

5. Mikhailov V.N., Dobrolyubov S.A. *Gidrologiya: uchebnik dlya vuzov.* – M.: Berlin: izd-vo Direkt-Media, 2017. – 726 s.

6. Spitsin I.P., Sokolova V.A. *Obshchaya i rechnaya gidravlika.* – L.: Gidrometeoizdat, 1990. – 358 s.

7. *Posobie po opredeleniyu raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik.* – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 248 s.

8. SP 33-101-2003 *Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik.* – M.: 2004. <http://docs.cntd.ru/document/1200035578>

9. *Spravochnik po klimatu SSSR. Vypusk 13, chast 4. Vlazhnost vozduha, atmosferynye osadki, snezhny pokrov.* – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 357 s.

10. *Spravochnik po gidravlicheskim raschetam.* Pod red. Kisileva P.G. – M.: «Energiya», 1972. – 238 s.

11. Baryshnikov N.B. *Gidravlicheskie soprotivleniya rechnyh rusel.* – SPb.: RGGMU, 2003. – 144 s.

The material was received at the editorial office  
30.09.2020

#### Information about the author

**Batchaev Ilyas Ibragimovich**, a researcher of the laboratory of hydrology of mountain areas of the Department of ecological researches FSBI «VSI»; 360030, Nalchik, pr. Lenina, 2; batcha17i@yandex.ru

УДК 502/504:551.48: 626.81

DOI 10.26897/1997-6011/2020-5-102-109

Д.Х. ДОМУЛЛОДЖАНОВ<sup>1</sup>, Р. РАХМАТИЛЛОЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии, г. Душанбе, Республика Таджикистан;

<sup>2</sup>Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, г. Душанбе, Республика Таджикистан

## ВОДНЫЙ БАЛАНС ДОМОХОЗЯЙСТВ И ОЦЕНКА ОБЪЕМА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ БАСЕЙНА Р. КЫЗЫЛСУ-ЮЖНАЯ

*В статье представлены результаты проведенных полевых исследований и наблюдений на территории холмистого, низкогорного и предгорного агроландшафтов бассейна реки Кызылсу-южная, Таджикистан. С учетом высотного расположения домохозяйств и количества выпадения атмосферных осадков в бассейне реки уточнены ежегодные объемы накапливаемой воды с использованием низкозатратных систем сбора и хранения атмосферных осадков. Установлен объем накапливаемой воды в системах сбора и хранения осадков, определены объемы воды, используемые для коммунальных и бытовых нужд, водопоя скота, и уточнены объемы воды, которые можно использовать для орошения сельскохозяйственных культур на приусадебных участках. Определены возможные площади орошения приусадебных участков в зависимости от разной обеспеченности осадками. Установлено, что во влажные годы (при обеспеченности осадков около 10%) объем собранной воды при использовании капельного орошения будет достаточным для орошения 0,13 га, а в сухие годы (при 90%-ной обеспеченности) можно орошать лишь 0,03 га приусадебного участка. В масштабе бассейна общая площадь орошения во влажные годы может составлять 4497 га, а в сухие годы – всего 1087 га. С учетом прогнозов роста населения к 2030 г. и увеличения количества домохозяйств общая площадь орошения приусадебных участков во влажные годы может составить 5703 га, а в сухие годы – 1379 га. Выращивание сельскохозяйственных культур на приусадебных участках в условиях орошения способствует значительному увеличению продуктивности земельных угодий и повышает эффективность использования водных ресурсов бассейна реки Кызылсу-южная.*

*Система, осадки, площадь водосбора, водный баланс, капельное орошение, сухой год, влажный год, обеспеченность.*

**Введение.** Подъем воды с помощью насосных станций для орошения сельскохозяйственных культур и водообеспечения

домохозяйств на площади агроландшафтов бассейна реки Кызылсу-южная требует весьма больших капиталовложений

на строительство и эксплуатацию системы, связанных с большой высотой подъема воды (до 500 м и более), дальними расстояниями транспортировки воды до населенных пунктов, превышающих 10...20 км. В этих условиях себестоимость доставки воды с помощью насосных станций может быть дороже, чем привозная вода. Использование подземных вод из глубин более 120...200 м – тоже дорогое решение. Поэтому более экономичным является обеспечение эффективного использования осадков, накапливаемых посредством низкокзатратной системы сбора, хранения и использования атмосферных осадков.

Специалистами из ряда стран и различных организаций были проведены специальные эксперименты по повышению эффективности сбора и использования собранных дождевых вод [1-9].

В направлении внедрения ИУВР в бассейнах малых рек Таджикистана, особенно в зоне формирования стока и предгорных территорий, требуется проведение исследований по оценке комплексного управления природными ресурсами, в том числе технологии сбора и использования осадков на богарных территориях для сельскохозяйственных и бытовых нужд, а также по районированию формирования стока атмосферных осадков.

**Материал и методы.** Объектами исследования являются домохозяйства, расположенные на агроландшафтах бассейна реки Кызылсу-южная, опытные приусадебные участки для сбора и использования атмосферных осадков и малые ирригационные низконапорные системы капельного орошения, применяемые для разработки технологии орошения картофеля и овощей на приусадебных участках. На основе анализа статистических данных в исследуемых агроландшафтах были определены количество домохозяйств, среднее количество водопользователей, площадь приусадебных участков, основные сельскохозяйственные

культуры, возделываемые на приусадебных участках, и площади водосбора. С учетом разных годов обеспеченности осадками был составлен водный баланс домохозяйств. Для расчета режима орошения сельскохозяйственных культур была использована программа CROPWAT 8 [10]. Также были рассмотрены возможности расширения площади орошения сельскохозяйственных культур на приусадебных участках за счет использования капельного орошения.

**Результаты и обсуждение.** Основными водопотребителями домохозяйств в холмистом, предгорном и низкогорном агроландшафтах бассейна реки Кызылсу-южная являются население, домашние животные, которые 50% своих потребностей удовлетворяют за счет накопленной в домохозяйствах воды, а также приусадебные участки, которые могут быть орошены за счет остатка воды после потребления населением и животными. С учетом этих условий общий водный баланс в домохозяйствах можно выразить следующей формулой:

$$W_{ор} = \sum W_{накл. воды} - W_{быт.нуж.} - W_{живт.},$$

где  $W_{ор}$  – объем воды, доступный для орошения сельскохозяйственных культур на приусадебных участках;  $\sum W_{накл. воды}$  – сумма объемов накопленной дождевой воды в водоеме;  $W_{быт.нуж.}$  – объем воды, используемый для бытовых нужд домохозяйств;  $W_{живт.}$  – объем воды, используемый для домашних животных.

Исследования показывают, что в бассейне реки Кызылсу-южная имелись 28782 домохозяйства с общей площадью приусадебных участков 10149 га. В среднем в каждом домохозяйстве в бассейне реки проживают 8,4-11,3 чел.; площадь приусадебных участков изменяется в пределах от 0,33 до 0,36 га; в каждом домохозяйстве содержатся около 4,3-7,4 гол. крупного скота, 6,5-12,1 гол. мелкого скота и 5,2-11 гол. птиц. Список водопользователей в модельных домохозяйствах агроландшафтов приведен в таблице 1.

Таблица 1

**Основные водопотребители в модельных домохозяйствах агроландшафтов бассейна реки Кызылсу-южная**

№	Агроландшафты бассейна	Основные водопотребители					
		Члены семьи, чел.	Домашние животные, гол.			Приусадебные участки, га	
			крупный скот	мелкий скот	домашняя птица	Всего	Сады
1	Холмистый	8,4	7,4	12,1	11,0	0,33	0,064
2	Предгорный	9,2	4,3	11,8	5,2	0,35	0,092
3	Низкогорный	11,3	4,9	6,5	5,9	0,36	0,11

В соответствии со статистическими данными за последние 10 лет численность населения в бассейне реки Кызылсу-южная ежегодно в среднем увеличивается на 2,2%. По прогнозам, к 2030 г. население в трех агроклиматических зонах будет составлять 343923 чел., а количество

домохозяйств – 36503 с общей площадью приусадебных участков 12872 га (табл. 2).

Объемы водопотребления и суточные нормы расхода воды для одного сельского жителя приняты на уровне 50 л, для крупного скота – 60 л, мелкого скота – 8 л, домашней птицы – 1 л.

Таблица 2

**Прогноз основных водопотребителей  
в агроландшафтах бассейна реки Кызылсу-южная**

№	Агроландшафты бассейна	Общее количество домохозяйств	Население, чел.	Средняя площадь домохозяйств, га	Среднее количество людей в домохозяйстве, чел.	Общая площадь приусадебных участков, га
1	Холмистый	15067	126560	0,35	8,4	5273,4
2	Предгорный	11839	108919	0,35	9,2	4143,7
3	Низкогорный	9597	108444	0,36	11,3	3454,9
	Итого:	36503	343923			12872

Нормы для орошения сельскохозяйственных культур зависят от природно-климатических условий домохозяйств в агроландшафтах, вида выращиваемой культуры, условий увлажненности (сухой,

средний или влажный год). Расчеты для водообеспечения населения и домашних животных модульных домохозяйств в годы различной водообеспеченности приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Водный баланс домохозяйства в годы различной водообеспеченности**

№	Зоны агроландшафтов	Обеспеченность осадками	Объем накопленных осадков, м <sup>3</sup>	Использование накопленного объема воды, м <sup>3</sup>		Объем избытка воды, используемый для орошения приусадебного участка, м <sup>3</sup>
				на бытовые нужды	для животных	
1	Холмистая	10%	344	79,11	100,7	164,19
		50%	270			90,19
		90%	211			31,19
2	Предгорная	10%	499	82,49	65,71	350,8
		50%	391			242,8
		90%	300			151,8
3	Низкогорная	10%	569	84,41	64,12	420,47
		50%	427			278,47
		90%	297			148,47

Как следует из таблицы 2, при 10%-ной обеспеченности сумма годовых осадков составляет 694 мм, общий потенциально доступный объем воды – около 382 м<sup>3</sup>/год, а с учетом 10% потери на испарения, промывку и вынужденный сброс получается 344 м<sup>3</sup>/год.

Для лет с 50%-ной обеспеченностью общий потенциально доступный объем воды составляет около 300 м<sup>3</sup>/год, а с учетом потерь воды – 270 м<sup>3</sup>/год.

При 90%-ной обеспеченности общий потенциально доступный объем воды с учетом ее потерь составляет 211 м<sup>3</sup>/год, то есть по сравнению с влажным годом объем доступной воды сокращается в 1,6 раза,

и соответственно – орошаемой площади домохозяйств.

Если при 10%-ной обеспеченности для орошения сельскохозяйственных культур можно будет использовать 163 м<sup>3</sup>, то при 50%-ной обеспеченности – всего 90 м<sup>3</sup>, а в засушливые годы (при 90%-ной обеспеченности) объем воды для орошения уменьшается до 31 м<sup>3</sup>, или почти в 3-5 раз по сравнению с влажным и средними годами. Водный баланс, составленный на примере домохозяйства, расположенного на холмистом агроландшафте при 50%-ной обеспеченности атмосферными осадками, отражен на рисунке.

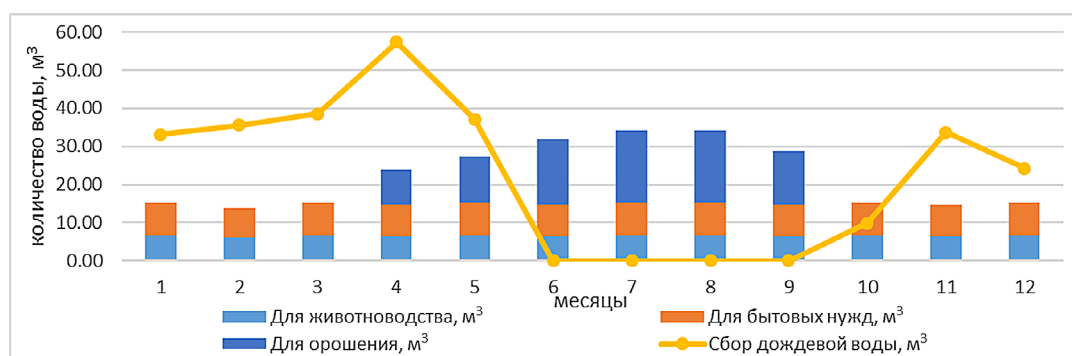


Рис. Водный баланс домохозяйства в холмистом агроландшафте при 50%-ной обеспеченности осадками

Для определения возможной площади орошения приусадебных участков в трех агроландшафтах при поливе по бороздам с помощью программы CROPWAT 8.0 [4] рассчитываем оросительную норму брутто при разных годах обеспеченности (10%, 50% и 90%) для картофеля, овощей

и плодоносящего сада. Результаты расчета средневзвешенной оросительной нормы брутто при поливе по бороздам, которые в дальнейшем будем использовать для определения возможных площадей орошения приусадебных участков, приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Средневзвешенная оросительная норма брутто сельскохозяйственных культур при поливе по бороздам**

№	Агроландшафты	Доля культур и обеспеченность осадками	Оросительная норма брутто, мм			Средневзвешенная оросительная норма брутто, м³/м²
			картофель	овощи	плодоносящий сад	
1	Холмистый	Доля культур	0,3	0,51	0,19	
		Обесп. 10%	374,0	683,2	635,8	0,581
		Обесп. 50%	535,8	990	1058,1	0,867
		Обесп. 90%	480,5	1100,5	1014,4	0,898
2	Предгорный	Доля культур	0,35	0,39	0,26	
		Обесп. 10%	92,2	465,6	389,8	0,315
		Обесп. 50%	157,5	380,3	582,4	0,355
		Обесп. 90%	304,7	721,6	738,6	0,580
3	Низкогорный	Доля культур	0,39	0,3	0,31	
		Обесп. 10%	378,2	628,5	590,8	0,519
		Обесп. 50%	341,3	548,2	781,5	0,540
		Обесп. 90%	488	596	933,7	0,659

Для расчета оросительной нормы брутто при капельном орошении для картофеля, овощей и плодоносящего сада были использованы результаты исследований, проведенные нами на холмистом агроландшафте. Для предгорного и низкогорного агроландшафтов оросительные нормы при капельном орошении были изменены пропорционально изменению оросительных норм при поливе по бороздам (табл. 5).

Проведенные расчеты показывают, что во влажные годы (при 10%-ной обеспеченности) в среднем собранный объем воды

при бороздковом поливе (БП) будет достаточным для орошения 0,07 га приусадебного участка, а по трем агроландшафтам общая площадь орошения составит 1987,22 га. По нашим прогнозам, с учетом роста населения к 2030 г. общая площадь орошения приусадебных участков может составить 2520,27 га.

В средние (при 50%-ной обеспеченности) и засушливые годы (при 90%-ной обеспеченности) объем собранной воды при использовании бороздкового полива (БП) будет достаточным для орошения

0,04 га и 0,02 га приусадебного участка, а по трем агроландшафтам общая площадь орошения соответственно составит 1152,67 и 456,12 га. К 2030 г. общая площадь орошения приусадебных участков может возрасти до 1461,87 и 578,48 га (табл. 6).

Таблица 5

**Средневзвешенная оросительная норма брутто при капельном орошении**

№	Агроландшафты	Доля культур, обеспеченность лет осадками, %	Оросительная норма брутто, мм			Средневзвешенная оросительная норма брутто, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>
			картофель	овощи	плодоносящий сад	
1	Холмистый	Доля культур	0,3	0,51	0,19	
		Обесп. 10%	246,1	449,5	268,3	0,35
		Обесп. 50%	352,5	651,3	446,5	0,52
		Обесп. 90%	316,1	724,0	428,0	0,55
2	Предгорный	Доля культур	0,35	0,39	0,26	
		Обесп. 10%	60,7	306,3	164,5	0,18
		Обесп. 50%	103,6	250,2	245,7	0,20
		Обесп. 90%	200,5	474,7	311,6	0,34
3	Низкогорный	Доля культур	0,39	0,3	0,31	
		Обесп. 10%	248,8	413,5	249,3	0,30
		Обесп. 50%	224,5	360,7	329,7	0,30
		Обесп. 90%	321,1	392,1	394,0	0,36

Таблица 6

**Возможная площадь орошения в трех агроландшафтах при поливе по бороздам**

Зоны подбассейнов	Водообеспечение	Объем воды, используемый для орошения приусадебного участка, м <sup>3</sup> /год	Средневзвешенная оросительная норма при БП, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Возможная площадь орошения приусадебного участка, га	Возможная площадь орошения, га	
					2018 г.	2030 г. (прогноз)
Холмистая	10%	164,19	0,581	0,028	335,48	425,47
	50%	90,19	0,867	0,010	123,63	156,79
	90%	31,19	0,898	0,003	41,26	52,32
Предгорная	10%	350,8	0,315	0,111	1038,93	1317,61
	50%	242,8	0,355	0,068	638,70	810,03
	90%	151,8	0,580	0,026	244,28	309,80
Низкогорная	10%	420,47	0,519	0,08	612,81	777,19
	50%	278,47	0,540	0,05	390,34	495,05
	90%	148,47	0,659	0,02	170,59	216,35
Всего	10%			0,07	1987,22	2520,27
	50%			0,04	1152,67	1461,87
	90%			0,02	456,12	578,48

Используя недорогостоящие водосберегающие технологии орошения, можно увеличить площадь орошения в домохозяйствах в среднем более чем в 2,35 раза. Так, при использовании низконапорной полустационарной системы капельного орошения на приусадебных участках при 10%-ной обеспеченности (влажный год) собранной водой можно

орошить 0,13 га приусадебного участка, а общая орошаемая площадь по трем агроландшафтам может составить 4496,85 га. К 2030 г. общая площадь орошения в домохозяйствах увеличивается до 5703 га. Рассчитанные площади орошения при капельном орошении при разной обеспеченности осадками на 2018 и 2030 гг. приведены в таблице 7.

**Возможная площадь орошения на трех агроландшафтах бассейна реки Кызылсу-южная при капельном орошении**

Агроландшафты	Водообеспечение	Средневзвешенная оросительная норма при КО, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Возможная площадь орошения домохозяйства, га	Всего: возможная площадь орошения на агроландшафтах, га	
				2018 г.	2030 г. (прогноз)
Холмистый	10%	0,354	0,046	550,98	698,78
	50%	0,523	0,017	204,97	259,95
	90%	0,545	0,006	67,94	86,16
Предгорный	10%	0,183	0,191	2271,66	2881,01
	50%	0,198	0,123	1458,75	1850,05
	90%	0,336	0,045	536,18	680,01
Низкогорный	10%	0,298	0,14	1674,20	2123,29
	50%	0,298	0,09	1110,18	1407,98
	90%	0,365	0,04	483,28	612,91
Всего	10%		0,13	4496,85	5703,09
	50%		0,08	2773,90	3517,97
	90%		0,03	1087,40	1379,09

**Выводы**

1. В условиях средней влажности при поливе по бороздам за счет накопленной воды в водоемах после удовлетворения других нужд в среднем в каждом домохозяйстве можно оросить 0,04 га земель, а по агроландшафтам бассейна – 1152,67 га. С учетом роста населения к 2030 г. общая площадь орошения приусадебных участков может составить 1461,87 га. При 10%-ной обеспеченности средняя площадь орошения в домохозяйствах увеличивается в 1,75 раза, а при 90%-ной обеспеченности средняя площадь орошения уменьшается в 2 раза.

2. Используя недорогостоящие водосберегающие технологии капельного орошения, можно увеличить орошаемую площадь домохозяйств более чем 2,35 раза по сравнению с бороздковым поливом.

**Библиографический список**

1. Compendium on Rainwater Harvesting for Agriculture in the Caribbean Sub-region, Concepts, calculations and definitions for small, rain-fed farm systems, FAO – Rome, 2014 // <http://www.fao.org/3/a-br326e.pdf>

2. **Critchley W. & Siegert. K.** Water Harvesting: a Manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome, 1991 // <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm#Contents>

3. ICIMOD SLM Technologies and Approaches in Nepal // NEPCAT Factsheets, 2008.

4. **Lancaster B.** Rainwater harvesting for drylands and beyond, Volume 1, guiding principles to welcome rain into your life

and landscape. Tucson, Arizona: Rainsource Press, 2008.

5. **Lancaster B.** Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond (Vol. 3): Roof Catchment and Cistern Systems. – Tucson, Arizona: Chelsea Green Publishing Company, 2013.

6. **Lancaster B.** Rainwater harvesting for drylands and beyond, Volume 2, Water-Harvesting Earthworks, 2nd Edition. Tuscon, AZ, United States: Rainsource Press, 2019.

7. **Lininger H., MakdaschiStuder R.,** Water Harvesting. University of Bern, Center for Development and Environment (CDE), GeographicaBernensia, Bern 2013.

8. **M.Salman L.B.M. AbuKhalaf.** Strengthening agricultural water efficiency and productivity on the African and global level. FAO, Rome, 2016.

9. **Will Critchley, Klaus Siegert C. Chapman.** A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production, FAO – Rome, 1991 // <http://www.fao.org/3/U3160E/u3160e00.htm#Contents>

10. **Martin Smith,** CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management, FAO Irrigation and drainage paper 46, Rome 1992. // URL: [https://books.google.it/books?id=p9tB2ht47NAC&pg=PP1&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.it/books?id=p9tB2ht47NAC&pg=PP1&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Материал поступил в редакцию 15.09.2020 г.

**Сведения об авторах**

**Домуллоджанов Далер Хамидович,** соискатель Института водных проблем,

гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Республики Таджикистан, национальный консультант Продовольственной и сельскохозяйственной организации Организация Объединенных Наций; daler79@gmail.com

**Рахматиллоев Рахмонкул**, доктор с.-х. наук, профессор кафедры эксплуатации гидротехнических сооружений, гидро-мелиоративного факультета Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур; rahmonkul@gmail.com

**D.KH. DOMULLODZHANOV<sup>1</sup>, R. RAHMATILLOEV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of water problems, hydropower and ecology, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup>Tajik agrarian university named after Sh. Shotemur, Dushanbe, Republic of Tajikistan

## HOUSEHOLD WATER BALANCE AND ASSESSMENT OF WATER VOLUME FOR IRRIGATION IN AGRO LANDSCAPES OF THE KYZYLSU-YUZHNYA BASIN

*The article presents the results of the field studies and observations that carried out on the territory of the hilly, low-mountain and foothill agro landscapes of the Kyzylsu-yuzhnaya (Kyzylsu-Southern) River Basin of Tajikistan. Taking into account the high-altitude location of households and the amount of precipitation in the river basin, the annual volumes of water accumulated with the use of low-cost systems of collection and storage of precipitation have been clarified. The amount of water accumulated in the precipitation collection and storage systems has been established, the volume of water used for communal and domestic needs, the watering of livestock and the amount of water that can be used to irrigate crops in the have been determined. Possible areas of irrigation of household plots depending on the different availability of precipitation have been determined. It has been established that in wet years (with precipitation of about 10%) the amount of water collected using drip irrigation will be sufficient for irrigation of 0.13 hectares, and in dry years (with 90% of precipitation) it will be possible to irrigate only 0.03 ha of the household plot. On the basis of the basin, the total area of irrigation in wet years can be 4497 ha, and in dry years only 1087 ha. Taking into account the forecasts of population growth by 2030 and an increase in the number of households, the total area of irrigation of farmlands in wet years may reach 5703 hectares, and in dry years – 1379 hectares. Growing crops on household plots under irrigation contributes to a significant increase in land productivity and increases the efficiency of water use of the Kyzylsu-yuzhnaya basin.*

*System, precipitation, catchment area, water balance, drip irrigation, dry year, wet year, water availability.*

### References

1. Compendium on Rainwater Harvesting for Agriculture in the Caribbean Sub-region, Concepts, calculations and definitions for small, rain-fed farm systems, FAO–Rome, 2014 // <http://www.fao.org/3/a-br326e.pdf>
2. **Critchley W. & Siegert. K.** Water Harvesting: a Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome, 1991 // <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm#Contents>
3. ICIMOD SLM Technologies and Approaches in Nepal // NEPCAT Factsheets, 2008.
4. **Lancaster B.** Rainwater harvesting for drylands and beyond, Volume 1, guiding principles to welcome rain into your life and landscape. Tucson, Arizona: Rainsource Press, 2008.
5. **Lancaster B.** Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond (Vol. 3): Roof Catchment and Cistern Systems. – Tucson, Arizona: Chelsea Green Publishing Company, 2013.
6. **Lancaster B.** Rainwater harvesting for drylands and beyond, Volume 2, Water-Harvesting Earthworks, 2nd Edition. Tuscon, AZ, United States: Rainsource Press, 2019.
7. **Lininger H., MakdaschiStuder R.,** Water Harvesting. University of Bern, Center for Development and Environment (CDE), GeographicaBernensia, Bern 2013.
8. **Salman L.B.M. AbuKhalaf.** Strengthening agricultural water efficiency and productivity on the African and global level. FAO, Rome, 2016.
8. **Will Critchley, Klaus Siegert C. Chapman.** A Manual for the Design and Construction

of Water Harvesting Schemes for Plant Production, FAO – Rome, 1991 // <http://www.fao.org/3/U3160E/u3160e00.htm#Contents>

9. **Martin Smith**, CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management, FAO Irrigation and drainage paper 46, Rome 1992. // [Электронный ресурс]. URL: [https://books.google.it/books?id=p9tB2ht47NAC&pg=PP1&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.it/books?id=p9tB2ht47NAC&pg=PP1&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

The material was received at the editorial office  
15.09.2020

### Information about the authors

**Domullodzhanov Daler Khamidovich**, applicant for the institute of water problems, hydropower and ecology of the National academy of sciences of the Republic of Tajikistan, national consultant for the Food and Agriculture Organization of the United Nations; [daler79@gmail.com](mailto:daler79@gmail.com)

**Rahmatilloev Rahmonkul**, doctor of agricultural sciences, professor of the department of operation of hydro engineering structures of the hydro reclamation faculty, Tajik agrarian university named after Sh. Shotemur; [rahmonkul@gmail.com](mailto:rahmonkul@gmail.com)

УДК 502/504:556.3:626/627

DOI 10.26897/1997-6011/2020-5-109-116

**Н.П. КАРПЕНКО, М.А. ШИРЯЕВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОГНОЗА ПОДПОРА ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

*Цель работы заключается в рассмотрении методов расчета прогноза подпора грунтовых вод в зоне влияния гидротехнических сооружений. Проведен анализ аналитических зависимостей расчета прогноза подпора грунтовых вод для различных расчетных схем. Для однородной схемы геофильтрационного строения предложена численная модель и разработана вычислительная программа расчета подпора грунтовых вод, позволяющая в дискретном режиме рассчитать подпор грунтовых вод от канала на любой момент. Для упрощения решения задачи расчета подпора грунтовых вод была создана компьютерная программа для ЭВМ на языке программирования Python Version 8.3, которая оперативно решает данную гидрогеологическую задачу. Предложен возможный диапазон геофильтрационных параметров, необходимый для расчета подпора грунтовых вод вблизи магистральных каналов. Адаптация и реализация программной модели проводились для конкретного объекта – Большого Ставропольского канала-5, для которого были проведены прогнозные расчеты. Результаты прогнозных расчетов подпора грунтовых вод являются основой для оценки зон возможного подтопления – территории, в пределах которой повышается уровень подземных вод в результате их подпора гидротехническим сооружением.*

*Гидротехнические сооружения, грунтовые воды, подпор, геофильтрационные параметры, аналитические методы, численная модель, вычислительная программа.*

**Введение.** Одной из важнейших практических задач при проектировании гидротехнических сооружений, искусственных водоемов и водохранилищ, а также оросительных каналов на мелиоративных системах является прогнозирование водного режима в зоне аэрации и режима грунтовых вод.

Существенное влияние на формирование режима подземных вод оказывают гидротехнические сооружения, водохранилища,

искусственные водоемы и магистральные оросительные каналы, вблизи которых формируется зона подпора, приводящая к подтоплению прилегающей территории. Необходимым элементом технологии проектирования мелиоративных систем является информационно-методическое обеспечение проектирования, включающее в себя систему методов прогнозирования водного и солевого режима почв и зоны аэрации, а также