



Научные записки НИЦ МКВК

№ 20

2023

Ш.Ш. Мухамеджанов, Р.Р. Сагдуллаев

Методика расчета плана водопользования на основе суточного гидромодуля



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Ш.Ш. Мухамеджанов, Р.Р. Сагдуллаев

**Методика расчета плана
водопользования на основе
суточного гидромодуля**

Ташкент 2023

Цель этой работы – на основе оценки водопользования в бывших коллективных хозяйствах (Колхозах) и на уровне фермерских хозяйств разработать методику планирования водопользования и графика полива для водопотребителей с малыми площадями. Методика изучения основана на оценке данных структуры посевных площадей, водозабора, вододеления и оценке методики планирования водопользования на уровне коллективных хозяйств. Также было проведено изучение существующих условий вододеления и водопользования на уровне фермерских хозяйств и работ ассоциаций водопользователей/водопотребителей (АВП).

Результаты исследования позволили установить различие подходов планирования водопользования в коллективных и фермерских хозяйствах. Ранее методика составления планов водопользования и графика полива, была основана на подаче воды для крупных коллективных хозяйств с орошаемой площадью 1000-1500 га и более. Расчетная величина сроков и продолжительности полива, определялась исходя из суммарного времени, затрачиваемого на полив всей орошаемой площади хозяйства. После того как колхозы были разделены на гораздо мелкие хозяйства с площадью 10-20 и более га, появились проблемы в водораспределении. Прежняя методика планирования оказалась не совместимой с новыми размерами орошаемых площадей. Появилась необходимость в изучении и разработке новых подходов и методов планирования водопользования, приемлемых для малых площадей фермерских хозяйств.

На основе изучения новых условий водораспределения была разработана методика планирования водопользования для фермерских хозяйств, основанная на суточном гидромодуле.

Введение

Орошение имеет решающее значение для удовлетворения растущего спроса на продовольствие (Bruinsma, 2003; De Fraiture et al., 2007). Во многих странах производство продуктов питания требует интенсивного забора воды, что может сократить источники водоснабжения или даже привести к их истощению. Когда эти источники истощатся, в будущем можно ожидать падения производства продуктов питания (Munir et al., 2010).

Около 70 % мирового водозабора в XX веке приходилось на использование оросительной воды (Shiklomanov, 2000; Doll et al., 2009; FAO, 2012). В Центральной Азии при общих водных ресурсах в 116 км³ в год 90% этих ресурсов используются на орошение (Мухамеджанов, 2022).

За последние полвека во многих регионах с дефицитом воды стало маловероятным, что мы сможем не зависеть от существующих источников оросительной воды. Многие крупные реки, в том числе Желтая, Колорадо, Рио-Гранде, Сырдарья и Амударья, в настоящее время уменьшились в нижнем течении из-за водозаборов и водохранилищ для орошения. Во многих регионах мира использование на орошение водных ресурсов происходит не рационально и неэффективно (Piao et al., 2010).

В орошаемой зоне Центральноазиатских государств коэффициент полезного использования воды составляет всего 50-60% относительно годового водозабора (Мухамеджанов, 2022).

В реке Хуанхэ с 1960 по 2000 год наблюдалось постоянное снижение наблюдаемого годового стока (Piao et al., 2010), на которое существенно повлиял забор воды для орошения (Tang et al., 2008).

Забор воды для поддержки хлопковых плантаций через неэффективную оросительную систему привел к отступлению Аральского моря в Центральной Азии (Peachey, 2004).

Неэффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве является результатом ненормированной и бесконтрольной системы водопользования. Очень важно для недопущения перерасхода оросительной воды проводить его мониторинг и использовать водные ресурсы в соответствии с реальными потребными нормами для водопользователей (Нерозин, 1980). Важно при этом орошаемые мероприятия проводить на основе нормированного планирования водопользования и составления графика полива каждому водопользователю в соответствии с биологическими потребностями выращиваемых культур в воде. (Костяков, 1960).

Система планирования водопользования является важной составляющей в общей системе орошаемого земледелия. Планирование водополь-

зования и графики полива между водопотребителями обеспечивают нормированную подачу воды в сроки требуемые растениями и обеспечивают необходимый режим орошения культур в течение года. По А.Н. Костякову «Режим орошения (совокупность числа, сроков и норм поливов) должен обеспечивать в почве нужный для данной культуры водный режим при конкретных климатических и агротехнических условиях» (Костяков, 1960). То есть режим орошения – это режим подачи воды для выращиваемой культуры для обеспечения её биологической потребности в воде, с учётом наличия и режима изменения запасов влаги в почве, фазы развития данной культуры, климатических условий и уровня залегания грунтовых вод. Необходимый растению водный режим почвы обеспечивается службами эксплуатации оросительных систем районного и областного уровней. Особенно важное значение система планирования водопользования имеет в зонах недостаточного увлажнения (Костяков, 1960).

В советский период во всех государствах Центральной Азии была создана и успешно функционировала развитая система планирования водопользования. Вододеление было основано на структурах районного и областного уровня полностью поддерживаемых государством.

В результате и в колхозах и в райводхозах была хорошо налаженная система управления и землей и водой с достаточным и квалифицированным штатом специалистов, которые были обеспечены финансированием, техникой, транспортом и главное научно обоснованными методами ведения сельскохозяйственного производства (Мухамеджанов, 2022).

В бывших районных водохозяйственных организациях, методы планирования водопользования были основаны на подаче воды в крупные коллективные хозяйства. Для подачи воды были задействованы все водохозяйственные структуры, областные и районные управления водного хозяйства и все их участковые подразделения (Мухамеджанов и др. 2019).

На уровне колхозов и совхозов управлением подачей воды занимались гидрометры. Все эти уровни управления и использования оросительной воды были взаимосвязаны и взаимозависимы. Управление системой канала получала информацию потребного объема и режима использования оросительной воды по всей ее длине на всей ее подкомандной площади. Такую информацию ей предоставляла районная или областная служба водопользования. В свою очередь каждый районный уровень такую информацию в пределах своей площади получал от хозяйств (Мухамеджанов, 2022).

Аграрная и водная реформа в государствах Центральной Азии, проведенная по образцу развитых стран мира, была основана на организации новых негосударственных структур фермерских хозяйств и Ассоциаций Водопотребителей. После реорганизации, управление сельскохозяйствен-

ным производством сопровождалось сложностью перехода от старой системы управления к новой совершенно не известной для региона системе, с жесткими организационными, социальными, финансовыми и техническими требованиями к которым страны еще не были готовы (Мухамеджанов и др. 2019).

Новые структуры для государств Центральной Азии оказались сложно решаемым вопросом и даже проблемой. Реорганизация предусматривала организацию новых форм ведения сельского хозяйства и совершенно новых форм и структур обеспечения водой водопотребителей. Поддержка ресурсами со стороны государства не предусматривалась, и форма ведения хозяйствования и водопользования основывалась на принципах рыночного механизма. Землепользователь-фермер был обязан сам расплачиваться за все ресурсы и технику. Однако ни в одном государстве Центральной Азии не были еще готовы создать эффективные системы и структуры поддержки сельхозпроизводителей, как финансово, так и методически (Мухамеджанов, 2022).

С реорганизацией, вся эта система стала функционировать только до районного уровня, дальше системой вододеления на уровне хозяйств-фермеров должна была заниматься АВП, не имеющая структурной связи с водохозяйственными организациями. Созданные ассоциации водопотребителей должны были полностью взять на себя систему поставки воды для сельхозпроизводителей и заменить собой работу, которую выполняли до реорганизации, бывшие Районные водохозяйственные организации (которые были в скором времени упразднены)¹. При этом АВП не имела квалифицированных кадров и методическую поддержку ведения и планирования водопользования между мелкими водопотребителями (Мухамеджанов, 2022).

В данной статье приведены результаты исследований, на основе которых создана методика планирования водопользования и составления графика полива на уровне фермерских хозяйств.

Методика и данные

Методика исследования была основана на изучении новых водохозяйственных условий фермерских хозяйств и сравнительной их оценке с условиями водопользования в коллективных хозяйствах. Изучение проводилось на основе документов и форм планов водопользования, составленных для коллективных хозяйств в районных и областных управлениях

¹ Ныне районные отделы ирригации восстановлены.

водного хозяйства. Рассматривались все элементы режима орошения и их соответствие с установленными для данной зоны гидромодульным районом.

Изучение элементов полива, то есть сроков и норм полива, производилось на основе демонстрационных участков по расчетной модели, основанной на формуле С.Н. Рыжова (Рыжов, 1948; Рыжов, 1973). Вместе с тем на демонстрационном поле ежедневно проводилось наблюдение за суммарным испарением по установленному на поле испарителю типа ET-gage и влажностью почвы определяемой отбором проб термостатно весовым способом. Данные испарения и влажности ежедневно вводились в модель, которая путём анализа информации за последние сутки рассчитывала полив за два или три суток вперёд. Прогнозируемый срок полива проверялся, уточнялся и корректировался на основе фактических данных влажности почвы на демонстрационном поле. Предполивная влажность при этом была принята в среднем за 70% от ППВ (Мухамеджанов, и др., 2008).

На основе этих элементов режима орошения составлялся расчёт основных показателей водопользования. Расход воды на орошаемую площадь рассчитывался исходя из нормы полива установленную для каждой культуры с учётом гидромодульного района. Расчётный режим расходов воды на орошение каждого идентичного по своим условиям земельного массива устанавливается в виде графика удельных расходов воды, отнесённые на единицу орошаемой площади и изменяющихся в течение оросительного периода, или так называемого графика гидромодуля орошения (Костяков, 1960). Значение гидромодуля орошаемого массива в определённый период времени определяется по формуле предложенной А.Н. Костяковым (Костяков, 1960):

$$q = \frac{\alpha m}{t} \quad (1)$$

Где:

q – гидромодуль орошаемого поля;

α – одновременно поливаемая площадь в долях от всей площади орошаемого массива;

m – средняя норма полива.

Чтобы обеспечивать необходимый объем оросительной воды в зависимости от периода полива и потребности хозяйства, ввели постоянный расход воды, непрерывно подаваемый в течение 10 суток. Эту величину можно было изменить или оставить в том объеме, в каком он подавался на

следующую декаду с согласия двух сторон – колхоза, получающего воду, и гидроучастка, подающего воду (Мухамеджанов и др., 2019). Отсюда появилось понятие **декадного гидромодуля**, на основе, которого проводился расчет расхода воды постоянным током для всей площади коллективного хозяйства (Мухамеджанов и др., 2019). Величина декадного гидромодуля рассчитывалась на основе следующей формулы

$$g = \frac{mf}{Tt} 1000 \quad (2)$$

Где: g – декадный гидромодуль (л/с)

m – норма полива культуры ($m^3/га$)

f – площадь орошения (га)

T – продолжительность одного полива, (сутки);

t – количество секунд, в сутках равное 86 400.

1000 – перевод m^3 в литры;

Результаты исследования

Ранее методика составления планов водопользования и графика полива, основанная на гидромодульном районировании (Легостаев и Коньков, 1951; Легостаев и Меднис, 1971), была основана на подаче воды для крупных коллективных хозяйств с орошаемой площадью 1000-1500 и более гектар. В одно коллективное хозяйство по одному отводу подавался расход воды в пределах 0,5-1,0 $m^3/с$ по нескольким отводам (максимум 2-3 отвода в одно коллективное хозяйство) подавалось 1,0-1,5 $m^3/с$ оросительной воды. Расчетная величина сроков и продолжительности полива, определялась исходя из суммарного времени, затрачиваемого на полив всей орошаемой площади хозяйства в 1000-1500 га и более (Мухамеджанов и др., 2019). Поля поливались поочередно в зависимости от расхода воды, выделенного для колхоза. Оросительная вода подавалась с расходом воды, обеспечивающим только небольшую часть орошаемых земель хозяйства (две или три бригады 200-400 га). Продолжительность такой подачи составляла примерно от 4 до 8 суток. В целом на полив всей площади хозяйства (1000-1500 га или более) затрачивалось в среднем от 15 до 20 суток. После окончания полива всей площади хозяйства для первых поливных участков, подходило время следующего полива, и цикл повторялся. На

этой основе в хозяйство подавалась оросительная вода с постоянным током, непрерывно в течение всей вегетации (Мухамеджанов, 2022). В таблице 1 приведен пример расчета декадного гидромодуля. По известному гидромодульному району на основе утвержденного гидромодульного районирования определялась оросительная норма, количество поливов и поливная норма каждого полива (Федоров, 1953.). По среднестатистическим климатическим данным для каждого гидромодульного района определены и рекомендованы даты и сроки каждого полива.

Величина декадного гидромодуля составляет в пределах от 0,3 до 1,0 л/с на 1 га в зависимости от периода вегетации (Мухамеджанов, 2022). При умножении декадного гидромодуля на общую орошаемую площадь коллективного хозяйства (например, на 2000 га) определялся расход воды, который нужно подавать в хозяйство постоянным током. В данном случае расход воды, к примеру, 5 полива составлял:

$$0,9 \text{ л/с на 1 га} * 2000 \text{ га} = 1800 \text{ л/с или } 1,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таблица 1

**Расчет декадного гидромодуля (ординаты)
на основе режима орошения
(Мухамеджанов и др., 2019)**

Культура	№ полива	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива		Поливной период, в сутках	Гидромодуль q л/с на 1 га
			начало	конец		
Хлопчатник	1	600	21.05	10.06	21	0,331
	2	800	11.06	25.06	15	0,617
	3	900	26.06	10.07	15	0,694
	4	900	11.07	20.07	10	1,042
	5	900	21.07	31.07	11	0,947
	6	900	01.08	10.08	10	1,042
	7	800	11.08	25.08	15	0,617
	8	600	26.08	10.08	16	0,434
		6400			113	

Такой подход был оправдан для составления плана водопользования и графика полива крупных коллективных хозяйств. Для фермерских хозяйств с площадями значительно меньшими даже, чем бригады колхозов,

этот подход плана водопользования не приемлем, и будет ошибочен при его использовании (Мухамеджанов, 2022). Для решения этой проблемы нами в рамках проекта ИУВР-Фергана было проведено изучение водораспределения и водопользования по существующей методике планирования водопользования основанное на декадном водопользовании и учёта реальных потребностей фермерских хозяйств на основе ежесуточного наблюдения за влажностью почвы и испарения с орошаемого поля на демонстрационных полях проекта.

Результаты исследования водопользования на демонстрационных участках в Ферганской долине показали, что фактический режим влаги в почве значительно отличается от режима водоподачи рассчитанного на основе декадного гидромодуля.

Данные мониторинга влажности почвы и испарения, дали нам возможность определить и сравнить зависимость между этими показателями за годы с различными климатическими особенностями. Эти два параметра считаются особенно важными при определении поливного режима. При достижении суммы суточного испарения до значения поданной в поле воды, растение испытывает дефицит влаги (рис.1) (Мухамеджанов, и др., 2008).

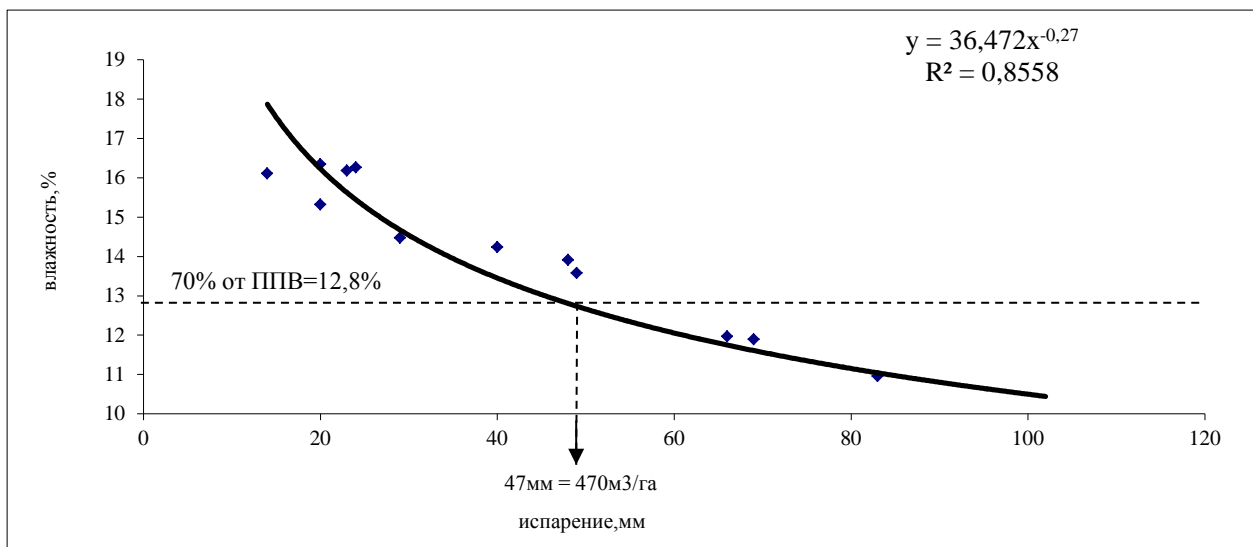


Рис.1. Зависимость влажности почвы от испарения ф/х Сайёд (Мухамеджанов, и др., 2008)

Данный подход позволяет на основе зависимости суммарного испарения и влажности почвы определять срок и подачу очередного полива. Режим орошения, используемый в настоящее время (Мухамеджанов, и др., 2008) определялся на основе утверждённого гидромодульного райониро-

вания разработанный в 1970-х годах (Легостаев и Меднис, 1971). За прошедшие 50 лет значительно изменились мелиоративное состояние земель и водохозяйственные условия орошаемой зоны Узбекистана. На рис. 2 приведены результаты сравнения режимов орошения, составленные по утверждённому гидромодульному районированию и по зависимости влажности почвы и суммарного испарения. Как видно из рисунка режим орошения, составленный по плану водопользования не соответствует фактическому режиму орошения, полученному на основе суммы суточного испарения. (Мухамеджанов, и др., 2008).

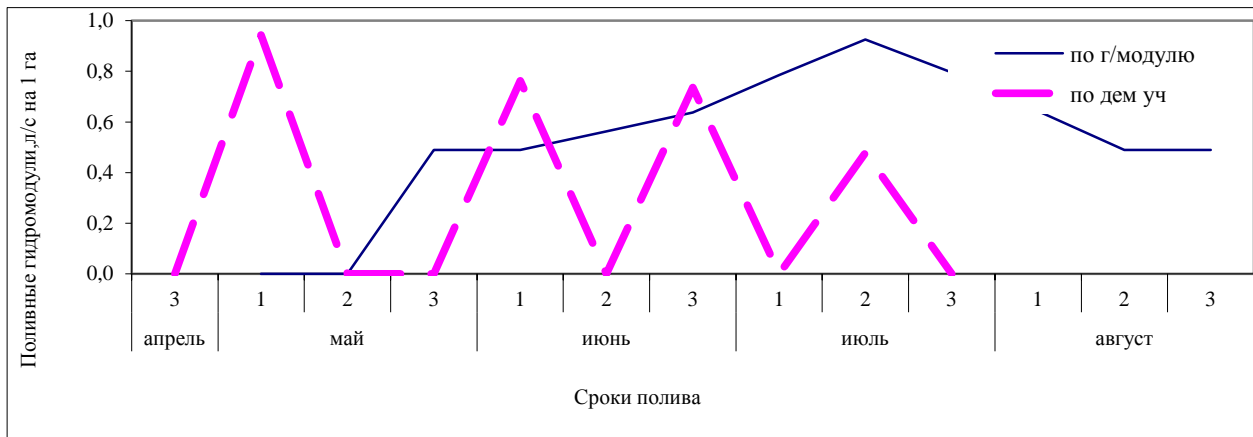


Рис.2. Сравнительная оценка режима орошения по гидромодульному районированию и по демонстрационному участку ф/х Турдиали (Мухамеджанов, и др., 2008)

В фермерском хозяйстве Сайёд, также видно несоответствие реальных режимов полива на демонстрационных участках с режимом орошения с планами водопользования, составленные по методике декадного гидромодуля (рис. 3).

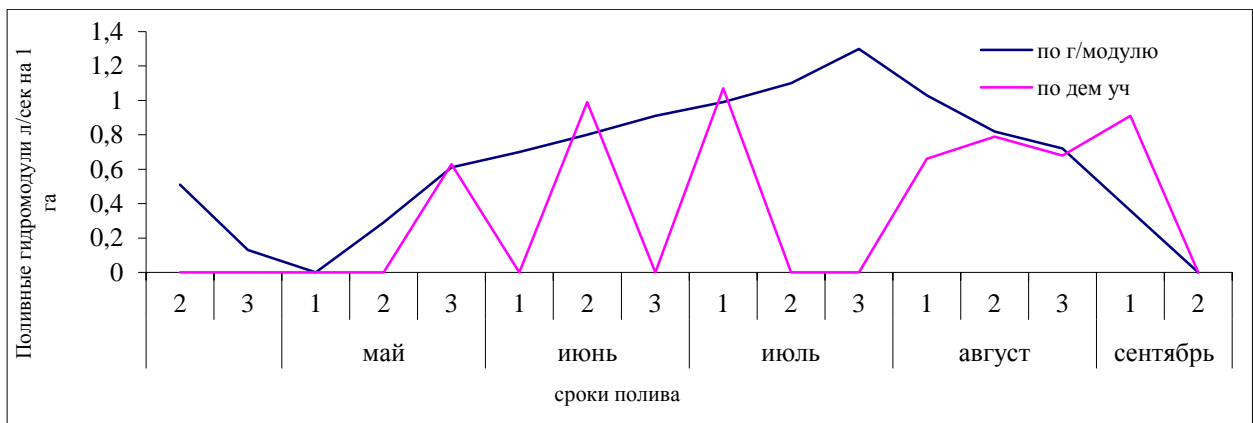


Рис.3. Сравнительная оценка режима орошения по гидромодульному районированию и по демонстрационному участку ф/х Сайед (Мухамеджанов, и др., 2008)

В настоящее время во всех водохозяйственных организациях используется подход расчета плана водопользования основанный на подаче воды постоянным током с использованием декадного гидромодуля. Его несоответствие для хозяйств с мелкими площадями видно на простом примере: декадные гидромодули составляют величины от 0,3 до 1,0 л/сек на 1 гектар, если эти величины умножить на орошаемую площадь нынешних фермерских хозяйств, например в размере 10 га, то получим величину водоподачи на поле равное – 10 л/сек. Ясно, что с таким расходом нельзя провести полив даже 1 га орошаемого поля. Известно, что для полива 10 га необходимо минимум 30-40 л/сек воды, что позволит подать 12-17 тыс. м³ воды за период 5 суток. В расчетах же декадного гидромодуля, расход воды подается постоянным током на весь период вегетации, что также противоречит потребностям фермерских хозяйств с небольшими площадями сравнительно с площадями колхозов.

На основе зависимости суммарного испарения и влажности почвы была проведена корректировка режимов орошения для различных почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий и разработана методика планирования водопользования для малых площадей фермерских хозяйств с использованием не декадного, а суточного гидромодуля, позволяющий регламентировать сроки и объемы водоподачи с учётом суммы суточного испарения и влажности почвы.

В случае малых площадей фермерских хозяйств водоподача, после окончания полива, должна прекращаться, и до следующего полива этого поля проходит около 20 и более суток. Все это время фермер не получает воду, и на это должна быть ориентирована методика планирования водоподачи для фермерских хозяйств. Все то время, которое фермер не получает воду между поливами, является межполивным периодом для фермерского хозяйства и следует обратить внимание на то, что этот **межполивной период в планах водопользования коллективного хозяйства** является частью **продолжительности полива всего хозяйства**.

При использовании декадного гидромодуля, для фермерского хозяйства, водоподача планируется на **всю декаду постоянным расходом и непрерывно**, в то время как для полива 10 гектар фактически необходимо максимум 4-5 суток. Надо сказать, что здесь не ошибка в расчетах или в самой методике. Методика правильная и расчеты вполне правильные, однако, методика не рассчитана на хозяйства с малыми площадями.

Можем ли мы методику расчета декадного гидромодуля использовать для расчета суточного гидромодуля, и что в этой системе расчета изменится. Можем и должны использовать. При сохранении общего принципа расчета изменяется один существенный показатель – **продолжительность полива**, которая должна быть рассчитана исходя из поливной нормы для размеров фермерского хозяйства (Мухамеджанов и др., 2019).

Для малых орошаемых площадей фермерских хозяйств, приведенная при расчете **декадного гидромодуля** продолжительность полива является большей частью межполивным периодом (составляющим от 15 до 20 суток или от 1296000 секунд или 1728000 секунд). Если в приведенной методике расчета гидромодуля заменить продолжительность полива от 15-20 суток на 1 сутки и разделить поливную норму на эту продолжительность полива (1 сутки = 86400 секунд), полученная величина даст нам суточный гидромодуль, который в отличии от декадного гидромодуля будет в 10 раз и более больше по своему численному значению. Таблица 2. (Мухамеджанов и др., 2019).

Таблица 2

**Расчет суточного гидромодуля
для фермерского хозяйства «Турдиали»
(Мухамеджанов и др., 2019)**

Номер полива	Поливная норма, м ³ /га		Поливной период				Гидромодуль л/сек на 1 га	
	нетто	брутто	начало	конец	межполивной период	продолжительность полива, сутки	нетто	брутто
1	799	905	12.IV	12.IV		1	9,24	10,48
2	679	816	7.V	7.V	25	1	7,85	9,44
3	579	659	5.VI	5.VI	29	1	6,70	7,62
4	549	636	22.VI	22.VI	17	1	6,35	7,36
5	371	413	13.VII	13.VII	21	1	4,29	4,78
	2976	3429						

Таким образом, расчет суточного гидромодуля (или реального расхода воды для подачи в фермерское хозяйство) сводится к следующему: во первых чтобы рассчитать расход воды в **литрах в секунду** для подачи в фермерское хозяйство при известной поливной норме необходимо опре-

делить **суточный гидромодуль**. Что такое суточный гидромодуль – это **расход воды (q л/с), обеспечивающий растение поливной нормой в течении одних суток на площади в 1 гектар**. Рекомендуемая таблица суточного гидромодуля для расчета поливного расхода воды в фермерское хозяйство основана на следующей расчетной формуле:

$$g = \frac{mf}{t} 1000 \quad (3)$$

где:

g – Суточный расход воды или суточный гидромодуль (л/с)

m – поливная норма растений (м³/га)

f – поливная площадь (га)

t – количество секунд в 1 сутках (86400)

1000 – переводной коэффициент м³ в литры.

В данном расчете неизвестными величинами являются начало каждого полива и продолжительность полива. Начало каждого полива должно определяться в зависимости от климатических условий, от изменения влажности почвы, с учетом уже известных по гидромодульному районированию показателей почвенно-мелиоративных условий.

Расход водоподачи для всего хозяйства с учетом орошаемой площади, определяется переводом суточного гидромодуля рассчитанного на один гектар, на всю орошаемую площадь хозяйства и определяется по следующей формуле.

$$Q = \frac{q \cdot F}{1000} \quad (4)$$

где:

Q – расход воды в хозяйство м³/с;

q – суточный гидромодуль л/сек на 1 га.;

F – площадь всего хозяйства, га.

В рамках проекта «ИУВР–Фергана» методика суточного планирования водопользования для фермерских хозяйств была апробирована в трех

государствах Ферганской долины в Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане. Апробация данного подхода планирования в производственных условиях подтвердила правильность принятых подходов (Мухамеджанов и др., 2019).

Заключение

Полученные результаты по изучению и оценке существующего состояния планирования водопользования, показали, что методика планирования водопользования для коллективных хозяйств (колхозов) не может быть использована для фермерских хозяйств и других водопотребителей, имеющие малые площади орошаемых земель. В результате проведённых реорганизаций водного и аграрного секторов изменились не только размеры площадей сельскохозяйственных водопотребителей, но и принцип и структура управления водными ресурсами на уровне фермерских хозяйств. Помимо новых структур в виде фермерских хозяйств появились новые структуры по поставке воды фермерам в виде Ассоциаций Водопользователей. Поэтому при разработке методики планирования водопользования на уровне фермерских хозяйств необходимо было учесть не только размеры площадей новых хозяйствующих организаций, но и новую структуру системы поставки воды и водопользования на уровне АВП. Разработанная методика планирования водопользования, на основе суточного гидро модуля, позволила рассчитать и определить расход воды для каждого водопотребителя. Вместе с тем был разработан принцип подачи воды со стороны АВП в фермерские хозяйства, договорная документация и акты приёма и передачи основанная на системе водоучёта на уровне фермерских хозяйств. Следует также отметить, что разработанная и успешно реализованная в рамках проекта ИУВР-Фергана методика планирования водопользования актуальна по сегодняшний день для всех государств Центральной Азии. Препятствием для широкого его использования являются существующие в каждой стране проблемы организационного, технического экономического и юридического аспекта.

Список использованной литературы

1. А.С. Нерозин, Сельскохозяйственные мелиорации, Ташкент, “Укитувчи”, 1980, 258 с.
2. В.М. Легостаев и М.П.Меднис, Режим орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Ташкент, "Узбекистан", ВАСХНИЛ, СоюзНИХИ, 1971, 368 с.
3. Костяков А.Н., Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960.
4. Легостаев В. М., Коньков Б. С. Мелиоративное районирование. Т., Госиздат УзССР, 1951.
5. Рыжов С.Н., Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Ташкент Изд-во АН УзССР, 1948.
6. Рыжов С.Н., Развитие и урожайность хлопчатника при различной концентрации почвенного раствора. В сб. Использование минерализованных вод на орошение. М., Колос, 1973.
7. Федоров Б. В., Агромелиоративное районирование территории зоны, орошения Средней Азии. Т., АН УзССР, 1953.
8. Ш.Ш. Мухамеджанов, Создание основ системы безвозвратного использования водных ресурсов на орошаемых землях Узбекистана, Монография, Изд. “Muharir-nashriyoti”, Ташкент, 2022.
9. Ш.Ш. Мухамеджанов, Мелиоративная гидрология и водохозяйственные расчёты, Пособие для студентов Гидрометеорологов, Ташкент, НУУз, 2022.
10. Ш. Мухамеджанов, Р. Сагдуллаев, А. Мухомеджанов, Методика расчета плана водопользования и объёма подачи воды в фермерские хозяйства, НИЦ МКВК, Ташкент, 2019.
11. Ш.Ш. Мухамеджанов, М.Г.Хорст, Н.Н.Мирзаев, Оценка требований на воду. Управление спросом. Методика и пути управления орошением сельскохозяйственных культур, ИУВР – от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии, НИЦ МКВК, 2008. с.174-186.
12. Bruinsma, J.: World Agriculture: Towards 2015/2030 An FAO Perspective London: Food and Agriculture Organization and Earthscan, 2003.
13. De Fraiture, C., Wichelns, D., Rockstrom, J., Kemp-Benedict, E., Eriyagama, N., Gordon, L. J., Hanjra, M. A., Hoogeveen, J., Huber-Lee, A., and Karlberg, L.: Looking ahead to 2050: Scenarios of alternative investment approaches, in: Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture London UK, edited by: Modlen, D., Earthscan, Colombo Sri Lanka, IWMI, 91–145, 2007.
14. Doll, P., Fiedler, K., and Zhang, J.: Global-scale analysis of river flow alterations due to water withdrawals and reservoirs, Hydrol. Earth Syst. Sci., 13, 2413–2432, doi: 10.5194/hess-13-2413-2009, 2009.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/AQUASTAT: AQUASTAT online database, available at: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dbase/index.stm> (last access: 23 December 2012), 2012.
16. Munir, A., Hanjra, M., Qureshi, E.: Global water crisis and future food security in an era of climate change, Food Policy, 35, 365–377, 2010.
17. Peachey, E. J.: The Aral Sea basin crisis and sustainable water resource management in Central Asia, Journal of Public and International Affairs, 15, 1–20, 2004.

18. Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, S., Li, J., et al.: The impacts of climate change on water resources and agriculture in China, *Nature*, 2010, 467 (7311), pp.43-51. <https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-00906665/file/Piao2010.pdf>

19. Shiklomanov, I. A.: Appraisal and assessment of world water resources, *Water Int.*, 25, 11–32, 2000.

20. Tang, Q., Oki, T., Kanae, S., and Hu, H.: Hydrological cycles change in the Yellow river basin 15 during the last half of the 20th century, *J. Climate*, 21, 1790–1806, 2008. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, *World Population Prospects: The 2010 Revision*, 2011.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz