

Гидротехническое строительство

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-5-80-85>

УДК 626.01:627.5

**РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДРУСЛОВЫХ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ КОМБИНИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**С.О. Курбанов^{1✉}, А.А. Созаев², Р.А. Жеругов³^{1,2,3} Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова; 360030, КБР, г. Нальчик, пр-кт Ленина, 1В, Россия¹ 05bereg@rambler.ru; ORCID: 0000-0001-5230-7053² sozaev07@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8505-124X³ PIN-код: 5092-7150, AuthorID: 1038179 Россия

Аннотация. Цель исследований – разработка методов расчетного обоснования предлагаемых подрусловых водозаборных сооружений. В статье описываются условия работы и расчетные схемы подрусловых водозаборных сооружений авторской разработки. Приведены конструктивные и технологические характеристики подрусловых водозаборов и их дренажных систем, устраиваемых в прибрежных участках малых рек. Для разных типов фильтрующих водоприемников и дренажей предложены методы фильтрационных расчетов, по результатам которых можно определить размеры и производительность водоприемных лотков и дренажных труб. Также предложен метод гидравлических расчетов, позволяющий определить пропускную способность дренажных и отводящих труб. Предлагаемые методы фильтрационных и гидравлических расчетов могут быть использованы для расчетного обоснования проектируемых подрусловых водозаборных сооружений комбинированных конструкций в условиях малых рек.

Ключевые слова: малые реки, подрусловые водозаборы, водоприемники, дренажные трубы, фильтрационный расчет, скорость фильтрации, толщина фильтрующих слоев, напор воды, пропускная способность, гидравлический расчет

Формат цитирования: Курбанов С.О., Созаев А.А., Жеругов Р.А. Расчетное обоснование подрусловых водозаборных сооружений комбинированных конструкций // Природообустройство. 2025. № 5. С. 80-85. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-5-80-85>

Scientific article

CALCULATION JUSTIFICATION FOR UNDER-CHANNEL WATER INTAKE STRUCTURES OF COMBINED DESIGNSS.O. Kurbanov^{1✉}, A.A. Sozaev², R.A. Zherugov³

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 360030 Nalchik, Lenin avenue, 1B, Russia

¹ 05bereg@rambler.ru; ORCID: 0000-0001-5230-7053² sozaev07@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8505-124X³ PIN-код: 5092-7150, Author ID: 1038179 Россия

Abstract. The purpose of this work is to develop methods for calculating the proposed downstream water intake structures. The paper describes the operating conditions and design schemes of under-channel water intake structures, the author's development. Structural and process characteristics of underflow water intakes and their drainage systems arranged in coastal sections of small rivers are given. For different types of filtering water intakes and drains, methods of filtration calculations are proposed, based on the results of which it is possible to determine the size and productivity of water intake trays and drainage pipes. A method of hydraulic calculations is also proposed, which makes it possible to determine the throughput capacity of drainage and discharge pipes. These proposed methods of filtration and hydraulic calculations can be used for the calculation justification of the designed under-channel water intake structures of combined designs in the conditions of small rivers.

Keywords: small rivers, under-channel water intakes, water receivers, drainage pipes, filtration calculation, filtration rate, thickness of filtering layers, water head, throughput, hydraulic calculation

Citation format: Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Zherugov R.A. Calculation justification for under-channel water intake structures of combined designs // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 5. P. 80-85. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-5-80-85>

Введение. Проблемы эффективного использования водных ресурсов малых рек и надежности работ водозаборных сооружений являются актуальными для регионов Юга России и Северного Кавказа. Многие водозаборные сооружения, построенные на малых реках, находятся в неудовлетворительном эксплуатационном состоянии и нуждаются в полной реконструкции, а применяемые при этом методы фильтрационных и гидравлических расчетов нуждаются в совершенствовании [1-6].

Для условий предгорных участков малых рек авторами разработан ряд вариантов подрусовых водозаборных сооружений комбинированных и биопозитивных конструкций [7-11]. Эти водозаборы относятся к экологически эффективным сооружениям, характеризуются низкой материалоемкостью и энергоемкостью. Предлагаемые водозаборные сооружения обходятся без специальных отстойников, конструкции их фильтрующих водоприемников обеспечивают очистку воды от взвешенных наносов и загрязнений.

Цель исследований: разработка методов расчетного обоснования предлагаемых подрусовых водозаборных сооружений.

Материалы и методы исследований. Для расчетного обоснования и проектирования новых конструкций подрусовых водозаборных сооружений были изучены существующие методы расчета подрусовых фильтрующих водозаборных сооружений. На основе теоретических исследований они были переработаны и приспособлены для расчета водозаборных сооружений авторской разработки [6, 8].

Один из вариантов подрусового водозабора комбинированной конструкции, который защищен двумя патентами на изобретения [9, 10], приведен на рисунке 1, который состоит из водоприемного лотка, поверх которого устроен фильтрующий водоприемник с габионными тюфяками и георешетками, заполненными щебнем. Устраивается водозабор в прибрежном затопляемом участке реки так, чтобы отметка верха фильтрующего водоприемника находилась на уровне отметок дна затопляемой поверхности пойменного участка реки.

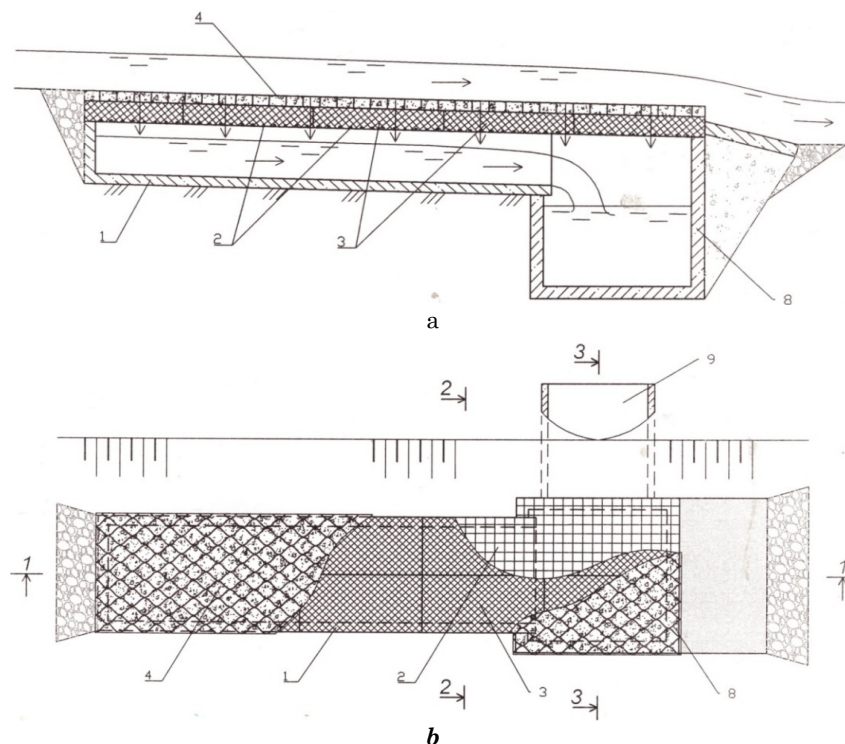


Рис. 1. Продольный разрез *a* и план *b* подрусового водозабора комбинированной конструкции:

- 1 – водоприемный лоток; 2 – фильтрующий водоприемник;
3 – габионные тюфяки; 4 – георешетки, заполненные щебнем

Fig. 1. Longitudinal section *a* and plan *b* of a combined design of under-channel water intake
1 – water intake tray; 2 – filtering water intake; 3 – gabion mattresses; 4 – geogrids filled with crushed stone

Для обоснования принятой конструкции подруслового водозабора и надежности его работы необходимо произвести фильтрационные и гидравлические расчеты. Фильтрационными расчетами определяют конструкцию и размеры водоприемной части лотка, а гидравлическими расчетами определяют размеры и пропускную способность водоприемного лотка и отводящего (водозаборного) трубопровода.

Фильтрационный расчет можно произвести из условия обеспечения эффективной фильтрации и очистки воды от взвешенных наносов, чтобы водоприемный лоток обеспечивал прием необходимого количества очищенной воды (расчетного расхода), с учетом мутности речной воды, затапливающей фильтрующую поверхность водоприемника лотка. При затоплении этой поверхности водоприемная часть лотка работает как дренаж, то есть под действием гравитационных сил происходит фильтрация воды, которая просачивается через щебенку георешеток и габионные тюфяки в водоприемный лоток. При этом, скорость фильтрации в дренирующем водоприемнике можно определить по формуле:

$$V_{\phi} = K_{\phi} I, \tag{1}$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации грунтов водоприемника, м/сут.; I – градиент фильтрационного потока $I = H_1/L$; H_1 – напор воды – разность уровней воды над фильтрующей поверхностью лотка и внутриводоприемного лотка (рис. 1); L – длина пути фильтрации, в данном случае – толщина фильтрующих слоев габионных тюфяков и георешеток, м.

Фильтрационный расход и приток воды в водоприемный лоток можно определить по формуле:

$$Q_{\phi} = V_{\phi} S_{\phi}, \tag{2}$$

где S_{ϕ} – площадь фильтрующей поверхности водоприемника, м²;

$$S_{\phi} = Bl,$$

где B – ширина водоприемной части лотка, м; l – длина водоприемника лотка, м.

Размеры водоприемной части лотка B и l определяют из условия обеспечения расчетного расхода воды в лотке $Q_p = Q_{\phi}$.

Внутренние гидравлические характеристики лотка (ширину b , глубину наполнения h) определяют из условия обеспечения квазиравномерного режима движения воды в лотке, а уклон i принимают равным уклону русла реки.

По формуле Шези

$$Q = wC(Ri)^{1-2}, \tag{3}$$

где w – площадь живого сечения, м²; C – коэффициент Шези;

$$C = 1 / nR^{1/6}, \text{ м} / \text{с}^2, \tag{4}$$

где n – коэффициент шероховатости лотка; R – гидравлический радиус;

$$R = w / X, \text{ м}, \tag{5}$$

где X – смоченный периметр, для прямоугольного сечения лотка $X = b + 2h$.

В конце водоприемного лотка устроен водозаборный колодец, который обеспечивает сбор и подачу профильтрованной воды в отводящий (водозаборный) трубопровод.

Отводящий трубопровод работает также в безнапорном режиме, его характеристики определяют по формулам (3)-(5) квазиравномерного движения воды. При этом площадь сечения w и смоченный периметр X определяют, как для круглого сечения. Уклон i и диаметр d отводящей трубы принимают из условия, что пропускная способность трубы (Q_p) обеспечивается при заполнении водой 0,65 площади сечения трубы и при уклоне, равном уклону рельефа местности.

Еще один вариант водозабора авторами разработан как усовершенствованный вариант подруслового водозабора [11]. Водозабор работает как горизонтальный дренаж, расчетная схема которого приведена на рисунке 2. Водозабор представляет собой дренажную трубу, устроенную в решетчатом лотке, внутри загруженном щебнем, который устраивается в однослойном грунтовым массиве поймы реки и недалеко от основного

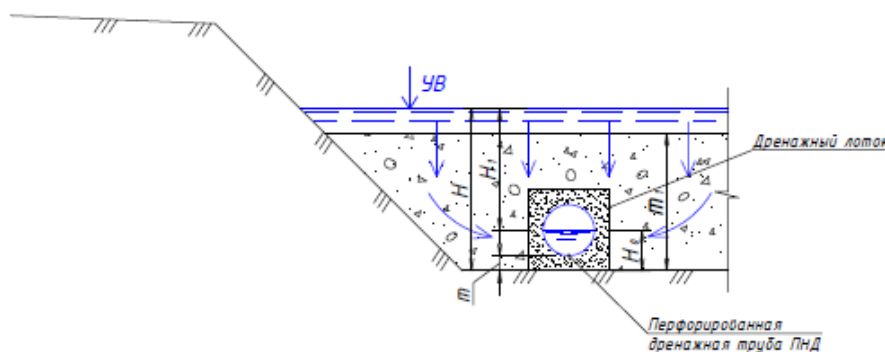


Рис. 2. Расчетная схема подруслового водозабора с дренажным лотком

Fig. 2. Design scheme of a sub-channel water intake with a drainage tray

русла реки. Водозабор состоит из лотка призматической формы, изготовленного из арматурных решеток. Внутренняя часть лотка полностью обшита геотекстилем и загружена щебнем, и на 1/3 высоты лотка смонтирована перфорированная (дренажная) труба марки ПНД. Дренажный лоток с фильтрующей загрузкой и трубой располагается в траншее по уклону русла реки, сверху и сбоку полностью засыпается речным песчано-гравелистым и галечниковым грунтом. Поверхность над дренажным лотком расчищается и планируется по уклону лотка, подводится речной поток, и затапливается вся фильтрующая поверхность над лотком. При этом под действием гравитационных сил происходит фильтрация воды через слой грунта и фильтрационную загрузку лотка в дренажную трубу. А дренажная труба через перфорацию (водоприемные отверстия) принимает и проводит воду в отводящий трубопровод.

Вокруг дренажных труб устраиваются обратные фильтры из нескольких слоев фильтрующих материалов. В нормативной литературе, п. 2.1, 2.2 и 2.3 (Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений П 56-90 ВНИИГ. С.-Петербург, 1992), даются рекомендации по подбору обратных фильтров для гидротехнических сооружений. Согласно данным рекомендациям для обратных фильтров гидротехнических сооружений рекомендуется использовать несупфозионные грунты. На рисунке 2 по этим рекомендациям представлены расчетные параметры несупфозионных грунтов и их гранулометрические составы несвязных грунтов (в относительных координатах).

По этим графикам вокруг и наверху дренажной трубы принимают 2-3 слоя основных фильтрующих материалов. Первый слой толщиной 200-250 мм состоит из щебня (размеры частиц – 5-30 мм) с коэффициентом разнородности $K_{60,10} = 5...10$. Второй слой – из речного песчано-гравелистого грунта (фракции 0,5-100 мм) толщиной до 50 см и более с коэффициентом разнородности $K_{60,10} = 5...20$. При необходимости и третий слой формируют из крупного песка (фракции 0,5-3 мм). Эти фильтрующие материалы (щебень, гравий и крупный песок) должны быть несупфозионными и проверяются согласно названным графикам.

Фильтрационный расчет дренажного лотка. Фильтрационный расчет производят из условия обеспечения эффективной фильтрации и очистки воды от взвешенных наносов, чтобы дренажная труба обеспечивала прием необходимого количества очищенной воды.

Вода, поступающая из реки на фильтрующую поверхность над дренажным лотком, под действием гравитационных сил просачивается через слой песчано-гравелистых грунтов и щебенчатую загрузку лотка в дренажную трубу. При этом происходит очистка воды от мутной взвеси.

Расчетная схема работы дренажной трубы приведена на рисунке 2.

Скорость фильтрации в дренажах можно определить по формуле (1), где напор H_1 для определения градиента фильтрационного потока I определяется как разность уровней воды над лотком и в дренажной трубе (рис. 2).

Фильтрационный расход притока воды в дренажную трубу можно определить по формуле (2), где $S_{1ф}$ – фильтрующая площадь вокруг поверхности дренажной трубы – определяется как

$$S_{1ф} = \pi d l,$$

где d – наружный диаметр трубы; l – длина дренажной трубы; πd – длина круга.

По расчетам диаметр d и длину l дренажной трубы определяют из условия обеспечения расчетного расхода в дренажной трубе как $Q = Q_p$.

Расчет для данного варианта подруслового водозабора можно выполнить и по рекомендациям из технической литературы [6]. По этим рекомендациям приток воды в подрусловый водозабор, находящейся в однослойном фильтрующем грунтовом массиве, находится по формуле:

$$Q = 2\pi k l \frac{H - H_0}{R}, \quad (6)$$

где k – коэффициент фильтрации грунтов вокруг дренажного лотка (водоносного горизонта), м/сут.; l – длина дренажной трубы, м; H – напор воды (разность отметок уровней воды над поверхностью фильтрации и линии основания лотка), м; H_0 – разность отметок уровней воды в дренажной трубе и линии основания, м; R – гидравлическое сопротивление в фильтрационном массиве грунта, определяемое по формуле:

$$R = \ln \left[\operatorname{tg} \frac{\pi(\Delta m - d)}{2m_1} \operatorname{ctg} \frac{\pi d}{8m_1} \right], \quad (7)$$

где m_1 – мощность водоносного горизонта от дна русла до основания дренажного лотка, м; d – диаметр дренажной трубы, м; m – расстояние от низа дренажной трубы до основания (плоскости сравнения). По этому расчету предварительно принимаются диаметр d и длина l дренажной трубы; из условия обеспечения расчетного расхода в дренажной трубе $Q = Q_p$.

Предварительно принятые размеры дренажной трубы уточняют по расчету притока воды через щелевые отверстия перфорированных труб ПНД.

Расчет притока воды через щелевые отверстия дренажных труб. Для обеспечения

нормальной работы дренажных труб глубина воды над поверхностью фильтрации должна быть в пределах 0,2-0,35 м. При этой глубине дренажная система водозабора работает нормально, приток необходимого количества воды через щелевые отверстия труб обеспечивается, и по расчету подбирается длина дренажных труб из условия обеспечения их расчетной производительности $Q = Q_p$, м³/с.

Необходимо отметить, что трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД) обладают высокой степенью надежности работ, поэтому их рекомендуют в качестве дренажных труб.

Основные характеристики дренажных труб марки ПНД приведены в справочных данных (www.complexdoc.ru). Зная эти характеристики, можно определить пропускную способность q_{oi} (расход) одного щелевого отверстия по формуле:

$$q_{oi} = m_o f_o (2gh_o)^{0,5}, \quad (8)$$

где m_o – коэффициент расхода щелевого отверстия; f_o – площадь одного щелевого отверстия, м²; g – ускорение свободного падения, м²/с; h_o – потери напора при истечении из отверстия, м, которые могут быть приравнены к минимальному напору воды над щелевым отверстием, м.

С учетом сопротивления вокруг трубы и наверху расход щелевого отверстия уменьшается значительно, и для учета этого сопротивления в формулу (1) вводится коэффициент сопротивления k_s , который находится в пределах 0,1...0,3:

$$q_{oi} = k_s m_o f_o (2gh_o)^{0,5}. \quad (9)$$

Значения коэффициента расхода m_o берется также из справочных данных в зависимости от числа Рейнольдса (Re) и d_{17}/t_o .

Коэффициент расхода m_o зависит от числа Рейнольдса (Re) и отношения d_{17}/t_o , где t_o – ширина щели; d_{17} – диаметр частиц слоя обсыпки, прилегающей к водоприемной поверхности, соответствующий 17%-ному содержанию их в granulometricком составе зерен обсыпки. В расчетный состав обсыпки включаются фракции обсыпки крупнее $0,4t_o$.

Список использованных источников

- Карпенко Н.П., Беглярова Э.С., Соколова С.А., Матвеева Т.И. Фильтрационные расчеты водопонижения при строительстве инженерных коммуникаций // Природообустройство. 2021. № 1. С. 126-133. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-1-126-133> EDN: UUXTZA
- Косиченко Ю.М., Баев О.А. Особенности гидравлических и фильтрационных расчетов осушительно-оросительной системы // Природообустройство. 2021. № 4. С. 90-98. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-4-90-98> EDN: CULLVY
- Курбанов С.О., Созаев А.А. Новые конструктивные и технологические решения по водозаборным сооружениям

Число Рейнольдса определяется по формуле:

$$R_{eA} = t_o 2gh_o / n_k, \quad (10)$$

где n_k – коэффициент кинематической вязкости фильтрующей воды, принимаемый равным $1,31 \times 10^{-6}$ м²/с.

Подставляя эти значения в формулу (10), определяют число Рейнольдса, по которому подбирают m_o из справочных данных труб ПНД.

Далее, подставляя все полученные значения в формулу (9), определяют расход q_{oi} одного щелевого отверстия трубы. Затем, зная количество щелевых отверстий на длине 1 м трубы, определяют расход q_p , который дает 1 м дренажной трубы. Наконец, зная расход q_p , определяют необходимую длину L дренажной трубы: $L = Q_p / q_p$. Полученное значение длины дренажной трубы округляют до целого значения в большую сторону и окончательно его принимают за расчетную длину.

По результатам произведенных фильтрационных и гидравлических расчетов окончательно принимают конструкцию, размеры и технологию возведения водоприемных (дренажных) устройств и проводящей сети проектируемого подруслового водозаборного сооружения, а также генплан всех сооружений.

Выводы

- По результатам проведенных аналитических исследований известные методы фильтрационных и гидравлических расчетов горизонтальных водозаборов переработаны и приспособлены для расчетного обоснования подрусловых водозаборных сооружений авторской разработки.
- Предлагаемые методы расчета позволяют подобрать оптимальные размеры и конструкции подрусловых водозаборов, а также определить их производительность и пропускную способность.
- Представленные методы расчета могут быть использованы при проектировании подрусловых водозаборных сооружений на малых реках для нужд прибрежных мелиоративных систем и систем водоснабжения фермерских хозяйств.

References

- Karpenko N.P., Beglyarova E.S., Sokolova S.A., Matveeva T.I. Filtration calculations of water lowering in the construction of engineering communications / Prirodoobustroystvo. 2021. No 1. P. 126-133. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-1-126-133> EDN: UUXTZA
- Kosichenko Yu.M., Baev O.A. Features of hydraulic and filtration calculations of drainage and irrigation system // Prirodoobustroystvo. 2021. No 4. P. 90-98. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-4-90-98> EDN: CULLVY
- Kurbanov S.O., Sozaev A.A. New constructive and technological solutions for water intake structures of reclamation

мелиоративных систем предгорных зон // Журнал Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 4 (84) С. 24-31. EDN: XLYIVN

4. Курбанов С.О., Созаев А.А., Чапаев Т.М., Сасиков А.С. Экологически эффективные технологии регулирования малых рек и строительства мелиоративных водозаборов // International agricultural journal № 6. 2020. <https://iacj.eu/index.php/iacj/article/view/315>. EDN: GQFSUV

5. Палиивец М.С. Гидравлический расчет трубопровода с учетом длин влияния местных сопротивлений и их интерференции // Природообустройство. 2022. № 1. С. 102-108 <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-1-102-108>. EDN: IRGFAG

6. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02-84). ВНИИ ВОДГЕО Москва. 1986.

7. Патент № 2518634 Российская Федерация, МПК E02B 9/04 (2006.01), E03B 9/04 (2006.01), Подрусловой фильтрующий водозабор комбинированной конструкции: № 2012135660: заявл. 20.08.2012; опубл. 10.06.2014 / Джамалудинов М.М., Курбанов С.О.; заявитель ООО НПФ «Берег». 6 с.

8. Патент № 2518456 Российская Федерация, МПК E02B 9/04 (2006.01). Способ возведения подруслового фильтрующего водозабора комбинированной конструкции: № 012135664: заявл. 20.08.2012; опубл. 10.06.2014 / Джамалудинов М.М., Курбанов С.О.; заявитель ООО НПФ «Берег». 6 с.

9. Патент № 2747488 Российская Федерация, МПК E02B 9/04 (2006.01), E02B 9/04 (2021.01) Подрусловой водозабор комбинированной конструкции: № 2020131884 заявл. 25.09.2020; опубл. 05.05.2021 / Курбанов С.О., Балкизов А.Б.; заявитель Кабардино-Балкарский ГАУ. 6 с.

10. Патент № 2747490 Российская Федерация, МПК E02B9/04 (2006.01). Способ возведения подруслового водозабора комбинированной конструкции. № 2020131881: заявл. 25.09.2020; опубл. 05.05.2021 / Курбанов С.О., Созаев А.А., Кудав Т.Ш.; заявитель Кабардино-Балкарский ГАУ. 6 с.

11. Патент № 2758237 Российская Федерация, МПК E02B 11/00 (2021.02), E03B 3/06. Способ возведения горизонтального водозаборного сооружения комбинированной конструкции: № 2020131903: заявл. 15.09.2020; опубл. 26.10.2021 / Курбанов С.О., Созаев А.А.; заявитель Кабардино-Балкарский ГАУ. 7 с.

Об авторах

Салигаджи Омарович Курбанов, канд. техн. наук, доцент; WoSResearcherID: AAB-7875-2020; Scopus AuthorID: 70062553868; ORCID: 0000-0001-5230-7053; SPIN-код: 2067-1130; Author ID: 361638; 05bereg@rambler.ru

Ахмед Абдулкеримович Созаев, канд. техн. наук, доцент; WoSResearcherID: AAB-7728-2020; Scopus Author ID: 57219247588; ORCID: 0000-0002-8505-124X; SPIN-код: 8151-1898; Author ID: 805100; sozaev07@mail.ru

Ратмир Арсенович Жеругов, аспирант; PIN-код: 5092-7150, AuthorID: 1038179 Россия

Критерии авторства / Authorship criteria

Курбанов С.О., Созаев А.А., Жеругов Р.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors the made an equal contribution to the preparation of the publication

Статья поступила в редакцию / The article was received at the editorial office 15.10.2025

Одобрена после рецензирования / Approved after peer review on 03.11.2025

Принята к публикации после доработки / Accepted for publication on 03.11.2025

systems of foothill zones // Journal Water and ecology: problems and solutions. 2020. No 4 (84) P. 24-31. EDN: XLYIVN

4. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Chapaev T.M., Sasikov A.S. Ecologically efficient technologies for regulating small rivers and building reclamation water intakes // International agricultural journal № 6. 2020. <https://iacj.eu/index.php/iacj/article/view/315>. EDN: GQFSUV

5. Paliivets M.S. Hydraulic calculation of the pipeline taking into account the length of the influence of local resistances and their interference // Prirodoobustroistvo. 2022. № 1. P. 102-108. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-1-102-108>. EDN: IRGFAG

6. Handbook for the design of groundwater intake facilities (to SNiP 2.04.02-84). VNI VODGEO Moscow. 1986.

7. Patent No 2518634 Russian Federation, IPC E02B9/04 (2006.01), E03B9/04 (2006.01), Underflow filtering water intake of combined design: No2012135660: application. 20.08.2012: publ. 10.06.2014 / Jamaludinov M.M., Kurbanov S.O.; applicant NPF Bereg LLC. 6 p.

8. Patent No 2518456 Russian Federation, IPC E02B9/04 (2006.01). Method of erection of under-channel filtering water intake of combined design: No2012135664: application. 20.08.2012: publ. 10.06.2014 / Jamaludinov M.M., Kurbanov S.O.; applicant NPF Bereg LLC. 6 p.

9. Patent No 2747488 Russian Federation, IPC E02B9/04(2006.01), E02B9/04 (2021. 01) Underflow water intake of combined design: No 2020131884 application. 25.09.2020: published 05.05.2021 / Kurbanov S.O., Balkizov A.B.; applicant: Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 6 p.

10. Patent No 2747490 Russian Federation, IPC E02B9/04 (2006.01). Method of erecting a combined structure of an underflow water intake. No 2020131881: declared. 25. 09. 2020: publ. 05.05.2021 / Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Kudaev T.Sh.; applicant: Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 6 p.

11. Patent No 2758237 Russian Federation, IPC E02B11/00 (2021.02), E03B3/06. Method of erection of a horizontal water intake structure of a combined structure: No 2020131903: application. 15.09.2020: publ. 26.10.2021 / Kurbanov S.O., Sozaev A.A.; applicant: Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 7p.

About the Authors

Saligadzhi O. Kurbanov, CSc (Tech), associate professor; WoS Researcher ID: AV-7875-2020; Scopus Author ID: 70062553868; ORCID: 0000-0001-5230-7053; SPIN code: 2067-1130; Author ID: 361638; 05bereg@rambler.ru

Ahmed A. Sozaev, CSc (Tech), associate professor WoS Researcher ID: AV-7728-2020; Scopus Author ID: 57219247588; ORCID: 0000-0002-8505-124X; SPIN code: 8151-1898; AuthorID: 805100; sozaev07@mail.ru

Ratmir A. Zherugov, post graduate student; SPIN code: 5092-7150, AuthorID: 1038179 Russia.

Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Zherugov R.A. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript, they have a copyright for the article and are responsible for plagiarism.