Научная статья
УДК 631.6
doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_161

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Л.В. Моторная, А.Е. Хаджиди

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

Аннотация. В статье предложено решение проблемы обеспечения рационального водопользования и экологической безопасности на оросительных системах. Объектом исследования является малый водоток предгорной зоны Краснодарского края река Синюха. В период 2018-2021 гг. изучены основные гидрологические характеристики реки Синюха, установлено, что на исследуемом участке русло реки канализировано и прямолинейное, водный режим нарушен, сток реки зарегулирован земляными дамбами, на вегетационный период сельскохозяйственных растений с марта по сентябрь приходится 69,6% стока реки с максимумом в марте, и часть стока расходуется на орошение сельскохозяйственных культур. Минимальный сток приурочен к меженному периоду, который также расходуется на орошение, поэтому при разработке водосберегающих и экологических мероприятий для реки Синюха необходимо учитывать расчетной сток 75% обеспеченности в мае-июне, когда наблюдается максимальный скат личинок и молоди рыб. Для обеспечения экологической безопасности водного объекта необходимо обеспечить рациональное использование водных ресурсов путем снижения расходов воды на мелиоративных водозаборных сооружениях, забирающих воду из реки для подачи на оросительные системы и рыбозащиту, а также на технологические нужды мелиоративных сооружений. Разработана схема оптимизации забора воды из реки Синюха, где подача воды на рыбозащитное устройство осуществляется отдельной (передвижной) самостоятельной насосной станцией, что делает возможным обеспечение независимости расхода рыбозащитных устройств от расхода головной насосной станции. Мощности насосных агрегатов при этом будут зависеть от расходов и напоров для оросительной системы, что привет к снижению потребления электроэнергии на 20-30%.

Ключевые слова: водопотребление, оптимизация, водный объект, оросительная система, сельскохозяйственные земли

Original article

RATIONAL WATER USE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION SAFETY OF IRRIGATION SYSTEMS

L.V. Motornaya, A.E. Khadzhidi

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The article proposes a solution to the problem of ensuring rational water use and environmental safety in irrigation systems. The object of the study is a small watercourse in the foothill zone of the Krasnodar Territory, the Sinyukha river. In the period 2018-2021 the main hydrological characteristics of the Sinyukha river were studied, it was found that in the study area it is canalized and rectilinear, the water regime is disturbed, the river flow is regulated by earthen dams, the growing season of agricultural plants from March to September accounts for 69,6% of the river flow with a maximum in March month, and part of the runoff is spent on irrigation of agricultural crops. The minimum flow is confined to the low-water period, which is also spent on irrigation, therefore, when developing water-saving and environmental measures for the Sinyukha river, it is necessary to take into account the estimated flow of 75% security in May-June, when the maximum decline of larvae and juvenile fish is observed. To ensure the environmental safety of a water body, it is necessary to ensure the rational use of water resources by reducing water consumption at reclamation water intake facilities that take water from the river for supply to irrigation systems and fish protection, as well as for the technological needs of reclamation facilities. A scheme has been developed for optimizing water intake from the Sinyukha river, where water is supplied to the fish protection devices by a separate (mobile) independent pumping station, which makes it possible to ensure the independence of the flow rate of fish protection devices from the flow rate of the main pumping station. The capacity of pumping units in this case will depend on the flow rates and pressures for the irrigation system, which will lead to a reduction in electricity consumption by 20- 30%.

Keywords: water consumption, optimization, water body, irrigation system, agricultural land

Введение

Климатические факторы Краснодарского края наиболее благоприятные для выращивания сельскохозяйственных культур в Российской Федерации, а при орошении возможно получать два урожая в год [1]. Однако в настоящее время существует проблема глобального изменения климата в сторону потепления [2], что отрицательно сказывается на речных экосистемах в виде уменьшения стока малых рек, из которых, в общем массе, в Краснодарском крае осуществляется полив сельскохозяйственных земель [3, 4]. С другой стороны, в Российской Федерации реализуется «Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации», направленная на устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия для обеспечения продовольственной безопасности страны [5]. В рамках Программы в качестве одного из основных приоритетов и целей государственной политики выделяют задачу сохранения природных водных ресурсов. Оросительные мелиорации невозможны без источника орошения — водного объекта, из которого мелиоративным водозаборным сооружением вода забирается на полив сельскохозяйственных земель [6]. Изъятие объемов стока до 0,5-2,0 млн м^3 на орошение сельскохозяйственных земель негативно сказывается на экосистемах малых рек, особенно при сложившемся в последнее время дефиците водных ресурсов [7].

Цель и объект исследования

Цель исследования — обеспечение рационального водопользования и экологической безопасности на оросительных системах Курганинского района Краснодарского края путем разработки ресурсосберегающих мероприятий экосистемы реки Синюха. Объект исследования — река Синюха, являющаяся наиболее типичной малой рекой, входящей в предгорную часть бассейна реки Кубань, вода из которой

© Моторная Л.В., Хаджиди А.Е., 2022

подается на орошение сельскохозяйственных земель на площади 400 га ООО «Колхоз Рассвет» Курганинского района Краснодарского края.

Материалы и методы

Исследования проводились на участке реки Синюха в Курганинском районе Краснодарского края в период 2018-2021 гг., изучался сток реки Синюха для целей орошения сельскохозяйственных культур на оросительной системе ООО «Колхоз Рассвет» для разработки мероприятий по рациональному водопользованию на водозаборном сооружении при проведении мелиорации (рис. 1).

Исток реки Синюха начинается с северных склонов Большого Кавказского хребта на высоте 920 м и впадает в реку Чамлык в 25 км от ее устья. Расстояние от устья реки до места водозабора 65 км. В верхнем течении долина реки Синюха имеет V-образную форму. В среднем и нижнем течении долина водотока принимает трапецеидальную форму, удобную для размещения мелиоративных водозаборов для оросительных систем. Ширина долины колеблется от 350-500 м до 2-3 км. Русло шириной 1-3 м в верховьях сложено галечником и по мере движения вниз по течению расширяется, достигая в нижнем течении 10-20 м.

Гидрометрическими исследованиями установлено, что на участке водозабора река имеет ширину 12 м. Глубина реки Синюха в меженный период составляет 0,4-0,5 м, в период прохождения паводков — 1,5 м. Скорость течения в многоводный период составляет 1,0-1,5 м/с, а в маловодный период (летне-осенняя межень) — 0,1-0,4 м/с. В гранулометрическом составе взвешенных наносов преобладают пылеватые и илистые частицы, фракции менее 0,1-0,05 мм (28,4%). В донных отложениях преобладает песок с размером фракций 1,0-0,5 мм (16,2%). Общая минерализация воды реки 0,8 г/л. Вода пригодна для орошения. Русло реки Синюха на исследуемом участке канализировано и прямолинейное. Водный режим нарушен, сток реки зарегулирован земляными дамбами. При безвозвратном заборе воды из реки Синюха для цели орошения сельскохозяйственных земель необходимо осуществлять мероприятия по водосбережению и рациональному водопользованию при обеспечении экологической охраны водного ресурса.

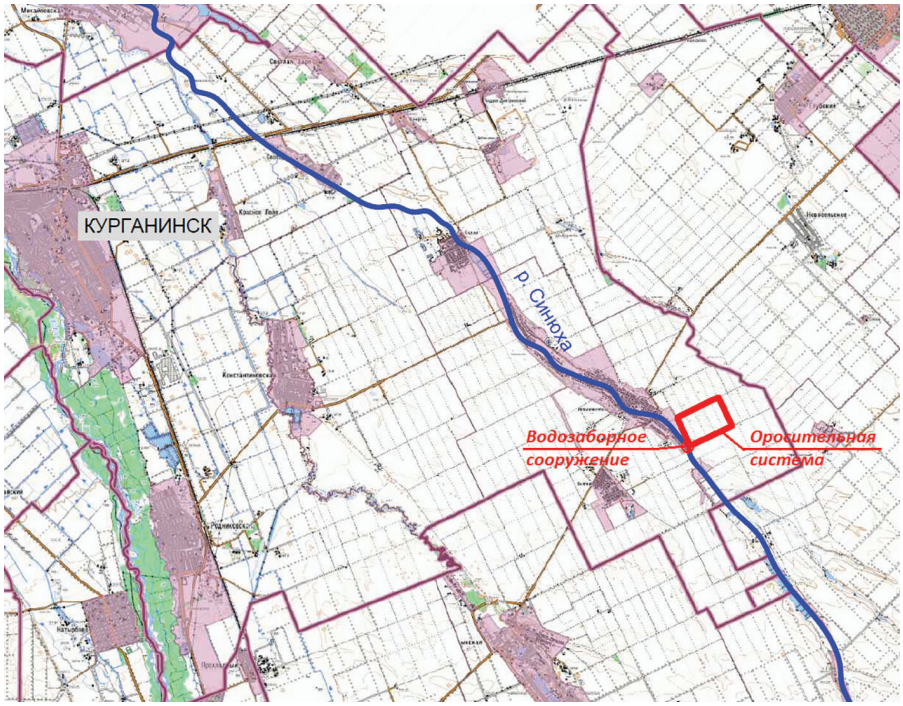


Рисунок 1. **Ситуационная схема расположения объекта исследований**
Figure 1. **Situational diagram of the location of the research object**

Результаты и обсуждение

Направление хозяйства ООО «Колхоз Рассвет» — выращивание полевых сельскохозяйственных культур. Орошение культур севооборота на орошаемом участке площадью 400 га предусматривается дождевальными машинами кругового и фронтального действия с максимальным расходом 720 м^3/час.

Для водозаборного сооружения оросительной системы выбирался створ, где исследовалось годовое и внутригодовое распределение стока. Параметры и величины годового стока в створе водозабора приводятся в таблице 1.

В створе мелиоративного водозабора годовой сток 75% обеспеченности составляет 44,2 млн м^3. Однако годовой сток малой реки не может быть предметом обоснования расчетного расхода для оросительной системы. Поэтому предметом исследования служит сток, который наблюдается в летний период. Внутригодовое распределение стока года 75% обеспеченностью, которое является нормативным при разработке проектов оросительных систем, приводится в таблице 2 по месяцам для реки Синюха.

Из данных таблицы 2 установлено, что на оросительный период с марта по сентябрь приходится 69,6% стока с максимумом в марте, где его часть расходуется на орошение сельскохозяйственных культур. Минимальный сток приурочен к меженному периоду, который также расходуется на орошение. Поэтому при разработке водосберегающих и экологических мероприятий для реки необходимо учитывать расчетной сток 75% обеспеченности в мае-июне, когда наблюдается максимальный скат личинок и молоди рыб. В этот период устанавливаются глубины потока в русле реки 0,8-1,1 м и средние скорости 0,4-0,6 м/с при расходах 1,76-2,18 м^3/с. Забор воды на орошение в этот период не превышает 0,18-0,20 м^3/с, что составляет в среднем 9,6% стока.

При проведении оросительных мелиораций необходимо обеспечение экологической безопасности источника орошения путем рационального использования водных ресурсов [8]. Выполнение данного условия возможно путем снижения расходов воды на мелиоративных водозаборных сооружениях, забирающих воду из реки для подачи на оросительные системы и рыбозащитные устройства [9, 10], а также на технологические нужды (промывку, перекачку) водозаборных устройств [11, 12].

Таблица 1. **Параметры и величины годового стока в створе водозабора за период наблюдений 1956-2016 гг.**
Table 1. **Parameters and values of the annual runoff at the water intake site for the observation period 1956-2016**

Река-пункт	Площадь водосбора, км^2	Параметры кривой обеспеченности			Характеристика стока	Годовой сток обеспеченностью, р %		
						50	75	95
		Q_0, м^3/с	Cv	Cs	Q, м^3/с	1,84	1,40	0,91
река Синюха	762	1,93	0,38	2 Cv	W, млн м^3	58,0	44,2	28,7

Таблица 2. **Внутригодовое распределение стока 75% обеспеченности за период наблюдений 1956-2016 гг.**
Table 2. **Intra-annual distribution of runoff 75% supply for the observation period 1956-2016**

Водность	Размерность	Месячный сток												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
75%	%	4,0	7,4	18,4	16,6	13,2	10,7	7,0	3,7	3,5	4,1	6,4	5,0	100
	м^3/с	0,66	1,22	3,03	2,74	2,18	1,76	1,15	0,61	0,58	0,68	1,05	0,82	1,40
	млн м^3	1,77	3,27	8,12	7,33	5,83	4,72	3,09	1,63	1,55	1,81	2,83	2,21	44,2

Запишем уравнение (1), которое можно использовать для решения задачи о рациональном использовании воды и экологической безопасности для существующих схем мелиоративных водозаборов:

$$Q_{ГНС} = Q_{НС} + Q_р + Q_п \rightarrow min, \quad (1)$$
$$Q_в = Q_{ГНС} \rightarrow min.$$

где $Q_в$ — расход мелиоративного водозабора, м^3/с; $Q_{ГНС}$ — расход головной насосной станции, м^3/с; $Q_{НС}$ — расход насосных агрегатов, м^3/с; $Q_р$ — расход рыбозащитных устройств, м^3/с; $Q_п$ — расход на промывку рыбозащитных устройств, м^3/с.

Уравнение (1) описывает существующие условие потребления воды из водного источника на оросительную систему. Расход головной насосной станции включает расход воды на рыбозащиту, которая составляет от 7 до 8% на одно рыбозащитное устройство от расхода насосного агрегата. При нескольких рыбозащитных устройствах расход насосной станции возрастает прямо пропорционально их количеству. Для решения уравнения (1) необходимо согласовывать график подачи воды на орошение головной насосной станции с севооборотом и с расходом рыбозащитного устройства.

Для рационального водопотребления необходимо обеспечить независимость расхода рыбозащитных устройств от расхода головной насосной станции. Для этого разработана схема забора воды из реки Синюха, где подача воды на рыбозащитное устройство осуществляется отдельной (передвижной) насосной установкой (рис. 2).

Вода из водоисточника напрямую забирается головной насосной станцией и подается в оросительную систему. Вода для рыбозащитных устройств забирается из аванкамеры 3, подается через механические фильтры 5 передвижным насосным агрегатом 4 на мобильные рыбозащитные устройства 2, создавая противотоки с защитным экраном. Формулу (1) по схеме оптимизации забора воды из реки (рис. 2) можно представить в виде:

$$Q_{ГНС} = Q_{НС} = Q_{ОС} \rightarrow min, \quad (2)$$
$$Q_р \rightarrow min.$$

Из выражения (2) следует, что расход головной насосной станции уменьшится и будет определяться только графиком водоподачи на оросительную систему. Для экологической безопасности источника орошения, защиты водных биоресурсов необходимо использование бесконтактного способа защиты, который будет создавать противотоки при помощи водяных струй, а также использовать очистку с помощью механических фильтров, подающих воду на мобильные рыбозащитные устройства.

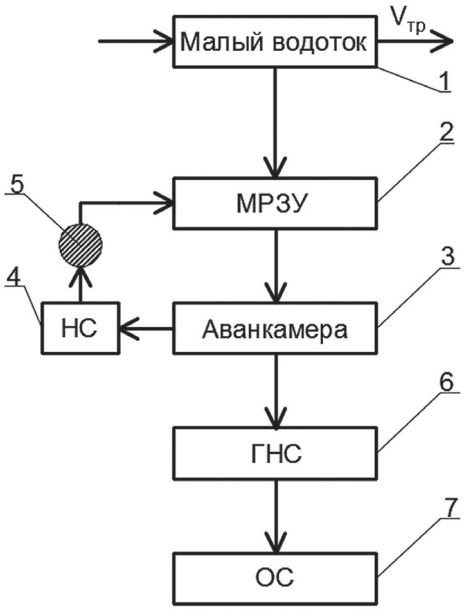
Выводы

1. Для рационального водопользования и обеспечения экологического равновесия малых рек Краснодарского края, из которых забирается вода для полива сельскохозяйственных земель, в частности реки Синюха, при разработке водосберегающих мероприятий и расчете гидрологических характеристик необходимо учитывать расчетной сток 75% обеспеченности, который наблюдается в мае-июне, когда происходит максимальный скат личинок и молоди рыб.

2. Для рационального потребления воды на оросительных системах разработана схема оптимизации (рис. 2), внедрение которой обеспечит оптимизацию графиков поливов с применением современных технических средств полива при получении запланированных урожаев сельскохозяйственных культур.

3. Применение передвижных насосных установок для работы мобильных рыбозащитных устройств обеспечит экологическую безопасность малых водотоков, модернизирует мелиоративные водозаборы, при этом мощность потребления электроэнергии на насосных агрегатах снизится на 20-30% по сравнению с использованием существующих рыбозащитных устройств.

4. Экологическое состояние водотока не будет ухудшаться, так как вода, попадающая на рыбозащитные устройства, будет подвергаться механической очистке и обратно возвращаться очищенной для промывки рыбозащитного устройства.



1 — малый водоток (река Синюха); 2 — рыбозащитное устройство; 3 — аванкамера; 4 — насосный агрегат; 5 — механический фильтр; 6 — головная насосная станция; 7 — оросительная система

Рисунок 2. **Схема оптимизации забора воды из реки Синюха**
Figure 2. **Scheme for optimizing water intake from the Sinyukha river**

Список источников

1. Банникова Н.В., Есаулко А.Н., Вайцеховская С.С., Костюченко Т.Н., Тельнова Н.Н. Совершенствование методических подходов к оценке экономической эффективности производства продукции растениеводства на орошении // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 4. С. 226-244.

2. A. Ito, C.P. Reyer, A. Gädeke, P. Ciais, J. Chang, M. Chen, L. François, M. Forrest, T. Hickler, S. Ostberg. (2020). Pronounced and unavoidable impacts of low-end global warming on northern high-latitude land ecosystems. *Environ. Res. Lett.*, 15, Article 044006.

3. Ляшков М.А., Домашенко Ю.Е. Оптимизация экологически безопасного водопользования на мелиоративных системах в условиях дефицита водных ресурсов // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 11. С. 42-47.

4. Георгиев А.П., Широков В.А., Черепанова Н.С., Коркин С.В. Антропогенное влияние на водные экосистемы республики Карелия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 14-23.

5. Ольгаренко Г.В. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 44-47.

6. Хецуриани Е.Д., Гарбуз А.Ю., Хецуриани Т.Е. Научные основы разработки гидротехнических устройств для обеспечения надежности и безопасной работы водозаборов // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 4. С. 332-345.

7. Кузьмичев А.А., Рыжаков А.Н., Мартынов Д.В. Анализ дефицита водных ресурсов и использования мелиорированных земель в Южном федеральном округе // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 19-35.

8. Карпенко Н.П., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж. Прогнозные оценки предельно-возможной площади орошаемых земель в условиях сбалансированного использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Талас // Природообустройство. 2019. № 2. С. 110-116.

9. Dragunova, S., Kuznetsov, E., Khadzhidi, A., Koltsov, A., Sharaby, N. (2020). Investigating the effectiveness of a fish-protection structure of the reclamation water intake. In: E3S Web of Conferences. 8. Series "Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020", p. 07008.

10. Штанько А.С. Фильтрующие водозаборы из водотоков для подачи предварительно очищенной воды в системы капельного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3 (39). С. 123-139.

11. Абдразаков Ф.К., Логашов Д.В. Анализ работы насосных станций Комсомольской и Приволжской оросительных систем, недостатки и пути их совершенствования // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 67-71.

12. Khetsuriani, E.D., Bondarenko, V.L., Ilyasov, A.I., Semenova, E.A. (2019). The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 698, 055041. doi: 10.1088/1757-899X/698/5/055041

References

1. Bannikova, N.V., Esaulko, A.N., Vaitsekhovskaya, S.S., Kostyuchenko, T.N., Tel'nova, N.N. (2021). Sovershenstvovanie metodicheskikh podkhodov k otsenke ehkonomicheskoi ehffektivnosti proizvodstva produktsii rastenievodstva na oroshenii [Improvement of methodological approaches to assessing the economic efficiency of crop production for irrigation]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 4, pp. 226-244.

2. A. Ito, C.P. Reyer, A. Gädeke, P. Ciais, J. Chang, M. Chen, L. François, M. Forrest, T. Hickler, S. Ostberg. (2020). Pronounced and unavoidable impacts of low-end global warming on northern high-latitude land ecosystems. *Environ. Res. Lett.*, 15, Article 044006.

3. Lyashkov, M.A., Domashenko, Yu.E. (2021). Optimizatsiya ehkologicheski bezopasnogo vodopol'zovaniya na meliorativnykh sistemakh v usloviyakh deftsita vodnykh resursov [Optimization of environmentally safe water use in reclamation systems in conditions of water resources deficit]. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], vol. 25, no. 11, pp. 42-47.

4. Georgiev, A.P., Shirokov, V.A., Cherepanova, N.S., Korkin, S.V. (2021). Antropogennoe vliyanie na vodnye ehkosistemy respubliki Kareliya [Anthropogenic impact on water ecosystems of the Republic of Karelia]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaistvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry], no. 1, pp. 14-23.

5. Ol'garenko, G.V. (2018). Realizatsiya programmy importozameshcheniya v oblasti proizvodstva tekhniki poliva v Rossiiskoi Federatsii [Implementation of the import substitution program in the production of irrigation equipment in the Russian Federation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and water management], no. 1, pp. 44-47.

6. Khetsuriani, E.D., Garbuz, A.Yu., Khetsuriani, T.E. (2021). Nauchnye osnovy razrabotki gidrotekhnicheskikh ustroistv dlya obespecheniya nadezhnosti i bezopasnoi raboty vodozaborov [Scientific bases for the development of hydraulic devices to ensure the reliability and safe operation of water intakes]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 4, pp. 332-345.

7. Kuz'michev, A.A., Ryzhakov, A.N., Martynov, D.V. (2021). Analiz deftsita vodnykh resursov i ispol'zovaniya meliorirovannykh zemel' v Yuzhnom federal'nom okruge [Analysis of the deficit of water resources and the use of reclaimed lands in the Southern Federal District]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 3, pp. 19-35.

8. Karpenko, N.P., Mustafaev, Zh.S., Kozykeeva, A.T., Mustafaev, K.Zh. (2019). Prognoznye otsenki predel'no-vozmozhnoi ploshchadi oroshaemykh zemel' v usloviyakh sbalansirovannogo ispol'zovaniya vodnykh resursov transgranichnogo basseina r. Talas [Forecast estimates of the maximum possible area of irrigated lands in the conditions of balanced use of water resources of the transboundary basin of the river Talas]. *Prirodoobustroistvo*, no. 2, pp. 110-116.

9. Dragunova, S., Kuznetsov, E., Khadzhidi, A., Koltsov, A., Sharaby, N. (2020). Investigating the effectiveness of a fish-protection structure of the reclamation water intake. In: E3S Web of Conferences. 8. Series "Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020", p. 07008.

10. Shtan'ko, A.S. (2020). Fil'truyushchie vodozabory iz vodotokov dlya podachi predvaritel'no ochishchennoi vody v sistemy kapel'nogo orosheniya [Filtering water intakes from watercourses for supplying pretreated water to drip irrigation systems]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii* [Scientific journal of the Russian Research Institute of land reclamation problems], no. 3 (39), pp. 123-139.

11. Abdrazakov, F.K., Logashov, D.V. (2020). Analiz raboty nasosnykh stantsii Komsomol'skoi i Privolzhskoi orositel'nykh sistem, nedostatki i puti ikh sovershenstvovaniya [Analysis of the work of pumping stations of the Komsomolsk and Volga irrigation systems, shortcomings and ways to improve them]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 6, pp. 67-71.

12. Khetsuriani, E.D., Bondarenko, V.L., Ilyasov, A.I., Semenova, E.A. (2019). The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 698, 055041. doi: 10.1088/1757-899X/698/5/055041

Информация об авторах:

Моторная Лариса Васильевна, аспирант кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8860-0526, motornaya-larisa@mail.ru

Хаджиди Анна Евгеньевна, доктор технических наук, профессор кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1375-9548, dtn-khanna@yandex.ru

Information about the authors:

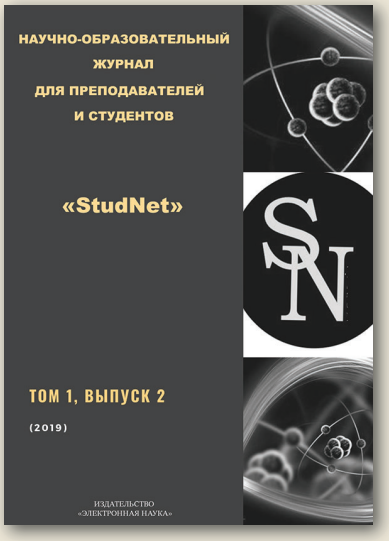
Larisa V. Motornaya, postgraduate student of the department of hydraulics and agricultural water supply,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8860-0526, motornaya-larisa@mail.ru

Anna E. Khadzhidi, doctor of technical sciences, professor of the department of hydraulics and agricultural water supply,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1375-9548, dtn-khanna@yandex.ru

dtn-khanna@yandex.ru

Издательство «Электронная наука» выпускает научные журналы на русском и английском языках. Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научно-образовательный журнал «StudNet» для аспирантов, студентов, молодых ученых и преподавателей.

- Цитирование РИНЦ, КиберЛенинке, Google Scholar.
- Научным публикациям присваивается международный **цифровой индикатор DOI**.

Контакты: ***https://stud.net.ru, jurnal-studnet@yandex.ru***