122. (In Russ.).

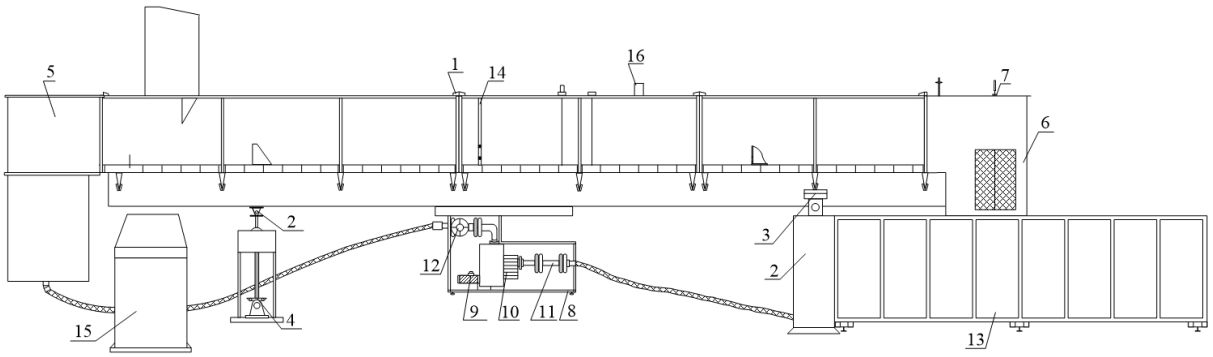
Введение. Точное определение расхода воды в открытых каналах является важной задачей гидрологии, гидравлики и водного хозяйства [1, 2]. В лабораторной практике гидравлические лотки широко используются для отработки методик измерений и исследования гидравлических режимов [3]. Одним из средств измерения расхода воды в таких условиях является измеритель скорости водного потока, принцип действия которого основан на преобразовании кинетической энергии потока во вращение рабочего колеса с последующим пересчетом частоты вращения в локальную скорость. Данный метод измерения предполагает погружение прибора в поток, ручного профилирования по вертикали и ширине, а также периодической калибровки и обслуживания, что повышает трудозатратность и вероятность субъективных ошибок [4–6].

В последние десятилетия активно развиваются бесконтактные методы измерений расхода воды, среди которых широкое распространение получили микроволновые радары для измерения уровня воды и скорости потока. Они измеряют поверхностную скорость потока по доплеровскому сдвигу отраженного СВЧ-сигнала и уровень воды радиолокационным дальномером, автоматически рассчитывая расход с учетом геометрии сечения и эмпирического коэффициента перехода от поверхностной к средней скорости. Преимущества данного метода включают отсутствие контакта с жидкостью, возможность непрерывного мониторинга, устойчивость к загрязнениям и простоту интеграции в автоматизированные системы. Однако точность радарных измерений зависит от стабильности гидравлического профиля, наличия ряби или пены, а также корректности выбора эмпирического коэффициента [7–9].

Целью данного исследования являлась оценка применимости радара для измерения уровня воды и скорости потока Эмерсит-РРК при определении расхода воды на лабораторной установке в контролируемых условиях стационарного потока.

Материалы и методы. Исследования по определению расхода воды с применением микроволнового радара Эмерсит-РРК проводились на лабораторной установке в гидротехнической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ».

Конструктивное исполнение и принцип работы лабораторной установки заключались в следующем. Из напорного бака посредством насоса вода поступала в проточную часть лотка, а для отвода воды из данной части использовался сливной бак. На расстоянии 4,5 м от напорного бака был установлен гидрометрический створ, где размещался радар Эмерсит-РРК. Расстояние от нижней точки прибора до дна лотка составляло 927 мм. При помощи блока управления регулировалась необходимая подача расхода воды и требуемый продольный уклон проточной части лотка. Лабораторная установка имела закольцованную схему водооборота (рисунок 1).



1 – лоток; *2* – стойка; *3* – шарнирное соединение; *4* – винтовой домкрат с электроприводом; *5* – напорный бак; *6* – сливной бак; *7* – запорный механизм; *8* – рама; *9* – насосный агрегат; *10* – фильтр грубой очистки; *11* – ультразвуковой расходомер-счетчик;*12* – регулировочный вентиль; *13* – технологический бак; *14* – винтовые устройства; *15* – блок управления; *16* – радар Эмерсит-РРК

1 – flume; *2* – post; *3* – hinge joint; *4* – electric screw jack; *5* – head tank; *6* – drain tank; *7* – locking mechanism; *8* – frame; *9* – pump unit; *10* – coarse filter; *11* – ultrasonic flow meter; *12* – regulating valve; *13* – process tank; *14* – screw devices; *15* – control unit; *16* – Emersit-RRK radar

Рисунок 1 – Лабораторная установка
Figure 1 – Laboratory Facility

Радар Эмерсит-РРК был смонтирован с применением специальных кронштейнов и монтажных элементов над потоком воды. При помощи радара определялась поверхностная скорость потока и уровень воды. Полу-

ченные данные в сочетании с параметрами лотка использовались для расчета расхода воды. Пункт приема информации представлял собой компьютер (ноутбук), оснащенный доступом к сети Интернет и программным обеспечением для приема и обработки сигналов, поступающих от радара Эмерсит-РРК (рисунок 2).



1 – датчик уровня воды; *2* – контроллер; *3* – персональный компьютер
1 – water level sensor; *2* – controller; *3* – personal computer

Рисунок 2 – Общий вид радара Эмерсит-РРК
Figure 2 – General view of the Emersit-RRK radar

Для сравнения применялся измеритель скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1 (свидетельство о поверке № С-ВЭГ/26-05-2025/434865436, действительно до 25.05.2027). Скорость течения регистрировалась в трех точках по ширине лотка, затем вычислялась средняя и расход воды.

Эталонный расход воды определялся прибором для измерения автоматического бесконтактного измерения объемного расхода и суммарного (интегрального) объема (количества) звукопроводящих жидкостей, протекающих в прямом и обратном направлении, при полностью заполненном сечении напорного трубопровода ультразвуковым расходомер-счетчиком Взлет МР УРСВ-311.

Лабораторные исследования по определению метрологических характеристик включали в себя следующие операции:

- установку плоского вертикального затвора в заданное положение и фиксацию значения открытия затвора;

- последовательное изменение уклона дна лотка;

- формирование подпора в конце измерительного участка лотка;

- при установившемся уровне воды (амплитуда колебания уровня не более ± 1 см) были проведены следующие измерения:

а) глубина воды в нижнем бьефе $h_{г.р.}$, измеренная при помощи гидрометрической рейки;

б) глубина воды в нижнем бьефе $h_р$, измеренная при помощи радара;

в) скорость водного потока $V_{в.п.}$, определяемая при помощи измерителя скорости водного потока;

г) скорость водного потока $V_р$, определяемая при помощи радара Эмерсит-РРК;

д) расход воды $Q_{эт}$, измеренный с помощью ультразвукового расходомера-счетчика Взлет МР УРСВ-311.

Оценка точности полученных данных проводилась путем расчета относительной погрешности по следующей формуле:

$$\delta = \pm\left(\frac{Q_{эт} - Q_{рас}}{Q_{эт}}\right)\times 100, \quad (1)$$

где δ – относительная погрешность, %;

$Q_{рас}$ – расход воды, определенный при помощи радара Эмерсит-РРК или при помощи ИСВП-ГР-21М1, м^3/с;

$Q_{эт}$ – расход воды, определенный средством измерений утвержденного типа ультразвуковым расходомер-счетчиком Взлет МР УРСВ-31, м^3/с.

Результаты и обсуждение. В ходе проведения лабораторных исследований, направленных на определение расхода воды, было выполнено десять опытов. В каждом опыте варьировались такие параметры, как мощность насоса, уклон дна лотка и подпор в конце измерительного участка лотка. Результаты лабораторных измерений, полученные с использованием радара Эмерсит-РРК, измерителя скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1 и ультразвукового расходомера-счетчика Взлет МР УРСВ-31, представле-

ны в таблице 1. Сравнительный анализ полученных данных представлен в таблице 2, график погрешностей измерения расхода воды на рисунке 3.

Таблица 1 – Результаты лабораторных измерений

Table 1 – Laboratory measurement results

Высота открытия затвора a, м	Напор воды в верхнем бьефе H, м	Глубина воды в нижнем бьефе, измеренная при помощи гидрометрической рейки $h_{г.р.}$, м	Глубина воды в нижнем бьефе, измеренная при помощи радара Эмерсит-РРК $h_р$, м	Скорость водного потока, определяемая при помощи ИСВП-ГР-21М1 $V_{в.п.}$, м/с	Скорость водного потока, определяемая при помощи радара Эмерсит-РРК, $V_р$, м/с
Опыт 1. Мощность насоса 23 ГЦ, подпор 0,19 м, уклон 0,025					
0,03	0,195	0,149	0,148	0,194	0,240
Опыт 2. Мощность насоса 23 ГЦ, подпор 0,19 м, уклон 0,0316					
0,03	0,187	0,145	0,145	0,198	0,244
Опыт 3. Мощность насоса 23 ГЦ, подпор 0,19 м, уклон 0,0106					
0,03	0,213	0,172	0,175	0,167	0,215
Опыт 4. Мощность насоса 26 ГЦ, подпор 0,19 см, уклон 0,0106					
0,03	0,225	0,118	0,18	0,186	0,235
Опыт 5. Мощность насоса 25 ГЦ, подпор 0,25 м, уклон 0,0106					
0,03	0,274	0,198	0,2	0,171	0,201
Опыт 6. Мощность насоса 22 ГЦ, подпор 0,15 м, уклон 0					
0,03	0,279	0,176	0,178	0,163	0,18
Опыт 7. Мощность насоса 20 ГЦ, подпор 0,10 м, уклон 0					
0,03	0,250	0,14	0,14	0,2	0,188
Опыт 8. Мощность насоса 37,8 ГЦ, подпора нет, уклон 0					
0,01	0,261	0,077	0,075	0,69	0,62
Опыт 9. Мощность насоса 37,8 ГЦ, подпор 0,05 м, уклон 0					
0,02	0,368	0,302	0,305	0,185	0,172
Опыт 10. Мощность насоса 48,0 ГЦ, подпора нет, уклон 0					
0,02	0,23	0,09	0,09	0,755	0,703

Таблица 2 – Сравнительный анализ полученных данных

Table 2 – Comparative analysis of the obtained data

№ опыта	Расход воды, $м^3/с$			Относительная погрешность, %	
	Определенный ультразвуковым расходомер-счетчиком Взлет МР УРСВ-31 $Q_{из}$	Определенный при помощи радара Эмерсит-РРК $Q_р$	Определенный при помощи ИСВП-ГР-21М1 $Q_{в.п.}$	По расходу, определенному при помощи радара Эмерсит-РРК $\delta_р$	По расходу, определенному при помощи ИСВП-ГР-21М1 $\delta_{в.п.}$
1	2	3	4	5	6
1	0,0133	0,0152	0,0127	14,29	4,51
2	0,0131	0,0151	0,0124	15,27	5,35
3	0,0132	0,0160	0,0126	21,21	4,55
4	0,0154	0,0180	0,0146	16,88	5,19

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5	6
5	0,0144	0,0170	0,0149	18,06	3,47
6	0,0126	0,0137	0,0121	8,70	3,97
7	0,0111	0,0100	0,0116	9,91	4,50
8	0,0240	0,021	0,0228	12,50	5,00
9	0,0233	0,021	0,0241	9,87	3,43
10	0,0311	0,0275	0,0295	11,6	5,14

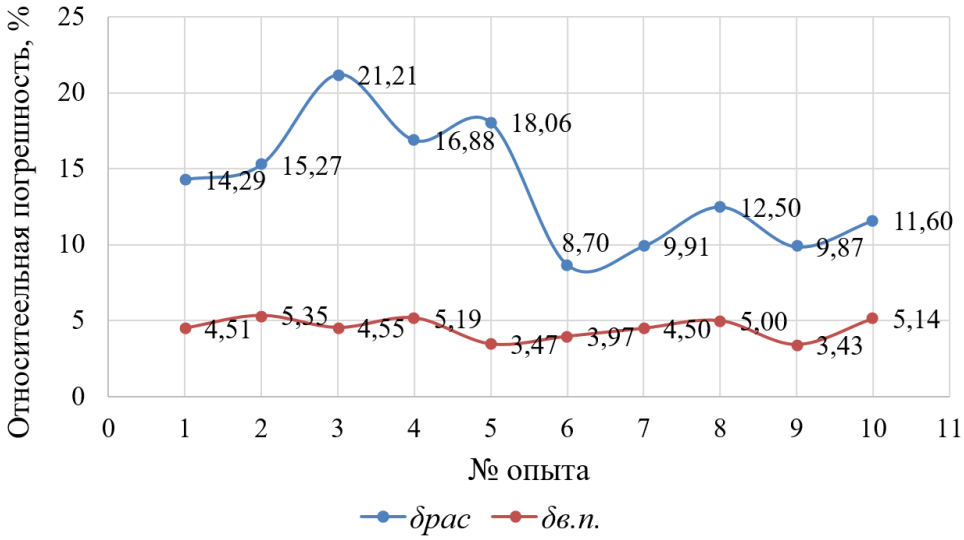


Рисунок 3 – График погрешностей измерения расхода воды
Figure 3 – Graph of water flow measurement errors

При проведении сравнительного анализа показаний радара для измерения уровня воды и скорости потока Эмерсит-РРК, поверенного стандартизованного средства измерения скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1 и ультразвукового расходомер-счетчика Взлет МР УРСВ-31, принятого за эталон, было установлено, что максимальная относительная погрешность определения расхода воды радаром Эмерсит-РРК составила 21,21 %, а минимальная – 8,70 %. Исходя из графика погрешностей измерения расхода воды (рисунок 3) наибольшая относительная погрешность была зафиксирована в опытах с первого по пятый, при условии перепада уклона дна лотка в интервале от 0,0106 до 0,0316, а наименьшая – в опытах с шестого по десятый, при уклоне равном нулю, т. е. при увеличении уклона дна лотка относительная погрешность также возрастала. Полученные значения

превышают допустимую относительную погрешность в 5 %, согласно ГОСТ Р 71113-2023[1]. Выявленное отклонение обусловлено особенностями радарного метода измерений, при котором измеряется только поверхностная скорость потока. Для более точных показаний необходимо построение эпюры скоростей по вертикали. Несмотря на указанное ограничение, радарный метод обладает существенным преимуществом – полной бесконтактностью, что исключает искажение гидравлической структуры потока и снижает риск повреждения прибора взвешенными частицами. Кроме того, применение радара Эмерсит-РРК позволяет организовать автоматизированный пункт водоучета с постоянным мониторингом данных [10].

Выводы. На основании результатов проведенных лабораторных исследований можно сделать следующие выводы.

1 При проведении сравнительного анализа измерений радара Эмерсит-РРК и ультразвукового расходомера-счетчика Взлет МР УРСВ-31, принятого за эталон, было установлено, что максимальная относительная погрешность измерений расхода воды составила 21,21 %, а минимальная – 8,70 %.

2 При анализе полученных данных радара Эмерсит-РРК было выявлено, что в условиях, когда уклон дна лотка был равен нулю, относительные погрешности измерений расхода воды находились в диапазоне от 8,70 до 12,50 %. В то же время, при увеличении уклона дна лотка относительные погрешности измерений расхода воды увеличились и составили от 14,29 до 21,21 %. Таким образом, наблюдается прямая зависимость между увеличением уклона дна лотка и ростом относительных погрешностей измерения расхода воды.

3 Выявленные отклонения относительных погрешностей измерений расхода воды обусловлены особенностями радарного метода измерений,

[1]ГОСТ Р 71113-2023. Системы и сооружения мелиоративные. Водораспределение и водоучет на оросительной сети. Градуировка гидрометрических сооружений «фиксированное русло». Общие требования. Введ. 2024-07-01. М.: РСТ, 2023. 27 с.

при котором определяется только поверхностная скорость потока, поэтому при применении радара Эмерсит-РРК необходимо построение эпюры скоростей по вертикали, выраженной функцией $f = V(h)$, описание аналитической зависимости которой требует дальнейших дополнительных исследований.

Список источников

1. Филиппов Е. Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 286 с.

2. Актуальные вопросы развития мелиоративной отрасли и использования водных ресурсов в АПК / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 4. С. 8–11. EDN: PAKNCR.

3. Зоммер В. Л. Специфика гидравлических и гидротехнических научных исследований в лаборатории гидромеханики и гидравлики // Строительство: наука и образование. 2015. № 2. С. 5. EDN: TWOFIV.

4. Вознюк Ю. С. Приборы для измерения скорости течения водных потоков. Гидрометрическая вертушка // Экологический вестник Донбасса. 2023. № 8. С. 29–35. EDN: HNICZF.

5. Ахмедходжаева И. А., Жураев Б. Б. Методы определения расхода воды в каналах // Мелиорация и водное хозяйство – основа продовольственной и экологической безопасности: сб. материалов Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию образования ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова. М.: ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2024. С. 290–296. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.57.28.048. EDN: LKYUBK.

6. Васильченко А. П., Кореновский А. М. Телеметрия пунктов водоучета мелиоративной системы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 1(81). С. 12–16. EDN: CTJMQA.

7. Средства водоучета при повышении эффективности управления водораспределением в каналах оросительных систем / А. А. Ткачев, Д. Д. Болдырев, Е. В. Донченко, М. В. Снесарева // Мелиорация и водное хозяйство. сб.: материалов Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения), г. Новочеркасск, 25 сент. 2024 г. Новочеркасск: Лик, 2024. С. 227–234. EDN: AXXSAS.

8. Юченко Л. В., Кореновский А. М. Анализ возможности применения ультразвуковых расходомеров на оросительной сети // Актуальные направления развития мелиоративного комплекса: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию создания ФГБНУ «РосНИИПМ», г. Новочеркасск, 10 сент. 2021 г. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2021. С. 124–137. EDN: FPBQNF.

9. Давыдов В. Д. Совершенствование средств водоучета и управления потоками // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 2. С. 10–16. EDN: WHAWZX.

10. Чураев А. А., Юченко Л. В., Шепелев А. Е. Принципы подхода к расчету основных параметров трапецеидального водослива при оснащении его современным прибором измерения уровня // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2023. № 192. С. 158–168. EDN: GHFUZP.

References

1. Filippov E.G., 1990. *Gidravlika gidrometricheskikh sooruzheniy dlya otkrytykh potokov* [Hydraulics of Hydrometric Structures for Open Channels]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 286 p. (In Russian).

2. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Senchukov G.A., Gostischev V.D., 2021. *Aktual'nye voprosy razvitiya meliorativnoy otrasli i ispol'zovaniya vodnykh resursov v APK* [Current issues in the development of land reclamation industry and water resources use in the agro-industrial complex]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 4, pp. 8-11, EDN: PAKNCR. (In Russian).

3. Sommer V.L., 2015. *Spetsifika gidravlicheskikh i gidrotekhnicheskikh nauchnykh issledovaniy v laboratorii gidromekhaniki i gidravliki* [Features of hydraulic and hydrotechnological research conducted at the laboratory of hydromechanics and hydraulics]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education], no. 2, p. 5, EDN: TWOFIV. (In Russian).

4. Voznyuk Yu.S., 2023. *Pribory dlya izmereniya skorosti techeniya vodnykh potokov. Gidrometricheskaya vertushka* [Instruments for measuring the speed of water flow. Hydrometric current meter (propeller)]. *Ekologicheskiy vestnik Donbassa* [Ecological Bulletin of Donbass], no. 8, pp. 29-35, EDN: HNICZF. (In Russian).

5. Akhmedkhodzhaeva I.A., Zhuraev B.B., 2024. *Metody opredeleniya raskhoda vody v kanalakh* [Methods for determining water flow in canals]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo – osnova prodovol'stvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti: sb materialov Yubileynoy mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii, posvyashch. 100-letiyu obrazovaniya VNIIGiM im. A. N. Kostyakova.* [Land Reclamation and Water Management – the Basis of Food and Environmental Security: Proceed. of the Anniversary International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of Foundation of the All-Russian Research Institute of Hydrometeorology and Metrology Named after A. N. Kostyakov]. Moscow, pp. 290-296, DOI: 10.37738/VNIIGIM.-2024.57.28.048, EDN: LKYUBK. (In Russian).

6. Vasilchenko A.P., Korenovsky A.M., 2021. *Telemetriya punktov vodoucheta melioorativnoy sistemy* [Telemetry of water metering points of the irrigation system]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(81), pp. 12-16, EDN: CTJMQA. (In Russian).

7. Tkachev A.A., Boldyrev D.D., Donchenko E.V., Snesareva M.V., 2024. *Sredstva vodoucheta pri povyshenii effektivnosti upravleniya vodoraspredeleniem v kanalakh orositel'nykh sistem* [Water metering means for increasing the efficiency of water distribution management in irrigation system canals]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. sb.: materialov Vseros. nauch.-prakt. konferentsii (Shumakovskie chteniya)* [Land Reclamation and Water Management. Proceed. of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Shumakov Readings)]. Novocherkassk, Lik Publ., pp. 227-234, EDN: AXXSAS. (In Russian).

8. Yuchenko L.V., Korenovsky A.M., 2021. *Analiz vozmozhnosti primeneniya ul'trazvukovykh raskhodomerov na orositel'noy seti* [Analysis of the possibility of using ultrasonic flow meters on the irrigation network]. *Aktual'nye napravleniya razvitiya meliorativnogo kompleksa: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii, posvyashch. 90-letiyu sozdaniya FGBNU «RosNIIPM»* [Current Directions of Developing Reclamation Complex: Proceed. of the International Scientific-Practical Conference Dedicated to the 90th Anniversary of Foundation of the Federal State Budgetary Scientific Institution “RosNIIPM”]. Novocherkassk, RosNIIPM, pp. 124-137, EDN: FPBQNF. (In Russian).

9. Davydov V.D., 2016. *Sovershenstvovanie sredstv vodoucheta i upravleniya potokami* [Improving facilities for water measurement and flow control]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 2, pp. 10-16, EDN: WHAWZX. (In Russian).

10. Churaev A.A., Yuchenko L.V., Shepelev A.E., 2023. *Printsipy podkhoda k raschetu osnovnykh parametrov trapetseidal'nogo vodosliva pri osnashchenii yego sovremennym priborom izmereniya urovnya* [Principles of the approach to calculating the main parameters of a trapezoidal spillway when equipping it with a modern level measuring device]. *Poli-*

tematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU [Polythematic Online Scientific Journal of KubSAU], no. 192, pp. 158-168, EDN: GHFUZP. (In Russian).

Информация об авторах

М. В. Вайнберг – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 786548, ORCID: 0000-0002-4794-3458;

О. А. Баев – ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, доцент, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Oleg-Baev1@yandex.ru, AuthorID: 699695, ORCID: 0000-0003-0142-4270;

А. Е. Шепелев – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации Новочеркасск, Российская Федерация, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 620839, ORCID: 0000-0001-8739-8573;

В. М. Филимонова – ведущий инженер, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 786534, ORCID: 0000-0002-7461-2398.

Information about the authors

M. V. Vaynberg – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 786548, ORCID: 0000-0002-4794-3458;

O. A. Baev – Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Oleg-Baev1@yandex.ru, AuthorID: 699695, ORCID: 0000-0003-0142-4270;

A. E. Shepelev – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 620839, ORCID: 0000-0001-5941-3254;

V. M. Filimonova – Leading Engineer, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Valeriya-shrodna@mail.ru, AuthorID: 786534, ORCID: 0000-0002-7461-2398.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.03.2026; одобрена после рецензирования 15.04.2026; принята к публикации 17.08.2026.
The article was submitted 20.03.2026; approved after reviewing 15.04.2026; accepted for publication 17.08.2026.