

Стулина Г.В., Солодкий Г.Ф.

НИЦ МКВК (Ташкент)

Корректировка гидромодульного районирования, как путь водосбережения

Корректировка гидромодульного районирования (границ гидромодульных районов ГМР) и уточнение режима орошения сельскохозяйственных культур выполнена по проекту “ИУВР Фергана”, при поддержке Швейцарского агентства SDC для территории бассейна ЮФК (Южно-Ферганский канал).

Использовались средства ГИС MaspInfo, СУБД ACCESS и программа CROPWAT.

Обработка картографической информации осуществлялась программами на MapBasic в среде MapINFO. Расчет режима орошения производился по программе CROPWAT.

Откорректированные гидромодульные районы утверждены и приняты при составлении планов водопользования в БУИС.

Результаты показали, что только использование новых ГМР позволили сократить водоподачу на 20 %.

Мы рекомендуем провести гидромодульное районирование для всей орошаемой территории.

Ключевые слова: гидромодульное районирование, режим орошения, водосбережение

Введение

Для Центральной Азии с дефицитом водных ресурсов, обостренными процессами аридизации, одним из путей выживания является путь экономии водных ресурсов, основанный на совершенствовании и оптимизации водопотребления. В качестве базиса этого направления в проекте ИУВР Фергана наряду с организационным совершенствованием управления водными ресурсами путем развития гидрографического метода и широкого участия водопользователей разработан ряд технических мер, среди которых одним из ведущих является планирование водопользования и водораспределения. В соответствии с принятым набором средств проект разработал Управляющую ирригационную систему, которая с помощью компьютерных моделей позволяет получить потребности распределения водных ресурсов между водопользователями.

Учитывая, что основным водопотребителем являются в Центральной Азии орошаемые угодья, очень важно определить именно требования на воду этого сектора. Как известно, планирование и распределение воды для орошения из ирригационной системы проводится на основе гидромодульного районирования. Гидромодульное районирование это районирование территории на таксонометрические единицы (ГМР) по климатическими данным, почвенным характеристикам в сочетании с гидрогеологическими и другими природными и ирригационно-хозяйственными особенностями территории. Существующее гидромодульное районирование, относящееся к 1986 году, не учитывает значительных изменений природно-климатических и особо почвенных условий, произошедших за двадцатилетний период, трансформации почвенных разностей в связи с изменением уровня грунтовых вод, мелиоративного состояния земель. Применяя современные методы расчета

водопотребления оросительных и поливных норм, сроков и норм поливов на основе компьютерных моделей в среде ГИС была разработана методика, по которой осуществляется корректировка границ гидромодульных районов и режимов орошения для орошаемых земель, в зоне командования ЮФК (Южного Ферганского канала), Узбекистан. Оросительные нормы на каждом ГМР рассчитаны для ряда основных культур по технологии FAO (программа CROPWAT).

Обработка картографической информации осуществлялась программами на MapBasic в среде MapINFO. Для перевода картографических данных в электронный формат использовались системы ArcINFO и MapINFO.

Работа позволила предложить пользователям-практикам карту гидромодульных районов и таблицы рекомендованных сроков полива, поливных и оросительных норм по средним показателям (климата, сроков сева и др.), а также адаптированную программу расчета водопотребления, позволяющую корректировать режим орошения на сложившуюся ситуацию. Указанная методика и программный комплекс по оценке и – что очень важно – корректирующее водопотребление может быть усиленно адаптировано для других районов орошаемых земель Центральной Азии.

1. Материалы и методы

1.1 Принципы гидромодульного районирования

Гидромодульное районирование как целевая методика определения норм и режимов орошения были получены А.Н.Костяковым в работах гидромодулей частного департамента земляных угодий России (1913 г.-1915 г.) и развиты последующими работами: С.Р. Рыжов, 1948; В.М. Легостаев, Б.С. Коньков, 1950; В.Р. Шредер, 1963; М.П. Меднис, М. Пирманов. 1969, Н.Ф.Беспалов, 1971.

Районирование заключается в выделении природных поясно-высотных зон.

При этом в пределах Средней Азии выделяются три широтные зоны: северная (С), центральная (Ц) и южная (Ю), каждая из которых в свою очередь подразделяется на две подзоны: северную (I) и южную (II) С-I до 440, С-II от 42030 до 440, Ц-I от 410 до 42030; Ц-II от 39030 до 410 и Ю-I от 380 до 39030 северной широты. Кроме того, выделяются поясно высотные зоны (табл. 1).

Таблица 1

Поясно-высотные зоны

Наименование зон	Обозначение	Тип почвы
Пустыни	А А ₁	Переходные типы почвообразования Переходные к сероземам
Эфемеровые степи	Б В	Светлые сероземы Типичные сероземы
Разнотравные степи	Г	Темные сероземы

Гидромодульное районирование – это деление территории на таксонометрические единицы с целью высокоэффективного использования земельно-водных ресурсов и установления научно-обоснованных, дифференцированных режимов орошения, обеспечивающих получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

При гидромодульном районировании выделены четыре таксонометрических единицы: почвенно-климатический округ или оазис, почвенно-климатическая зона, почвенно-мелиоративная область и гидромодульный район.

Почвенно-климатический округ – часть территории республики со свойственными ему геоморфологическими, климатическими, гидрогеологическими почвенными условиями и растительностью. Почвенно-климатическая зона – часть почвенно-климатического округа с однородными метеорологическими условиями и одним типом почвообразования.

Почвенно-мелиоративная область – часть почвенно-климатической зоны с однородными гидрогеолого-мелиоративными условиями и генетической близостью почвообразовательного процесса.

Гидромодульный район – часть почвенно-мелиоративной области, характеризующаяся близкими показателями мощности почвенного покрова, механического состава, строения и сложения почвогрунта в слое аэрации, водно-физических свойств, уровня грунтовых вод, определяющими в целом размер и режим орошения сельскохозяйственных культур и ординату гидромодуля. Гидромодулем орошения названо количество воды, протекающее в одну секунду, которое должно подаваться на единицу орошаемой площади.

Таблица 2

Характеристика гидромодульных районов

Характеристика почвы	Существующий гидромодульный район
Автоморфные почвы (УГВ > 3м)	I
Маломощные (0,2 – 0,5м) среднекаменистые различного гранулометрического состава на песчанно – галечниковых отложениях и на гипсах, а также песчаные	
Среднемощные слабокаменистые различного гранулометрического состава на песчано – галечниковых отложениях и на гипсах мощные супесчаные и легкосуглинистые	II
Мощные средне – и тяжелосуглинистые и глинистые	III
Полугидроморфные почвы (УГВ2 – 3м)	IV
Мощные песчаные и супесчаные, а также мало и среднемощные различного гранулометрического состава	
Мощные легко – и среднесуглинистые однородные; тяжелосуглинистые, облегчающиеся книзу	V
Мощные тяжелосуглинистые и глинистые плотные, однородные, разные по гранулометрическому составу, слоистые по строению	VI
Гидроморфные почвы (УГВ 1 – 2м)	VII
Мощные песчаные и супесчаные, а также и среднемощные различного гранулометрического состава	
Мощные легко – и среднесуглинистые однородные; тяжелосуглинистые, облегчающиеся книзу	VIII
Мощные тяжелосуглинистые и глинистые плотные, однородные, разные по гранулометрическому составу	IX

В пределах почвенно-климатической зоны выделяются следующие почвенно-мелиоративные области:

- почвы автоморфного ряда с уровнем грунтовых вод (УГВ) 3м и более;
- почвы переходного (полугидроморфного) ряда с УГВ – 2-3 м ;
- почвы гидроморфного ряда с УГВ – 1-2 м.

В зависимости от мощности механического состава, строения и сложения почвогрунтов в слое аэрации и глубины грунтовых вод рекомендована шкала из 9 гидромодульных районов (табл.2). Это районирование учитывает различное использование растениями грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания и интенсивности увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, что определяет долю участия их в формировании урожая.

Почвы автоморфного ряда (с уровнем грунтовых вод более 3м) разделены на 3 гидромодульных района с учетом мощности почвенного покрова и механического состава. При этом суглинистые и глинистые мощные почвы объединены в один район с учетом незначительных различий в водопотреблении. Мощные песчаные и супесчаные почвы резко отличаются от мощных суглинистых и глинистых по воднофизическим свойствам, водоудерживающей способности и запасом продуктивной влаги. Как показали многолетние исследования на песчаных, а также маломощных почвах, оптимальный предел предполивной влажности выше, чем на мощных суглинистых и глинистых. В этих условиях необходимо проведение более частых поливов уменьшенными поливными нормами при более высоком расходе оросительной воды. Почвы переходного ряда (глубина грунтовых вод 2-3 м) и гидроморфного ряда (глубина грунтовых вод 1-2 м) разделены на 3 гидрофильных района каждый. При этом учитывались факторы, определяющие высоту капиллярного поднятия от грунтовых вод и её скорость. Песчаные, супесчаные, маломощные и средне-мощные почвы отличаются небольшой высотой капиллярного поднятия – не более 1 м. Однородное или облегчающееся книзу строение почвогрунтов повышает высоту капиллярного поднятия. На тяжелых резкослоистых почвогрунтах, а также суглинках, утяжеляющиеся книзу по механическому составу, высота и скорость передвижения влаги от грунтовых вод значительно меньше, чем на однородных при прочих равных условиях.

2. Результаты и обсуждение

2.1 Основные факторы изменения границ гидромодульных районов

С чем связана причина необходимости пересмотра гидромодульного районирования?

- Изменение условий природно-климатических, почвенных по сравнению с годом написания рекомендаций.
- Изменение мелиоративного состояния земель, уровня грунтовых вод, засоления.
- Введение в сельскохозяйственный оборот новых земель.
- Возможность расширить перечень культур в таблице гидромодульного районирования.
- Возможность использования современных методов расчета водопотребления, оросительных и поливных норм, сроков и норм поливов.

Учитывая, что особенности природно-хозяйственных условий, определяющие гидрографическое районирование, являются динамичными, гидромодульные зоны не могут рассматриваться как неизменные, и периодически должно проводиться их анализ и пересмотр. В качестве базиса такого пересмотра должен приниматься анализ степени изменчивости отдельных факторов.

Изменение климата. На высокую естественную климатическую изменчивость в бассейне Аральского моря накладываются различные антропогенные воздействия на климат, как глобальные (повышение концентрации парниковых газов в атмосфере), так и локальные (урбанизация, увеличение орошаемых массивов, создание водохранилищ и ирригационно-сбросовых озер, сокращение Аральского моря) (Н.А. Агальцева 2002; В.Е. Чуб, 2003).

Анализ изменений максимальных температур также показал наличие в большинстве месяцев тенденций к повышению. Летом и осенью более значимо проявляется тенденция к повышению минимальных температур, чем максимальных. Для средних значений минимальных температур можно сделать однозначный вывод об их увеличении. Наиболее значимое потепление по территории отмечено в апреле, в июне, в ноябре и декабре.

Многолетние наблюдения за температурой воздуха указывают на ее постоянный рост (рис. 1). В целом, наблюдения за период 1991-2015 гг. показывают, что данный тренд температуры сохраняется в регионе. В последнее десятилетие зимние месяцы внесли большой вклад в процесс потепления. К примеру, среднедекадная температура зимой была выше нормы по всей территории, с повышением температуры на 1,2 - 1,5 °С в некоторых районах.

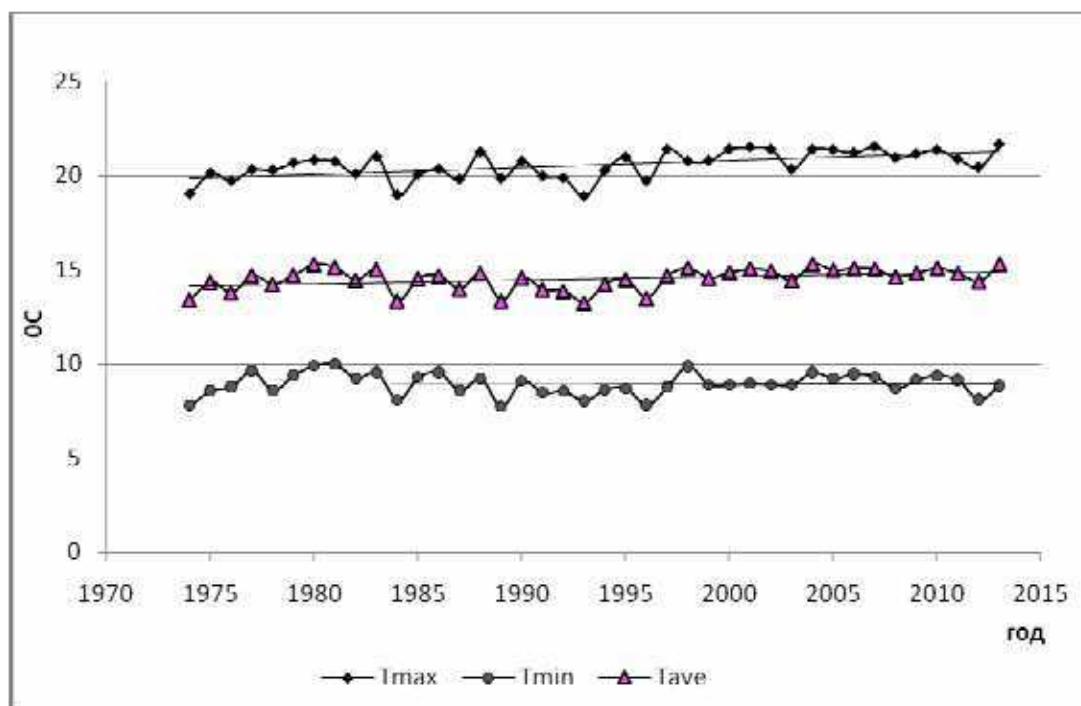


Рисунок 1 - Изменение среднегодовых температур, метеостанция “Фергана”.

Данные наблюдений за годовыми суммами осадков показывают некоторое увеличение осадков по равнинной территории. Для предгорной и горной территории характерно наличие отдельных очагов увеличения и уменьшения осадков. Тенденции изменения сумм осадков за холодное полугодие практически совпадают с тенденциями

изменения годовых сумм, поскольку основной вклад в годовую сумму осадков по территории вносят осадки холодного полугодия. Средние годовые суммы осадков выше базовых норм уже в предгорной и горной частях региона.

Для осеннего и летнего сезонов отмечено увеличение потенциально возможного испарения. На рисунке 1 показан тренд увеличения температуры за последние 45 лет по метеостанции “Фергана”, являющейся репрезентативной для значительной части Ферганской области.

На основании анализа климатических показателей можно сделать следующие выводы: на территории региона отмечается усиление засушливости климата; более четкие тенденции к росту засушливости климата прослеживаются летом и осенью при сохранении высокой изменчивости во времени; наибольший вклад в годовой тренд роста засушливости вносит летний сезон; выявленные изменения оказывают влияние на интенсификацию происходящих в регионе процессов деградации земель.

Изменение мелиоративного состояния земель, уровня грунтовых вод

Изучение уровня грунтовых вод, их минерализации на основе данных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций показывает, что изменения этих параметров произошли во всех районах Узбекистана. Нельзя однозначно сказать, что по всей территории наблюдается подъем грунтовых вод или наоборот их заглубление. Но везде, так или иначе происходят изменения. С одной стороны, выход из строя дренажных систем привел к подъему уровня грунтовых вод, но лимитированная подача оросительной воды способствовала снижению уровня грунтовых вод. Значительные изменения в региональном масштабе вызвали построенные водохранилища, являющиеся источником подпитки грунтовых вод.

Рассмотрим для примера изменение мелиоративного состояния земель Ферганской области. Проведенный анализ уровня грунтовых вод показал их изменение, увеличение площадей с уровнем грунтовых вод 1-2 м, 3-5 м и снижение площадей с уровнем 2-3 м и более 5 м (рис.2).

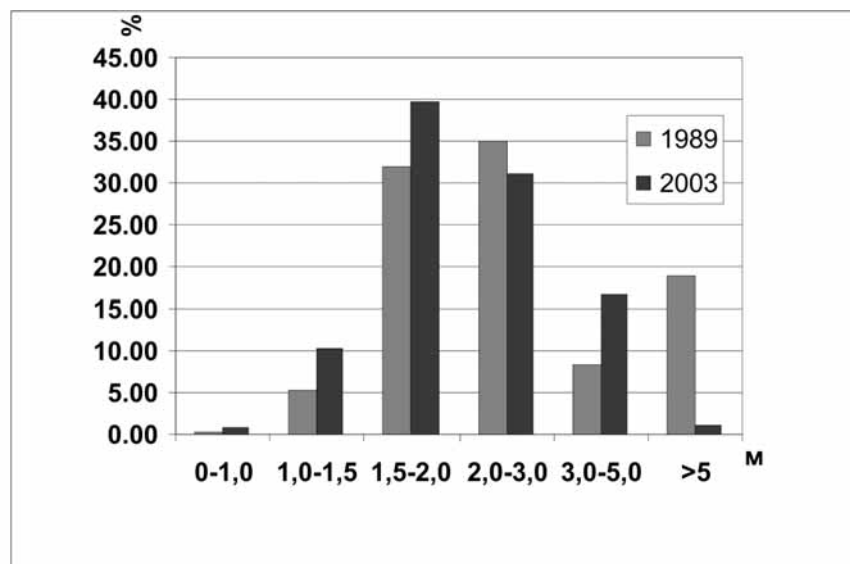


Рисунок 2 - Изменение уровня грунтовых вод, Ферганская область, Узбекистан

Уровень грунтовых вод определяет объем дополнительной воды, поступающей в корнеобитаемый слой помимо оросительной нормы полива, но одновременно он влияет на увеличение или уменьшение соленакопления в зоне аэраций. Недоучет этой

составляющей может вызвать переполив, излишние затраты воды и, самое негативное последствие - вторичное засоление почв.

2.2 Построение карты гидромодульных районов

Гидромодульное районирование было откорректировано на новые условия, с использованием картографической основы областной и районной (масштаб 1:200 000 ; 1:100 000; 1:50 000).

Работа с такой основой позволяет уточнить территориальное расположение гидромодульных районов и откорректировать таблицу, рекомендованных режимов орошения. Под гидромодульным районом в этой работе подразумеваются участки территории, характеризующиеся стабильным уровнем грунтовых вод и идентичным почвенным составом. Гидромодульное районирование или построение карты гидромодульных районов проводилось путем наложения системе ГИС двух картографических слоев: почва и уровень грунтовых вод.

Экспликация к почвенным картам содержит не только название типов почв, но и результаты анализов гранулометрического состава, содержание почвенных гранулометрических фракций. Такой детальный исходный материал был необходим для обеспечения программы информацией по гранулометрическому составу почв для перехода от классификации Качинского, принятой в нашей практике, к классификации ФАО. Пересчет фракций проводился по специально написанной для этой цели программе.

Новая почвенная карта была построена в масштабе 1: 200 000, достаточном для описания территории в 100 тыс. га.

Следующим шагом является детализация гидромодульного районирования в связи с реструктуризацией хозяйств, формированием фермерских хозяйств и организацией АВП. Так как заявки на воду поступают от фермеров, они совместно с гидротехником и агрономом АВП составляют таблицу, в которой по каждому отводу в АВП указать подвешенную на него площадь с делением её на ГМР. Затем, каждый гидромодульный район, в свою очередь, делится на площади под каждой конкретной культурой. Эти таблицы должны явиться исходными для обобщения и суммирования площадей ГМР по каналу в привязке к структуре посева.

План водопользования формируется первоначально фермерами на уровне АВП на основе распределения площадей по гидромодульным районам. Такая детализация требует работы на основе 1:10 000, 1:25 000

Сопоставление с данными, используемыми для расчета гидромодуля в настоящее время и откорректированными нами на современное состояние территории показывает, что между ними существуют различия (табл. 3).

Таблица 3

Изменение гидромодульных районов, Ферганская часть ЮФК

Уровень грунтовых вод,м	>3		2-3		1-2
Гидромодульный район					
1	-691.82	4	+2283.01	7	+2894.49
2	-18192.29	5	+8490.92	8	+14224.46
3	-14095.58	6	+2071.08	9	+3015.73
Итого	-32979.69		+12845.01		+20134.68

Произошло уменьшение суммарной площади гидромодульных районов 1,2 и 3 на 33 тыс.га и увеличение суммарной площади 4,5,6 районов на 13 тыс. га, 7,8,9 на 20 тыс. га.

На рис. 3 показана аналогичная закономерность для отдельных АВП. Основная причина данных изменений заключается в подъеме грунтовых вод и перехода земель из одной группы ГМР в другие. Составлены карты гидромодульного районирования для каждого АВП.

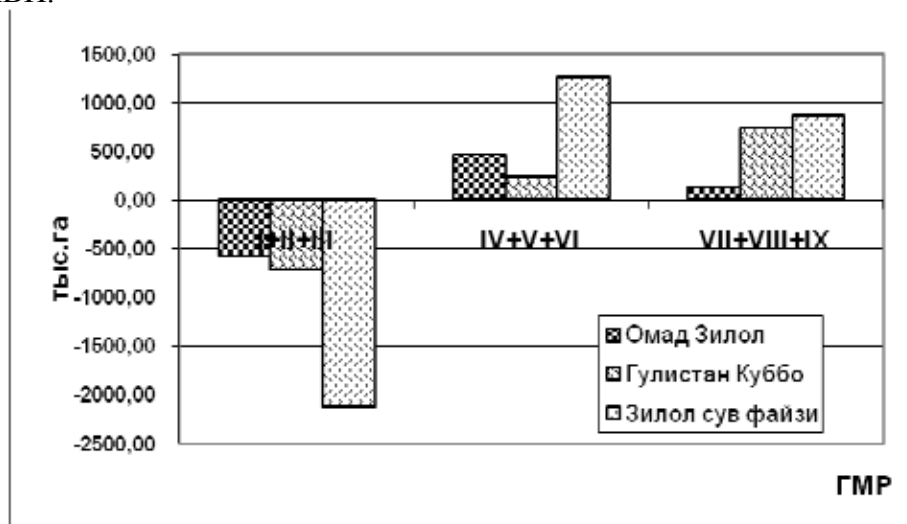


Рисунок 3 - Изменение площадей гидромодульных районов в АВП

2.3 Расчет режима орошения

Оросительные нормы на каждом ГМР рассчитывались для ряда основных культур по технологии FAO (программа CROPWAT).

Методология ФАО использована в программе CROPWAT 7.1 (и в русской версии программы CROPWAT 7.0).

Для перевода картографических данных в электронный формат использовались системы ArcINFO и MapINFO. Использование ArcINFO обусловлено наличием ГИС ArcInfo и подготовленных специалистов ArcINFO по вводу картографической информации и представления ее в инвариантном формате Shape-файлов. Система MapINFO применялась из-за входящей в нее развитой системы программирования MapBSIC, необходимой для решения задач наложения Shape-файлов.

Фактическая водоподача в 2008 году рассчитанная по новому гидромодульному районированию составила 643 млн.м3 (рис 4), то есть на 400 млн.м3 меньше, чем в 2003 году. Тот факт, что средняя урожайность сельхозкультур в 2008 г. не упала, продуктивность воды была высокая, говорит о том, что водозабор, соответствующий рассчитанному по новому ГМР не был лимитирующим фактором.

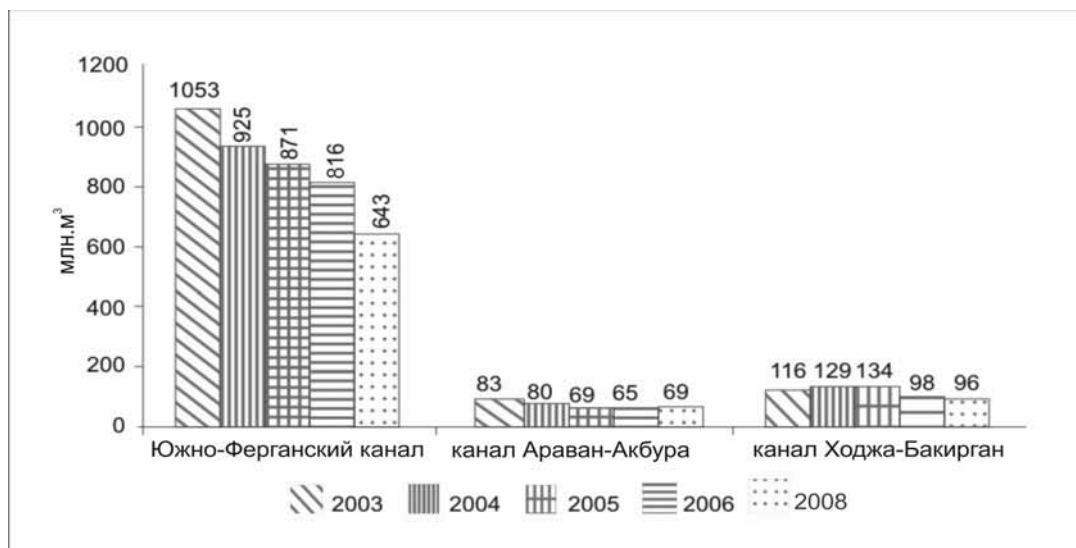


Рисунок 4 – Сопоставление старого и нового ГМР по ЮФМК за 2008 год

Сравнение между нормами по бассейновым участкам канала показаны на рис.5. Наибольшая разница между старым и новым ГМР получена для участка “Полвонтош”, К-1 и Аравон. Наименьшая для Бешомий и Акбарабад.

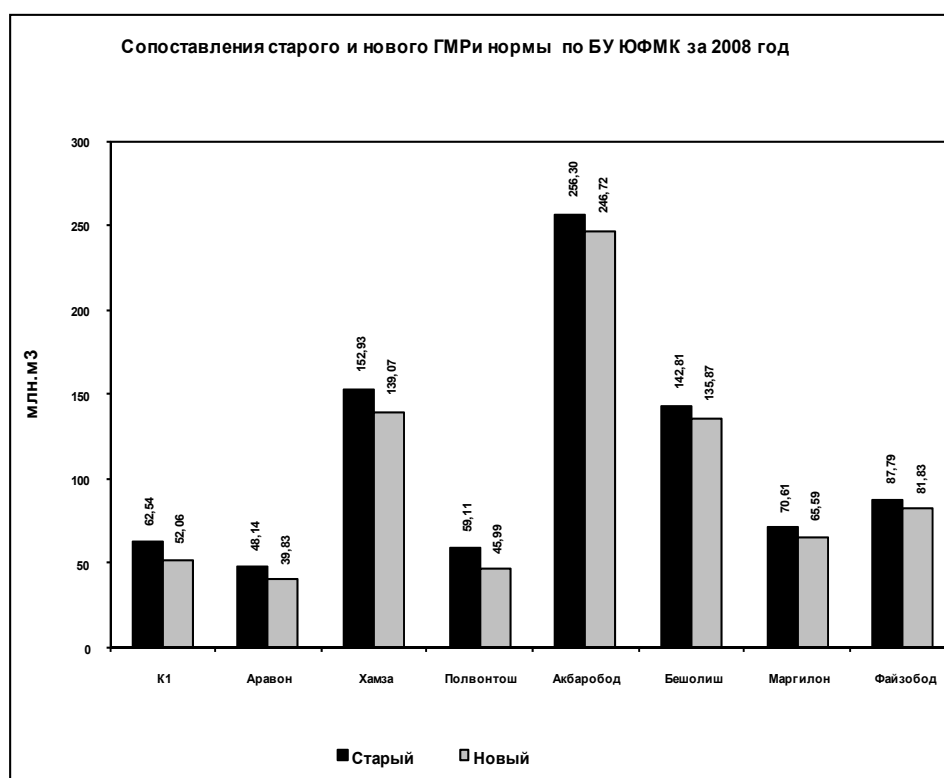


Рисунок 5 - Сопоставление старого и нового ГМР и нормы по ЮФМК за 2008 год

Выводы

Выполненная работа позволила уточнить границы гидромодульных районов по территории, подвешенной на каналы ЮФК и составить карту гидромодульных районов для практического применения.

Приведенная методика использования созданного программного продукта позволила уточнить резервы всей будущей водоподачи, выработать соответствующие нормы поливов, в результате чего достигнуто значительное снижение расчетного водопотребления. Более того, продемонстрирована возможность и необходимость ежегодно уточнять режимы орошения на основе представленной методики с учетом того, что отличие реальных лет от среднемноголетних показателей составляет в отдельные годы до 20 % по величине и срокам увлажнения.

Литература

1. Рыжов С.Р. Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1948.
2. Легостаев В.М., Коньков Б.С. Мелиоративное районирование. Госиздат УзССР. Ташкент, 1950.
3. Шредер. В.Р. О поливной норме. Хлопководство, № 2, 1963.
4. Меднис М.П., Пирманов. М.О. поливных нормах на засоленных землях Каракалпакской АССР. Хлопководство, № 1, 1969.
5. Беспалов Н.Ф. Режимы орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Изд-во “Узбекистан”, Ташкент, 1971.
6. Агалыцева Н.А. Оценка влияния климатических изменений на располагаемые водные ресурсы в бассейне Аральского моря, “Диалог о воде и климате: исследование случая бассейна Аральского моря”, Ташкент, 2002.
7. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан, диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук, Ташкент, 2003.

Galina V. Stulina
Georgiy F. Solodkiy

SIC ICWC (Tashkent)

CORRECTION OF HYDROMODULE ZONING AS A WAY FOR WATER CONSERVATION

Correction of hydromodule zoning (borders of hydromodule zones (HMZ)) and improvement of irrigation scheduling were made for the South Fergana Canal (SFC) basin under the “IWRM-Fergana” project supported by the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC).

GIS MapsInfo, MSDB ACCESS, and CROPWAT programs were applied.

Mapping information was processed by MapBasic programs in MapINFO. Irrigation schedules were calculated by the CROPWAT program.

The corrected hydromodule zones were adopted and used when developing the water use plans in the Basin Irrigation System Administration (BISA).

The results showed that the use of corrected HMZs only allowed decreasing water delivery by 20%.

Thus, we recommend update hydromodule zoning for the whole irrigated area.

Key words: hydromodule zoning, irrigation regime, water conservation