

Оригинальная статья

УДК 502/504:551.48:626.81

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-76-83

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА Р. ВАХШ В СТОРЕ «ТИГРОВАЯ БАЛКА» В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НУРЕКСКОГО И РОГУНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

РАХМАТИЛЛОЕВ РАХМОНКУЛ¹, д-р с.-х. наук, профессор
rahmonkul@gmail.com

ДОМУЛЛОДЖАНОВ ДАЛЕР ХАМИДОВИЧ^{2✉}, соискатель
daler79@gmail.com

¹Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур; г. Душанбе, просп. Рудаки, 146, Душанбе, Республика Таджикистан

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Республики Таджикистан
и Международная Ассоциация Геотехников, г. Душанбе, ул. Айна, 14А, Республика Таджикистан

Цель исследования – проведение оценки текущей и исторической ситуации со стоком воды в заповеднике «Тигровая балка» до и после Нурекского и Рогунского водохранилищ и выявление влияния распределения годового стока и наносов реки Вахи ниже створа плотины. Вопрос охраны и сохранения уникальной экосистемы заповедника «Тигровая балка» становится актуальной вследствие изменения водного режима р. Вахи. Это воздействие начиналось от даты наполнения водохранилищ Нурека (конец 60-х гг. XX в.) и последующей ее эксплуатации. Представлены результаты анализа данных, которые показывают влияние изменения распределения стока воды р. Вахи ниже створа плотины на состояние заповедника. Рассмотрено влияние ввода в эксплуатацию водохранилищ на изменение расхода наносов и мутность воды этой реки в створе Тигровой балки: количество наносов сократилось в 11,3 раза, а мутность – в 7,05 раза. Это приводит к интенсивной эрозии русла реки, снижению уровня воды в озерах и уровня грунтовых вод на территории заповедника, к нарушению многолетних естественных режимов осаждения наносов, русло-формирования, а также всего гидрологического режима реки в заповеднике «Тигровая балка». Для решения вышеуказанных природоохранных проблем предлагаются определенные пути решения.

Ключевые слова: годовой сток, наносы, водный режим, попуск водохранилища, мутность воды

Формат цитирования: Рахматиллоев Р., Домуллоджанов Д.Х. Изменение водного режима р. Вахи в створе «Тигровая Балка» в результате строительства Нурекского и Рогунского водохранилищ // Природообустройство. – 2022. – № 1. – С. 76-83. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-76-83.

© Рахматиллоев Р., Домуллоджанов Д.Х., 2022

Original article

CHANGES IN THE WATER REGIME OF THE VAKHSH RIVER IN THE “TIGROVAYA BALKA” LOCATION AS A RESULT OF THE CONSTRUCTION OF THE NUREK AND ROGUN RESERVOIRS

RAKHMATILLOEV RAKHMONKUL¹, doctor of agricultural sciences, professor
rahmonkul@gmail.com

DOMULLODZHANOV DALER KHAMIDOVICH^{2✉}, Applicant for
daler79@gmail.com

¹Tajik agrarian university named after Sh. Shotemur; Dushanbe, prosp. Rudaki, 146, Republic of Tajikistan

²Institute of water problems, hydropower and ecology of the National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan
and the International Association of Geotechnicians, Dushanbe, ul. Aini, 14A, Republic of Tajikistan

The purpose of the study is to evaluate the current and historical situation with water flow in the nature reserve “Tigrovaya Balka” before and after the Nurek and Rogun reservoirs and to identify the influence of the distribution of the annual runoff and sediments of the Vakhsh river below the dam

location. The problem of protection and preservation of the unique ecosystem of the "Tigrovaya Balka" reserve becomes urgent due to the change in the water regime of the Vakhsh river. This impact began from the date of filling the reservoirs of Nurek (the late 60s of the 20th century) and its subsequent operation. The results of the data analysis are presented, which show the impact of changes in the distribution of water flow of the Vakhsh River below the dam location on the state of the reserve. The article also examines the impact of the commissioning of the reservoirs on changes in sediment discharge and water turbidity of this river in the Tigrovaya Balka section, for instance, the amount of sediment decreased by 11.3 times and turbidity 7.05 times. These led to intensive erosion of the river channel, a decrease in the water level in lakes and the level of groundwater in the reserve, a violation of long-term natural modes of sedimentation, formation, as well as the entire hydrological regime of the river in the reserve "Tigrovaya Balka". The influence of the commissioning of the reservoirs on changes in the flow of sediments and the water turbidity of this river in the site of the "Tigrovaya Balka" is considered – the amount of sediments decreased by 11.3 times, and the turbidity by 7.05 times, which leads to the intensive erosion of the riverbed, decrease in the water level in the lakes and the level of groundwater in the reserve, violation of long-term natural regimes of sedimentation, channel formation, as well as the entire hydrological regime of the river in the "Tigrovaya Balka" reserve. To solve the above environmental problems, the article proposes solutions.

Keywords: annual flow, sediment, water regime, reservoir release, water turbidity

Format of citation: Rakhmatilloev R., Domullodzhanov D.Kh. Changes in the water regime of the Vakhsh river in the "Tigrovaya Balka" location as a result of the construction of the Nurek and Rogun reservoirs // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 1. – S. 76-83. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-76-83.

Введение. Заповедник Тигровая Балка (тадж. *Бешаи палангон*), организованный в Таджикистане 4 ноября 1938 г. [1] на площади почти 49786 га [2], является практически единственным в мире резерватом, где сохраняется пустынно-тугайный комплекс зоны сухих субтропиков [3]. В настоящее время заповедный комплекс Тигровая Балка включен в состав природно-заповедного фонда Республики Таджикистан и обеспечивается особой охраной государства в интересах настоящего и будущих поколений [4].

Как показывает анализ уточненной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Амударьи, для заповедника Тигровая Балка лимит водопотребления не определен. Наши предварительные расчеты с использованием программы КРОПВАТ [5] показывают, что среднегодовая эвапотранспирация тугайного комплекса составляет 1016,3 мм (10,16 тыс. м³/га), или для площади почти 50,0 тыс. га объем годовой эвапотранспирации составляет 508 млн³/год. Этот объем воды должен быть учтен при уточнении потери воды в реке Верхняя Амударья.

После ввода в эксплуатацию Нурекского водохранилища попуски воды из водохранилища осуществлялись по диспетчерскому графику. Характер изменения расхода стал более ровным, максимальные попуски из водохранилища осуществлялись в июле, когда имеется наибольшая потребность в ирригации земель в Таджикистане, Туркменистане и Узбекистане. Июльские расходы реки в створе «Тигровой

балки» находились на уровне 1000 м³/с с незначительными колебаниями. Также зимний сток реки Вахш был выше почти в два раза и более стока реки до перекрытия его русла.

Материал и методы исследований.

Целью исследований является проведение оценки текущей и исторической ситуации со стоком воды в заповеднике «Тигровая Балка» до и после Нурекского [6] и Рогунского [7] водохранилищ и выявление влияния распределения годового стока и наносов реки Вахш ниже створа плотины.

Строительство и эксплуатация Нурекского водохранилища оказали существенное влияние на распределение годового стока и наносов реки Вахш ниже створа плотины, в том числе на заповедник «Тигровая Балка». Это воздействие начиналось от даты наполнения водохранилища Нурека (конца 60-х гг. XX в.) и последующей ее эксплуатации.

На рисунке 1 отражены распределение максимальных, средних и минимальных месячных расходов воды реки Вахш на гидропосте «Тигровая Балка» до строительства Нурекского водохранилища и месячные расходы воды на этом же створе после строительства Нурекского водохранилища.

Среднемесячные расходы по месяцам достигали уровня 1400 м³/с, минимальные месячные расходы в период паводка (конец июня, июль и начало августа) в некоторые годы опускались до уровня 900 м³/с. При таких колебаниях расхода в среднемноголетнем разрезе формировался водный режим, а также развивалась флора и фауна заповедника «Тигровая Балка».

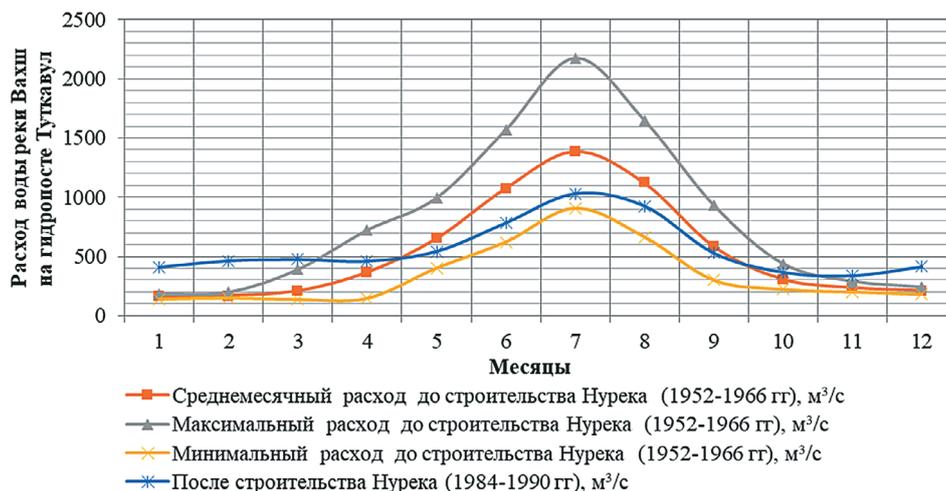


Рис. 1. Расход воды реки Вахш до и после строительства Нурекского водохранилища на створе гидропоста «Тигровая балка» (источник: Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан)

Fig. 1. Water consumption of the Vakhsh River before and after the construction of the Nurek reservoir at the alignment of the “Tigrovaya Balka” hydropost (source: Agency for Hydrometeorology of the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan)

Для нас представляет интерес то, до какого уровня изменяется сток реки Вахш в фазу заполнения и после заполнения Нурекского водохранилища.

Для сравнения были выбраны расход реки Вахш на гидропосте Дарбанд, где находится выше створа водохранилища, и гидропост «Тигровая Балка» за период наблюдений в гидропосте «Тигровая Балка» (1960-1962, 1966-1971, 1973-1990 гг.).

Средняя динамика изменения стока по месяцам показывает, что до строительства Нурекского водохранилища годовой сток между этими гидропостами в целом значительно не меняется, но в поливной период (май-сентябрь) в связи с заборами воды на орошение сток на створе «Тигровая Балка» снижается всего на 6...13%, и в среднегодовом разрезе – на 7%. В фазу заполнения водохранилища сток по месяцам имеет колебание от +148% до –34% по сравнению с поступившим стоком, и этот процесс длился почти 10 лет. За этот промежуток времени годовой сток уменьшился на 13%, часть из которого задерживалась в водохранилище (примерно 6...7%).

После заполнения водохранилища влияние регулирования стока в нижнем бьефе наблюдается еще больше. Это связано с задержанием пиковых максимальных расходов воды в водохранилищах и их попуском в маловодные месяцы года. Колебание расхода воды после ввода Нурекского водохранилища составило от +181 до –71%, но в годовом разрезе снижение объема стока за период наблюдения составило –6% (рис. 2).

После ввода в эксплуатацию Нурекского водохранилища попуски воды из водохранилища осуществлялись по диспетчерскому графику. Характер изменения расхода стал более ровным, максимальные попуски из водохранилища осуществлялись в июле, в период наибольшей потребности в ирригации земель в Таджикистане, Туркменистане и Узбекистане. Июльские расходы реки в створе Тигровой Балки находились на уровне 1000 м³/с с незначительными колебаниями. Зимний сток реки также был выше почти в два раза и более до перекрытия русла реки Вахш.

Ввод в эксплуатацию Нурекского водохранилища также повлиял на расход наносов и мутность воды этой реки в створе Тигровой Балки. Среднегодовой расход наносов до возведения в среднем за 1960-1962 гг. составил 2706 кг/с, а годовой твердый сток – 86, 26 млн т. При этом максимальный твердый сток наблюдается в июне, июле и августе (69,29 млн т), когда масса стока составляет более 80% от годовой суммы.

Осаждение наносов в основном зависит от мутности и скорости воды. Если среднегодовая мутность воды до возведения плотины в створе Тигровой Балки была на уровне 2,89 г/л, то после перекрытия русла реки она уменьшилась до 0,41 г/л, то есть более чем в 7 раз. Период наибольшей мутности соответствует периоду паводков (июнь, июль и август), когда ее значение достигает 6,81 г/л, что в 15 раз выше по сравнению с периодом после строительства Нурекской плотины.

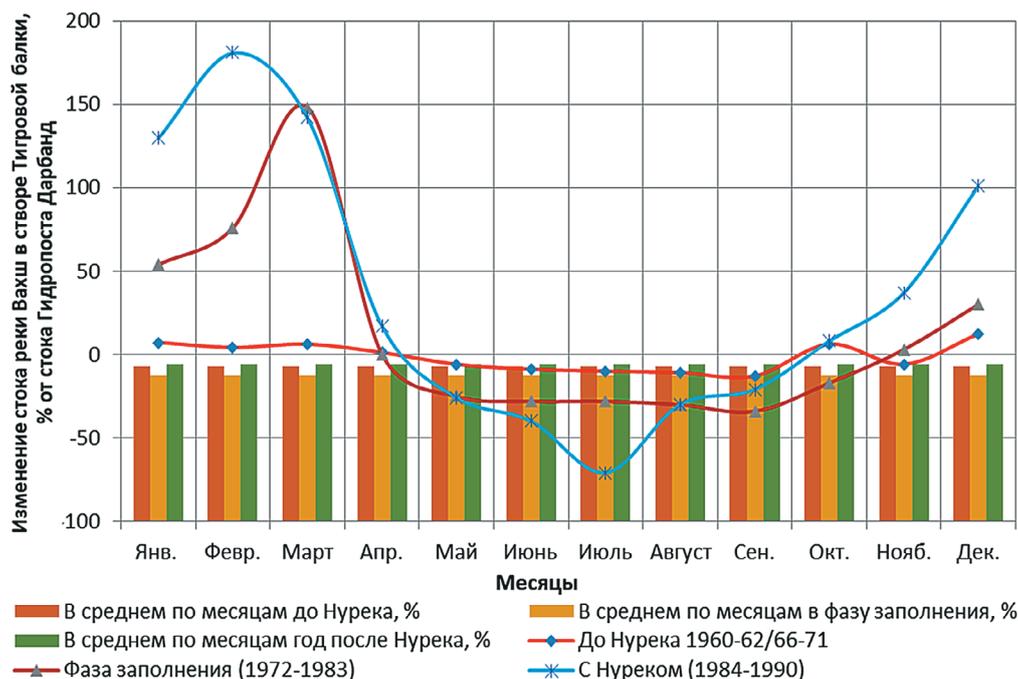


Рис. 2. Влияние Нурекского водохранилища на распределения стока реки Вахш в створе гидропоста «Тигровая Балка» [8]

Fig. 2. The influence of the Nurek reservoir on the flow distribution of the Vakhsh river in the alignment of the hydropost "Tigrovaya Balka" [8]

Уменьшение расхода и стока наносов в годовом разрезе более чем в 11 раз, в период паводков в более чем в 20 раз, снижение мутности воды в период паводков до 15 раз после строительства Нурекской плотины приводили к интенсивной эрозии русла реки, снижению уровня воды в озерах и уровня грунтовых вод на территории заповедника, нарушению многолетних естественных режимов осаднения наносов, руслоформирования, а также всего гидрологического режима реки в Тигровой Балке.

Данные по расходу стока наносов и мутности воды в реке Вахш на створе Тигровой Балки приведены в таблице.

Оценка влияния Рогунского водохранилища на сток реки Вахш в створе Тигровой Балки детально проведена при исследовании ТЭО проекта Рогунской ГЭС. Решению этого вопроса посвящена, в том числе, отдельная работа по моделированию эксплуатации Рогунского водохранилища, выполненная компанией «Coynе Et Bellier» и др. [8].

При моделировании были соблюдены следующие условия:

- Моделирование Вахшского Каскада направлено на оптимизацию управления водохранилищем Рогунской ГЭС в целях обеспечения оптимального производства энергии из всего каскада существующих и будущих ГЭС с учетом обеспечения требования

на воду согласно международным правилам по бассейну Амударьи.

- Сезонный характер потока Вахша вниз по течению Нурекской ГЭС останется неизменной и будет имитировать на будущие годы зарегистрированного оттока при выходе от Нурека, в период с января 1991 по июль 2011 гг.

- Ежемесячный водозабор для орошения и возвратные воды между Рогунской ГЭС и конца Вахшского каскада будут оставаться в полном соответствии с Нукусской декларацией [10] и Протоколом 566.

- Калибровка модели, обеспечивающая режим стока вниз по течению от Нурекской ГЭС, зарегистрирована на выходном сооружении Нурека за период с января 1991 по июль 2011 г.

В результате моделирования был получен осредненный график подачи воды в нижний бьеф Нурекского водохранилища (рис. 3). Обеспечение этого пуск из Нурекского водохранилища создает режим стока реки, соответствующий требованиям стран низовьев рек Вахша и Амударьи в целом.

Сопоставление годовых объемов стоков до и после строительства Рогунского водохранилища по результатам моделирования показывает, что объемы воды, а также расходы весьма близки в створе Тигровой Балки (рис. 4). Разница составляет всего около 0,2%.

Таблица

Table

Данные по расходу, стока наносов и мутности воды в реке Вахш на створе Тигровой Балки до и после строительства Нурекского водохранилища

Data on flow, sediment runoff and turbidity of water in the Vakhsh River on the alignment of the Tigrovaia Balka before and after the construction of the Nurek Reservoir

Наименование Item	Янв Jan	Фев Feb	Март March	Апр Apr	Май May	Июнь June	Июль July	Авг Aug	Сент Sep	Окт Oct	Ноя Nov	Дек Dec	Средний за год, кг/с Average for the year kg/c
Расход наносов на посту Тигровой балки, кг/с Consumption of sediments on the post Tigrovaia Balka, kg/c													
До строительства Нурека (1960-1962) Before the Nurek construction	100	110	163	1033	1700	4300	11233	10467	2733	287	180	167	2706
После строительства Нурека 1984-1990 After the Nurek construction	81	118	209	280	390	365	490	384	185	152	114	100	239
Сокращение количества наносов, раз Reduction in the amount of sediments, times	1,24	0,94	0,78	3,69	4,35	11,79	22,93	27,26	14,77	1,89	1,58	1,68	11,3
Сток наносов на створе гидропоста Тигровой балки, тыс. т Sediments flow at the location of the hydro post Tigrovaia Balka, ths ton													
До строительства Нурека (1960-1962) Before the Nurek construction	268	266	437	2678	4553	11146	30087	28034	7085	768	467	446	86235
После строительства Нурека, 1984-1990 After the Nurek construction	217	284	560	726	1046	945	1312	1029	480	407	294	267	7566
Уменьшение количества наносов, раз Decrease of the amount of sediments, times	1,24	0,94	0,78	3,69	4,35	11,79	22,93	27,26	14,77	1,89	1,58	1,68	11,4
Мутность стока, г/л Turbidity of runoff, g/l													
До строительства Нурека (1960-1962) Before the Nurek construction	0,50	0,58	0,84	3,04	2,83	4,62	7,88	7,93	3,80	0,99	0,80	0,83	2,89
После строительства Нурека, 1984-1990 After the Nurek construction	0,20	0,25	0,44	0,61	0,72	0,47	0,48	0,41	0,35	0,41	0,34	0,24	0,41
Уменьшение мутности воды, раз Decrease of the turbidity of water, times	2,52	2,28	1,90	5,00	3,94	9,93	16,55	19,11	10,86	2,39	2,39	3,46	7,05

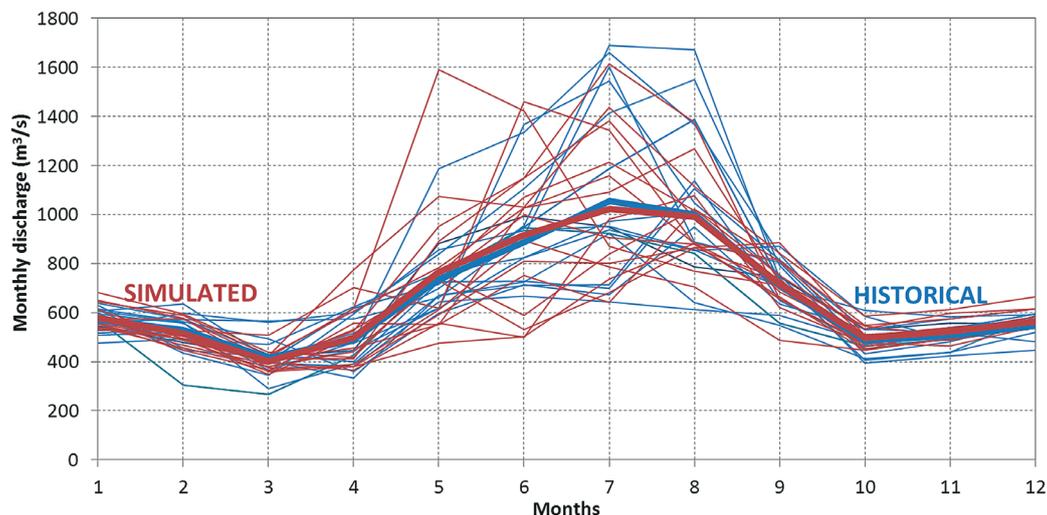


Рис. 3. Попуски в нижний бьеф из Нурекского водохранилища. Сравнение между историческими данными и результатами моделирования [8]

Fig. 3. Releases in the downstream from the Nurek reservoir. Comparison between the historical data and results of simulation [8]



Рис. 4. Сопоставление месячных и годовых стоков реки Вахш в створе Тигровой Балки до и после строительства Рогунского водохранилища

Fig. 4. Comparison of the monthly and annual flows of the Vakhsh River in the alignment of the Tigrovaya Balka before and after the construction of the Rogun reservoir

Моделирование совместного режима работы Нурекского и Рогунского водохранилищ, проведенное «Гидропроектom», показывает [11], что:

1. Рогунское водохранилище при проектных параметрах (НПУ 1290 м и УМО 1185 м) практически не уменьшает средний годовой сток р. Вахша, и тем самым – сток Верхней Амударьи, а только регулирует его совместно с существующим нижележащим Нурекским водохранилищем, то есть перераспределяет естественные водные ресурсы р. Вахша между сезонами и годами.

2. При ирригационном варианте режима использования водных ресурсов Рогунского и Нурекского водохранилищ они

оказывают только положительное влияние на сток Верхней Амударьи в вегетационный период маловодных лет. Так, при суммарном полезном объеме Рогунского и Нурекского водохранилищ 12,1 км³ объем стока Верхней Амударьи увеличивается в летний период маловодных лет 1974-1975, 1986-1987, 1989-1990 и 2001-2002 гг. на 11; 9; 14 и 5%.

3. В ирригационно-энергетическом варианте сток Верхней Амударьи в летние месяцы отличается незначительно от данных в варианте без Рогунского гидроузла.

4. В энергетическом варианте объем стока Верхней Амударьи в летний период маловодных лет уменьшается соответственно на 7; 7; 3 и 11%.

Выводы

Для решения задач и выявленных проблем предлагается проведение следующих мероприятий:

1. Для использования вод ирригационных каналов в целях улучшения водообеспеченности заповедника необходимы проведение оценки существующего водопользования, определение возможности сокращения потерь воды и ее экономии при ирригации земель, а также возможности транзита водных ресурсов в заповедник, для чего необходимо:

- детально оценить состояние водопользования в ирригации в пограничных районах к заповеднику;
- определить степень влияния каждой из ирригационных структур на водный режим заповедника включая качество и количество воды и режим в годовом разрезе;
- подготовить предложения по улучшению водопользования в прилегающих к заповеднику территориях при согласовании

Библиографический список

1. **Абдурахимова Ф.** Таджикистан: заповедники, парки, люди. «Тигровая Балка» // Бюллетень «Экология и права человека». – 2001. – Вып. 344. – URL: <http://index.org.ru/eco/344.html>.
2. **Молотковский Ю.И.** Растительность заповедника «Тигровая Балка» // В кн.: Таджикистан. Природа и природные ресурсы. – Душанбе: Изд-во «Дониш», 1982. – С. 545-548.
3. **Касиров К.К.** 70 лет Заповеднику «Тигровая Балка». – Душанбе-Москва, 2008. – 50 с.
4. **Krever V., Pereladova O., Williams M., Jungius H.** 1998. Biodiversity Conservation in Central Asia. WWF International, Gland.
5. **Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. 56. 1998, 300 p. FAO, Rome.
6. Словарь современных географических названий: Нуρεкское водохранилище / Рус. геогр. об-во. Моск. центр; Институт географии РАН / Под общ. ред. акад. В.М. Котлякова. – Екатеринбург: У-Фактория, 2006.
7. **Духовный В.А., Сорокин А.Г.** Оценка влияния Рогунского водохранилища на водный режим реки Амударья. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2007. – 32 с.
8. OSHPC «Barki Tojik» Rogun HPP ESIA/ESIA Vol. II: Annexes. PÖYRY Energy Ltd. Date: 2013-07-02.
9. Исследование ТЭО Рогунской ГЭС. Отчет фазы II (окончательного): Варианты определения

с вопросом использования ирригационных и дренажных вод для нужд заповедника.

2. Проведение мониторинга за состоянием гидрологического режима тугайных комплексов и степенью минерализации сбросных вод на буферной зоне заповедника.

3. Проведение специального изучения и исследования по таким вопросам, как:

- степень адаптации растительности заповедника к существующему водному режиму реки Вахш;
- исследование режима эрозии размыва дна и бортов реки на створе Тигровой Балки при существующей низкой мутности воды;
- проведение исследования эрозии реки Вахш в створе Тигровой Балки с учетом построения специальных гидротехнических сооружений типа барража, приподнятого порога или шлюза, позволяющих регулировать скорость и уровень воды для ее протекания на территории заповедника, прокопки каналов, устройства дамб для регулирования течения потока, заполнения, опреснения озер и затопления территорий.

References

1. **Abdurakhumova F.** Tajikistan: reserves, parks, people. “Tigrovaya Balka” // Bulletin “Ecology and Human Rights” – Issue 344. – 2001. <http://index.org.ru/eco/344.html>.
2. **Molotkovsky Y.I.** Rastitelnost zapovednika “Tigrovaya Balka”. V kn.: Tajikistan. Priroda i prirodnye resursy. – Dushanbe: Izd-vo “Donish”, 1982. – S. 545-548.
3. **Kasirov K.K.** 70 let Zapovedniku “Tigrovaya Balka”. – Dushanbe -Moscvva, 2008. – 50 s.
4. **Krever V., Pereladova O., Williams M., Jungius H.** 1998. Biodiversity Conservation in Central Asia. WWF International, Gland.
5. **Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. 56. 1998. 300 p. FAO, Rome.
6. Slovar sovremennyh geograficheskikh nazvanij: Nurekskoe vodохранилище / Rus. geogr. o-vo Mosk. Tsentr; Pod onshch.red. akad. V.M. Kotlyakova. Institut geographii RAN. – Yekaterinburg: U-Factoria, 2006.
7. **Dukhovny V.A., Sorokin A.G.** Otsenka vliyaniya Rogunskogo vodохранилища na vodnyj rezhim reki AmuDaryi. – Tashkent: NITS MKVK, 2007. – 32 s.
8. OSHPC “Barki Tojik” Rogun HPP ESIA / ESIA Vol. II: Annexes. PÖYRY ENERGY LTD. Date 2013-07-02.
9. Issledovanie TEO Rogunskoj GES. Otchet phasy II (okonchatelnogo): Varianty opredeleniya

проекта. – Т. 3. Инженерия и проектирование. – Гл. 5. Исследования по моделированию эксплуатации водохранилища. – 2014. – 43 с. URL: https://khovar.tj/wp-content/uploads/2016/07/4.TEAS_Reservoir-operation-study_Final_rus.pdf.

10. Нукусская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря (г. Нукус, 5 сентября 1995 г.). – URL: <http://www.cawater-info.net/library/rus/nukus.pdf>.

11. Отчет открытого акционерного общества «Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт Гидропроект имени С.Я. Жука». Рогунская ГЭС на реке Вахш в Республике Таджикистан. Концепция достройки станции. – Т. III. Водное хозяйство № 1861- III, Москва.

Критерии авторства

Рахматиллоев Р., Домуллоджанов Д.Х. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Рахматиллоев Р., Домуллоджанов Д.Х. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию: 07.11.2021 г.

Одобрена после рецензирования 21.01.2022 г.

Принята к публикации 09.02.2022 г.

proekta. Tom 3: Inzheneriya i proektirovanie. Glava 5: Issledovanie po modelirovaniyu ekspluatatsii vodohranilishcha. – 2014. – 43 s. [https://khovar.tj/wp-](https://khovar.tj/wp-content/uploads/2016/07/4.TEAS_Reservoir-operation-study_Final_rus.pdf)

10. Nukusskaya deklaratsiya gosudarstv Tsentralnoj Asii i mezhdunarodnyh organizatsij po problemam ustojchivogo razvitiya bassina Aralskogo morya (g. Nukus, 5 sentyabrya 1995 g.) <http://www.cawater-info.net/library/rus/nukus.pdf>

11. Otchet otkrytogo aktsionernogo obshchestva “Proektno-izyskateljskij i nauchno-issledovateljskij institut “Gidroproject imeni S.Ya. Zhuka”. Rogunskaya GES na reke Vakhsh v Respublike Tajikistan. Kontseptsiya dostrojki stantsii. Tom III. Vodnoe hozyajstvo № 1861-III, Moskva.

Criteria of authorship

Rakhmatilloev R., Domullodzhanov D.Kh. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Rakhmatilloev R., Domullodzhanov D.Kh. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 07.11.2021

Approved after reviewing 21.01.2022

Accepted for publication 09.02.2022