

**Инновационные подходы совершенствования технологии орошения  
сельскохозяйственных культур в Таджикистане**

*Я.Э. Пулатов, Ш.Я. Пулатов, Г.Т. Разокова, Ф.Н. Расулов*

Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук  
Таджикистана

***Аннотация.** В статье изложены результаты многолетних исследований по разработке инновационных водо и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и техники орошения сельскохозяйственных культур в условиях климатических изменений Республики Таджикистан. Установлена зависимость урожая винограда, люцерны, кукурузы от оросительной нормы в условиях Гиссарской и Вахшской долин, а также Согдийской области Таджикистана. Доказана эффективность применение гидрогеля и пленочной мульчи. Рекомендованные технологии орошения позволяют сэкономить 50% оросительной воды, повысить урожайность в 2-2,5 раза и производительность труда в 2 раза.*

***Ключевые слова.** оросительная норма, технология орошения, капельное орошение, дождевание, гидрогель, урожайность*

**Innovative methods to improving the irrigation technology of crops in Tajikistan**

Ya. E. Pulatov, S. Ya. Pulatov., G.T. Razokova, F.N. Rasulov

Government agency «Tajik Research Institute of Hydraulic Engineering and Land  
Reclamation» (GA "TajikNIIGiM")

**Annotation.** The article presents the results of long-term studies on the development of innovative water/resource-saving and environmentally friendly technologies for irrigation practices of crops in a global climate change context in the Republic of Tajikistan. The dependence of the yield of grapes, alfalfa, corn on the irrigation rate in the conditions of the Gissar and Vakhsh valleys, as well as the Sughd region of Tajikistan have been established. The effectiveness of the use of hydrogel and film mulching material has been proven. The recommended innovative irrigation technologies allow saving 50% of irrigation water, increasing productivity by 2-2.5 times and productivity of the employees by 2 times.

**Keywords.** irrigation rate, irrigation technology, drip irrigation, sprinkling, hydrogel, yield.

Во всем мире за последнее десятилетие повысилось внимание к рациональному использованию и охране водных ресурсов. Высокоэффективное использование водных ресурсов в орошаемом земледелии, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и отдачи поливного гектара определяется выбором, установлением техники и технологии их орошения. В Таджикистане равнинные земли занимают всего 7,0 % территории и на одного жителя приходится лишь 0,081га орошаемой пашни. В связи с бурным демографическим ростом населения, отчуждением части земель под строительство этот показатель в перспективе сократится до 0,06 га, нарастанием нагрузки на водные ресурсы, особенно с развитием ирригации как основного водопотребителя, надвигается водный дефицит, а из-за технологических нарушений процесса полива сельскохозяйственных культур ухудшается эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель. В орошаемом земледелии используется до 93% водных ресурсов и производится 90% продукции растениеводства и даёт более 20% ВВП страны [1, 2, 3, 8].

С целью разработки инновационных водо и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и техники орошения сельскохозяйственных культур в условиях климатических изменений Республики Таджикистан, позволяющих экономии оросительной воды, рационального использования водно-земельных ресурсов, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечению продовольственной безопасности, многолетние исследования проведены (2016-2020 гг.) в почвенно-климатических условиях Гиссарской и Вахшской долин, а также Согдийской области Таджикистана [4].

Для решения поставленных задач проведены следующие опыты:

**1. Полевые опыты** по усовершенствованию элементов технологии орошения виноградников в условиях климатических изменений Гиссарской и Вахшской долины.

Сопоставлялись следующие варианты технологии орошения виноградников:

1. Вариант-М: Соблюдение «Режима орошения сельскохозяйственных культур для Таджикской ССР», (Душанбе, 1988);
2. Вариант 1,3 М: Увеличенная норма орошения на 30% относительно М;
3. Вариант 0,8 М: Уменьшенная норма орошения на 20% относительно М;
4. Вариант 0,6 М: Уменьшенная норма орошения на 40% относительно М;
5. Вариант 0,4 М: Уменьшенная норма орошения на 60% относительно М;
6. Вариант – (контроль). Режим орошения по усмотрению хозяйства.

**2. Полевые опыты по бороздковому поливу и дождеванию люцерны.** С целью усовершенствования элементов технологии бороздкового полива и дождевания в

зависимости от водообеспеченности посевов люцерны в условиях климатических изменений Центрального Таджикистана проведены полевые и лабораторные опыты. Бороздковый полив (контроль) сопоставлялся дождеванием с вариантами изменения водоподачи от 0,4 М до 1,3 М, как с предыдущим опытом.

**3. Полевые опыты по гидрогелю и мульчированию почвы.** С целью разработки инновационных водо и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий полива пропашных культур по бороздам при различных сценариях экранирования и покрытия почвы с использованием гидрогелей и различных материалов в условиях орошаемого и богарного земледелия Центрального Таджикистана исследования в 2017-2020 годы проводились методом закладки стационарного микроделяночного опыта на территории Гиссарского научно-исследовательского центра ГУ «ТаджикНИИГиМ», расположенного в районе Рудаки и в Институте земледелия ТАСХН.

Для изучения сопоставлялись следующие варианты:

1. Обычная технология (контроль); 2. Использование полимера-гидрогеля (70кг/га); 3. Плёночная мульча; 4. Гидрогель + Плёночная мульча; 5. Солома или опилки (500кг/га)

Объектом исследований являлись: мульчирующие материалы; среднесуглинистый типичный серозем; районированный сорт кукурузы «Шухрат».

**4. Полевые опыты по поливу люцерны и кукурузы** проведены на светлых сероземах хозяйства «Таджикистан» Б.Гафуровского района Согдийской области. Объектом исследований являлись бороздковый полив, люцерны сорта «Вахшкая 300» и кукуруза сорта «Шухрат». Сопоставлялись технологии орошения люцерны и кукурузы по схеме как в опыте 1.

#### **Основные результаты.**

1. Установлено, что снижение оросительной нормы виноградника до 20% от существующих рекомендаций (Вариант М) существенно не влияет на её уровень урожайности. Так, при соблюдении режима орошения по существующим рекомендациям получен максимальный урожай – 170,1 ц/га, а при варианте 0,8М, формировался 160, 0 ц/га, т.е разница в урожае согласно дисперсионному анализу, математически не доказывается. Следовательно, для условий производства экономически целесообразным и рациональным режимом орошения виноградника рекомендуется вариант – 0,8 М. При этом оросительная норма составляет 3418 м<sup>3</sup>/га, а дальнейшее снижение нормы орошения приводит к резкому уменьшению урожайности виноградника (табл.1.).

**Оросительная норма, суммарное водопотребление и урожай винограда в зависимости от различных норм орошения в условиях Гиссарской долины Таджикистана**

<b>Вариант опыта</b>	<b>Средняя поливная норма, м<sup>3</sup>/га</b>	<b>Оросительная норма, м<sup>3</sup>/га</b>	<b>Суммарное водопотребление, м<sup>3</sup>/га</b>	<b>Урожайность, ц/га</b>
Хозяйственный полив (контроль)	2050	6169	10329	117,5
М	1470	4299	9244	170,1
1,3 М	1900	5702	10498	126,3
0,8 М	1330	3418	9585	160,0
0,6 М	880	2651	9027	112,9
0,4 М	615	1843	9016	78,9
Без полива	0	0	0	58,9

2. Установлено, что при дождевании люцерны нормой 5545 м<sup>3</sup>/га, урожай сена люцерны достигает максимального значения – 287 ц/га., а при бороздковом поливе нормой 7026 м<sup>3</sup>/га соответственно – 192 ц/га. Сопоставительный анализ показал, что при дождевании люцерны относительно бороздкового способа полива, урожай сена увеличивается на 95,0 ц/га или 33,1%, экономия оросительной воды достигает 1481 м<sup>3</sup>/га или 26,8%. Удельные затраты оросительной воды на единицу урожая сена люцерны при дождевании и бороздковом поливе составили 19,3 и 36,6 м<sup>3</sup>/ц соответственно.

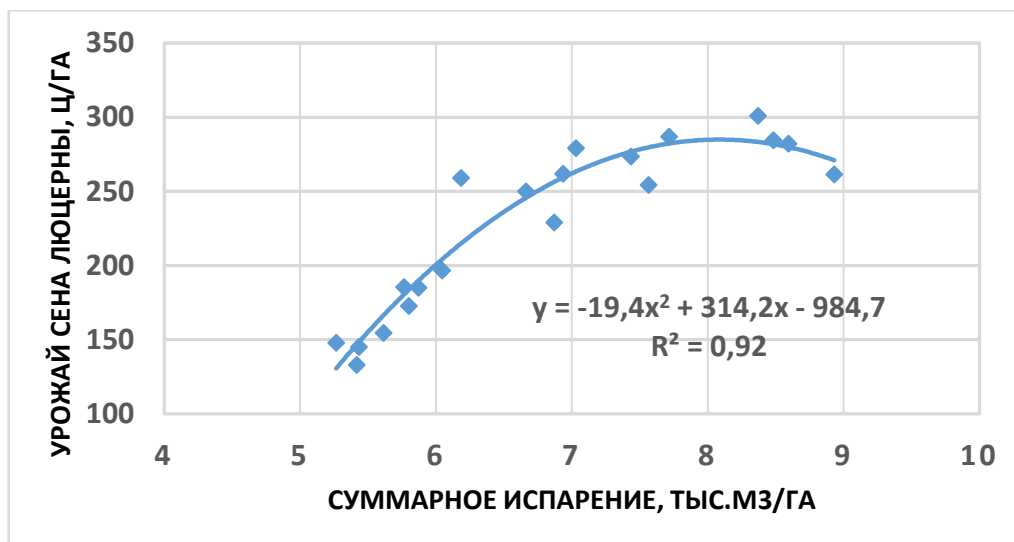
Результаты исследований по влиянию степени водообеспеченности посевов при дождевании люцерны на её продуктивность показали, что уменьшение оросительной нормы на 20, 40, 60%, снижает урожай сена люцерны на 8,9, 31,6 и 46,1% соответственно. А увеличение нормы орошения на 30%, приводит к повышению урожая сена всего лишь на 5%. При дождевании люцерны предполивная влажность почвы не должна опускаться ниже 75-80% НВ.

Выявлено, что основной статьёй водного баланса является оросительная вода, которая варьирует от 40% до 79% м<sup>3</sup>/га (при дождевании), а при бороздковом поливе 72,5 % от общего расхода воды. При дождевании люцерны выявлено, что с увеличением нормы поливов возрастает суммарное водопотребление от 5615 до 8370 м<sup>3</sup>/га, а при бороздковом поливе она составила 9686 м<sup>3</sup>/га.

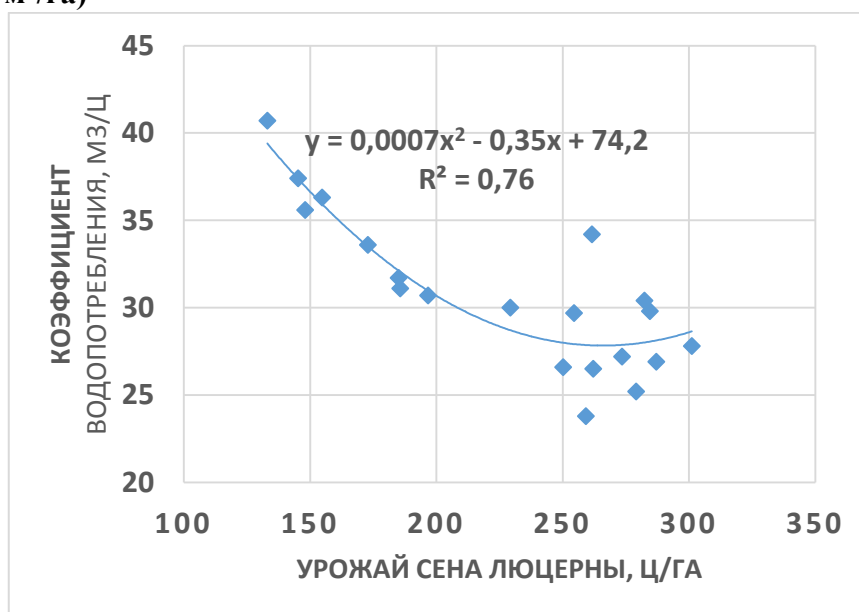
Установлено, что с ростом урожая сена люцерны, снижается коэффициент водопотребления от 50,4 до 26,5 м<sup>3</sup>/ц. По результатам исследований видно, что максимальный урожай сена люцерны при минимальных затратах (287,0 ц/га)

формируется при оросительной норме на уровне 5545 м<sup>3</sup>/га, суммарного водопотребления 7715 м<sup>3</sup>/га и коэффициента водопотребления 26,9 м<sup>3</sup>/ц.

В наших опытах между урожаем сена люцерны (Y) и суммарным водопотреблением (X) установлена тесная (R<sup>2</sup>=0,92) криволинейная связь (рис.1.). В рисунке 2 представлена связь урожая с коэффициентом водопотребления (R<sup>2</sup>=0,76).



**Рис. 1. Зависимость урожая сена люцерны (Y, ц/га) от суммарного испарения (E, тыс. м<sup>3</sup>/га)**



**Рис.2. Зависимость коэффициента водопотребления (Кв, м<sup>3</sup>/ц) от урожая сена люцерны (Y, ц/га).**

Таким образом, результаты экспериментальных исследований по различным способам (бороздковый и дождевание) орошения люцерны многолетнего стоянии влияние их на нормы орошения на рост, развитие и продуктивность показали преимущество дождевания относительно бороздкового полива [5]

Практическая значимость выполненной работы заключается в разработке элементов техники и технологии орошения люцерны при бороздковом поливе и дождевании. Это позволит обеспечить стабильную водоподачу, равномерность полива, значительно повысить урожайность люцерны, сэкономить оросительную воду, снизить непроизводительные потери воды, исключить ирригационную эрозию и повысить производительность труда поливальщика.

**3. Результаты проведенных опытов по поливу люцерны и кукурузы в Б.Гафуровском районе Согдийской области** показали, что в результате острого дефицита воды и необеспечения необходимого поливного режима и влажности в корнеобитаемом слое на вариантах технологии полива 0,4М, 0,6М и 0,8М урожайность кукурузы снизилась по сравнению с оптимальным вариантом на 50,4, 25,5 и 3,0 ц/га соответственно (табл.2).

Таблица 2.

**Оросительная норма и урожайность люцерны и кукурузы (зерно) в зависимости от различных норм орошения в условиях Северного Таджикистана.**

**(В среднем за 2017-2019 годы).**

Вариант опыта	Люцерна		Кукуруза	
	Фактическая оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Урожай сено, ц/га	Фактическая оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Урожай зерно, ц/га
1. Хозяйственный контроль	15673	178,2	6556	70,4
2. Оптимальная технология -М	6680	197,4	5246	94,0
3. Технология полива - 0,4.М	2756	100,9	2133	43,6
4. Технология полива - 0,6.М	3960	124,5	3146	68,5
5. Технология полива - 0,8.М	5170	195,0	4216	91,0
6. Технология полива - 1,3.М	8560	205,8	6783	84,7

На люцерновом поле при варианте хозфон (контроль) в вегетационный период проведены от 13 до 22 поливов с продолжительностью 20-27 часов с межполивным периодом от 5 до 26 дней. Оросительная норма при 13 поливах (2016г) составила 10200 м<sup>3</sup>/га и в 2018г - 19250 м<sup>3</sup>/га. Следовательно, в д/х “Абдурашид” не соблюдаются режимы орошения, то есть, нормы, сроки и продолжительность полива не отвечает агротехническим требованиям.

В условиях рыночной экономики выращивание люцерны, тем более на малопродуктивных подверженных засолению орошаемых землях оказалось выгодной. Следует подчеркнуть, что при падении урожайности люцерны чистый доход растет за счет повышения цены на сено. Чистый доход составил 920,91 доллар США/га (и рентабельность выращивания люцерны повысилась до 386,2 %).

При изучении технологии полива установлено, что на хозяйственном (контроль) фоне оросительная норма превышает даже вариант технологии полива 1,3 М в 1,83 раза. В хозяйствах отсутствует контроль за водопользованием, что нарушается гидрогеологический режим территорий, при этом происходит подъем УГВ и создаются условия для развития процесса вторичного засоления орошаемых земель.

**4. Результаты полевых опытов по усовершенствованию элементов технологии орошения виноградников** в условиях климатических изменений Вахшской долины Таджикистана показали, что различные нормы орошения оказали существенное влияние не только на рост и развитие растений, но и на урожайность винограда (табл.3.).

Таблица 3.

**Фактическая оросительная норма (числитель) и урожайность (знаменатель) виноградника в условиях Вахшской долины Таджикистана.**

Вариант	Годы исследований, м <sup>3</sup> /га				В среднем за 2016-2020 годы
	2016	2018	2019	2020	
1. Хозяйственный контроль	<u>6210</u> 142	<u>3104</u> 161	<u>4300</u> 157	<u>4936</u> 160	<u>7015</u> 155
2. Поливы - 0,6 М	<u>2408</u> <u>157</u>	<u>2045</u> <u>172</u>	<u>1730</u> <u>164</u>	<u>1925</u> <u>171</u>	<u>2027</u> <u>166</u>
3. Поливы - 0,8 М	<u>3010</u> <u>181</u>	<u>2880</u> <u>191</u>	<u>2510</u> <u>184</u>	<u>2805</u> <u>195</u>	<u>2801</u> <u>188</u>
4. Поливы - М	<u>3476</u> <u>180</u>	<u>3080</u> <u>196</u>	<u>2980</u> <u>187</u>	<u>3135</u> <u>197</u>	<u>3168</u> <u>190</u>
5. Поливы -1,3 М	<u>4320</u> <u>148</u>	<u>4015</u> <u>170</u>	<u>4136</u> <u>161</u>	<u>3905</u> <u>173</u>	<u>4094</u> <u>163</u>

Установлено, что с повышением нормы орошения на 30 % и её уменьшение на 40% приводят снижению урожайности винограда соответственно на 24 и 27 ц/га или на 12 и 14%.

Таким образом в условиях Бахтарского района Хатлонской области для 5-го гидромодульного района, уменьшение нормы полива виноградника на 20% существенно на влияет на её урожайность. Оросительная норма рекомендуется на уровне 2800 м<sup>3</sup>/га, которая способствует получению 190 ц/га урожая виноградника.

## 5. Полевые опыты по гидрогелю и мульчированию почвы.

Результаты исследований показали, что в среднем экономия оросительной воды на варианте, где использовались «Гидрогель + Плёночная мульча» была максимальной, т.е составляла до 55% относительно обычной технологии (без применения мульчирующих материалов). Применение гидрогеля способствовало экономии воды до 45%. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4.

### Экономия оросительной воды в зависимости от различных технологий

№ варианта	Технологии	Экономия оросительной воды, %
1	Обычная технология (контроль)	0
2	Гидрогель (70кг/га)	40-45
3	Плёночная мульча	20-25
4	Гидрогель + Плёночная мульча	50-55
5	Солома (500кг/га)	15-20
6	Экранирование песчаных почв	30-35

Известно, что в условиях засушливого климата почвы обычно сильно иссушаются в течение вегетационного периода. В малоснежные зимы и сухие весны они получают недостаточную влагозарядку, что является одним из основных факторов снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Поэтому, в зонах недостаточного увлажнения вопросам накопления и сохранения влаги в почве всегда уделяется повышенное внимание. При этом применяются разнообразные комплексы агротехнических приемов, которые должны обеспечивать качественное поглощение влаги верхним слоем, перераспределение её в нижние горизонты почвы и снижение интенсивности физического испарения [6, 7].

#### Основные выводы:

- Установлены основные водно-физические, агрофизические и агрохимические параметры темных серозёмов и типичных серозёмов в условиях Центрального Таджикистана, светлых серозёмов Вахшской долины и серобурых каменистых почв Северного Таджикистана (Согдийская область);
- Доказано, что при дождевании люцерны, относительно бороздкового способа полива урожай сена увеличивается на 95,0 ц/га или на 33,1%, экономия оросительной воды достигает 1481 м<sup>3</sup>/га или 26,8%;



- Уменьшение оросительной нормы люцерны на 20, 40, 60%, приводит к снижению урожая сена люцерны на 8,9, 31,6 и 46,1% соответственно. А увеличение нормы орошения на 30%, приводит к повышению урожая сена всего лишь на 5%;
- При дождевании люцерны выявлено, что с увеличением нормы поливов возрастает суммарное водопотребление от 5615 до 8370 м<sup>3</sup>/га, а при бороздковом поливе оно составило 9686 м<sup>3</sup>/га. Между урожаем сена люцерны и суммарным водопотреблением установлена тесная ( $R^2=0,92$ ) криволинейная связь;
- Максимальный урожай сена люцерны (287,0 ц/га) при минимальных затратах формируется при оросительной норме 5545 м<sup>3</sup>/га, суммарного водопотребления 7715 м<sup>3</sup>/га и коэффициента водопотребления 26,9 м<sup>3</sup>/ц;
- Установлено, что в среднем экономия оросительной воды при технологии, где использовались «Гидрогель+Плёночная мульча» была максимальной - до 55%. Применение гидрогеля способствовало экономии воды до 45%, соломы 17,5% и плёночной мульчи – 22,5% относительно обычной технологии (без применения мульчирующих материалов);
- Более ощутимые положительные результаты применения гидрогелей (60 кг/га) получены в условиях богарного земледелия, где лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур являются атмосферные осадки. При этом коэффициент использования атмосферных осадков увеличивается от 0,3-0,4 до 0,6-0,7;
- В условиях Бахтарского района Хатлонской области для 5-го гидромодульного района, уменьшение нормы полива виноградников на 20% существенно не влияет на их урожайность. Оросительная норма рекомендуется на уровне 2800 м<sup>3</sup>/га, которая способствует получению 190 ц/га урожая винограда.
- Разработаны практические предложения по рациональному режиму орошения основных сельскохозяйственных культур, которые позволят сэкономить оросительную норму от 30% при бороздковом поливе до 55 % (дождевание, гидрогель с плёночной мульчи) повысят КПД полива и урожайность сельскохозяйственных культур до 2,5 раза;

Таким образом, при применении новых инновационных водосберегающих технологий орошения экономия оросительной воды достигает до 50%, повышается урожайность в 2-2,5 раза, и производительность труда в 2 раза. Это позволяет освоить

новые орошаемые земли, обеспечить продовольственную безопасность и адаптироваться в условиях климатических изменений.

### **Литература**

1. Диагностический доклад о рациональном использовании водных ресурсов в Центральной Азии по состоянию на 2019 год: аналит. обзор. НИЦ МКВК, Ташкент: 2020. 135с.
2. Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республики Таджикистан: Дониш, Душанбе: 2002. 65с.
3. Программа развития водного сектора Таджикистана на 2010-2025 годы: ММиВР РТ, Душанбе: 2009. 127с.
4. Программа НИР на 2016-2020 годы «Разработка инновационных технологий орошения сельскохозяйственных культур и водонормирования в условиях климатических изменений Таджикистана». ГРН№ 0116 ТJ00580, ГУ«ТаджикНИИГиМ», Душанбе: 2015. 17с.
5. Пулатов Я.Э., Расулов Ф. Дождевание люцерны в условиях Центрального Таджикистана //Кишоварз (Земледелец). 2019, №2, Душанбе. С.65-68.
6. Пулатов Я.Э., Пулатов Ш.Я. Новое в области водосбережения: гидрогель. // Кишоварз (Земледелец). 2020, №3(88). Душанбе: С.143-146.
7. Садовникова Н.Б. Влияние сильно набухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. Автореферат канд. дисс. Москва: 2008. 18с.
8. Стратегия развития водного сектора Таджикистана //ММиВХ РТ, Душанбе. 2006. 95с.

### **Literature**

1. Diagnostic report on the rational use of water resources in Central Asia as of 2019: analyt. overview. SIC ICWC, Tashkent: 2020.135p.
2. Concept for the rational use and protection of water resources in the Republic of Tajikistan: Donish, Dushanbe: 2002. 65p.
3. Program for the development of the water sector in Tajikistan for 2010-2025: MMWR RT, Dushanbe: 2009. 127 p.
4. Research program for 2016-2020 "Development of innovative technologies for irrigation of crops and water supply in the context of climate change in Tajikistan." GR № 0116 TJ00580, State Institution "TajikNIIGiM", Dushanbe: 2015. 17p..

5. Pulatov Ya.E., Rasulov F. Sprinkling of alfalfa in the conditions of Central Tajikistan // Kishovarz (Farmer). 2019, No. 2, Dushanbe. P.65-68.
6. Pulatov Ya.E., Pulatov Sh.Ya. New in the field of water saving: hydrogel. // Kishovarz (Farmer). 2020, no. 3 (88). Dushanbe: P.143-146.
7. Sadovnikova N.B. Influence of highly swellable polymer hydrogels on the physical state of soils with light particle size distribution. Abstract of cand. diss. Moscow: 2008. 18p.
8. Strategy for the development of the water sector in Tajikistan // MMWR RT, Dushanbe. 2006. 95p.

#### **Сведения об авторах:**

**Пулатов Яраш Эргашевич** – Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, заведующий отделом инновационных технологий и научно-образовательных исследований, д.с.-х.н., профессор. Тел: (+992)111177556 Эл.почта: tj\_water@mail.ru

**Пулатов Шавкат Ярашович** – Таджикский аграрный университет им. Ш.Шотемур, заведующий кафедрой мелиорации, рекультивации и охрана земель, к.т.н., доцент. Тел: (+992)919000660 Эл.почта: sh\_pulatov@mail.ru

**Разокова Гулафруз Тагаймуродовна** – Государственное учреждение «Таджикский научно исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ГУ «ТаджикНИИГиМ»), ученый секретарь. Тел: (+992) 939996704 Эл.почта: ms.peumon@mail.ru

**Расулов Фируз Нематиллоевич** - Таджикский аграрный университет им. Ш.Шотемур, ассистент кафедры строительной механики и гидротехнических сооружений. Тел: (+992)928155595, Эл.почта: rasulov.firuz\_85@mail.ru