



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
МЕЛИОРАЦИИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ДЕПАРТАМЕНТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И МЕЛИОРАЦИИ

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДИАЛОГ ПО ВОДНОЙ ПОЛИТИКЕ В
КЫРГЫЗСТАНЕ
В СФЕРЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КЫРГЫЗСТАНЕ

март 2015 г.



This project is funded by the EU



СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и условные обозначения	3
Предисловие	3
I. Краткий обзор современной ситуации в Кыргызстане	5
1. География и климат	5
2. Население и трудовые ресурсы	7
3. Земельные ресурсы	8
4. Водные ресурсы	
II. Характеристика современного состояния аграрного сектора Кыргызстана	13
1. Роль и вклад аграрного сектора в национальной экономике	13
2. Обзор современного состояния подсектора растениеводства	16
III. Характеристика современного состояния ирригационного сектора Кыргызстана	20
1. Состав инфраструктуры и субъектов водных отношений в ирригационном секторе	20
2. Характеристика предшествующих инвестиций в ирригационный сектор	23
3. Оценка потенциала рационального использования водных ресурсов в ирригационном секторе Кыргызстана	26
IV. Опыт и уроки использования различных способов полива в Кыргызстане	29
1. Вводная историческая справка	29
2. Обобщение опыта применения различных способов полива в Кыргызстане	34
V. Обобщение международного опыта развития передовых технологий полива сельскохозяйственных культур	42
1. Введение	42
2. Обзор современных передовых и эффективных технологий орошения	44
3. Сравнение эффективности передовых технологий полива	
Резюме	59

Принятые сокращения и условные обозначения

АВП	Ассоциация водопользователей
АРИС	Агентство развития и инвестирования сообществ КР
ВБ	Всемирный Банк
ВВП	Внутренний валовый продукт
ВЕКЦА	Государства Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии
ВНИИКАМС	Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации мелиоративных систем
ГСМ	Горюче-смазочные материалы
GEF/ГЭФ	Глобальный Экологический Фонд
GIZ	Германское Общество по международному сотрудничеству
ДВХиМ	Департамент водного хозяйства и мелиорации при Министерстве сельского хозяйства и мелиорации КР
ЕврАзЭС	Евразийский экономический союз
ЕС	Европейский Союз
ИУВР	Интегрированное управление водными ресурсами
КР	Кыргызская Республика
КС	Координационный совет
КЕС	Комиссия Европейского Союза по продовольственной безопасности
КиргНИИВХ	Киргизский научно-исследовательский институт водного хозяйства
КНИИЗ	Кыргызский научно-исследовательский институт земледелия
КНИИРИ	Кыргызский научно-исследовательский институт ирригации
КСХИ	Кыргызский сельскохозяйственный институт
КПД	Коэффициент полезного действия
МИС	Машиноиспытательная станция
МКИД	Международная комиссия по ирригации и дренажу
МСУ	Местное самоуправление
МСХиМ КР	Министерство сельского хозяйства и мелиорации КР
МФСА	Международный фонд спасения Арала
НИИ	Научно-исследовательский институт
НДВП	Национальный диалог по водной политике
Нацстатком КР	Национальный статистический Комитет КР
ООН	Организация Объединенных Наций
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПВО	Проект «Внутрихозяйственное орошение» ВБ
ПГИ	Программа государственных инвестиций КР
ПИУ	Плата за ирригационные услуги по поставке воды
ПРООН	Программа Развития ООН
ПУУВР	Проект «Улучшение управления водными ресурсами» ВБ
САВП	Союз ассоциаций водопользователей
СКС	Сельская консультационная служба
СООППВ	Сельское общественное объединение потребителей питьевой воды
СНиП	Строительные нормы и правила
SDC	Швейцарское агентство по развитию и сотрудничеству
УЭиТО	Управление, эксплуатация и техническое обслуживание
ФАВП	Федерация ассоциаций водопользователей

ФАО	Организация ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства
ШОС	Шанхайская организация сотрудничества
ЦОК	Центр обучения, консультаций и инвестиций
ЦКА	Центр конкурентоспособности агробизнеса
ЦРТ	Цели Развития Тысячелетия
ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде

Предисловие

Настоящий доклад подготовлен в рамках Водного инициатива Европейского Союза и Национального диалога по водной политике в Кыргызстане при поддержке со стороны Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).

Основанием для проведения работ послужило поручение Правительства Кыргызстана о необходимости проведения комплекса мероприятий, направленных на совершенствование технологий орошения и внедрение эффективных методов полива сельскохозяйственных культур, в том числе капельного орошения.

Доклад содержит обзор современного состояния аграрного и ирригационного секторов Кыргызстана, анализ опыта применения различных способов полива в республике. Эти разделы подготовлены К. Валентини на основе обобщения материалов, содержащихся в отчетах национальных экспертов В. Гутника, А.Атаканова, П.Жоошева и Г.Аджыгуловой. Раздел, содержащий обобщение международного опыта развития передовых технологий полива сельскохозяйственных культур был подготовлен консультантом ЕЭК ООН Яковом Львом. Рекомендации по внедрению прогрессивных технологий полива в Кыргызстане были разработаны совместно национальными экспертами и международным консультантом. Координация работ экспертов и консультантов проекта осуществлялась Э.Оролбаевым. Со стороны ЕЭК ООН общее руководство выполнял Пеэп Мардисте.

Ожидается, что основные выводы, содержащиеся в докладе, могут быть использованы при планировании действий по внедрению прогрессивных технологий полива сельскохозяйственных культур в Кыргызстане.

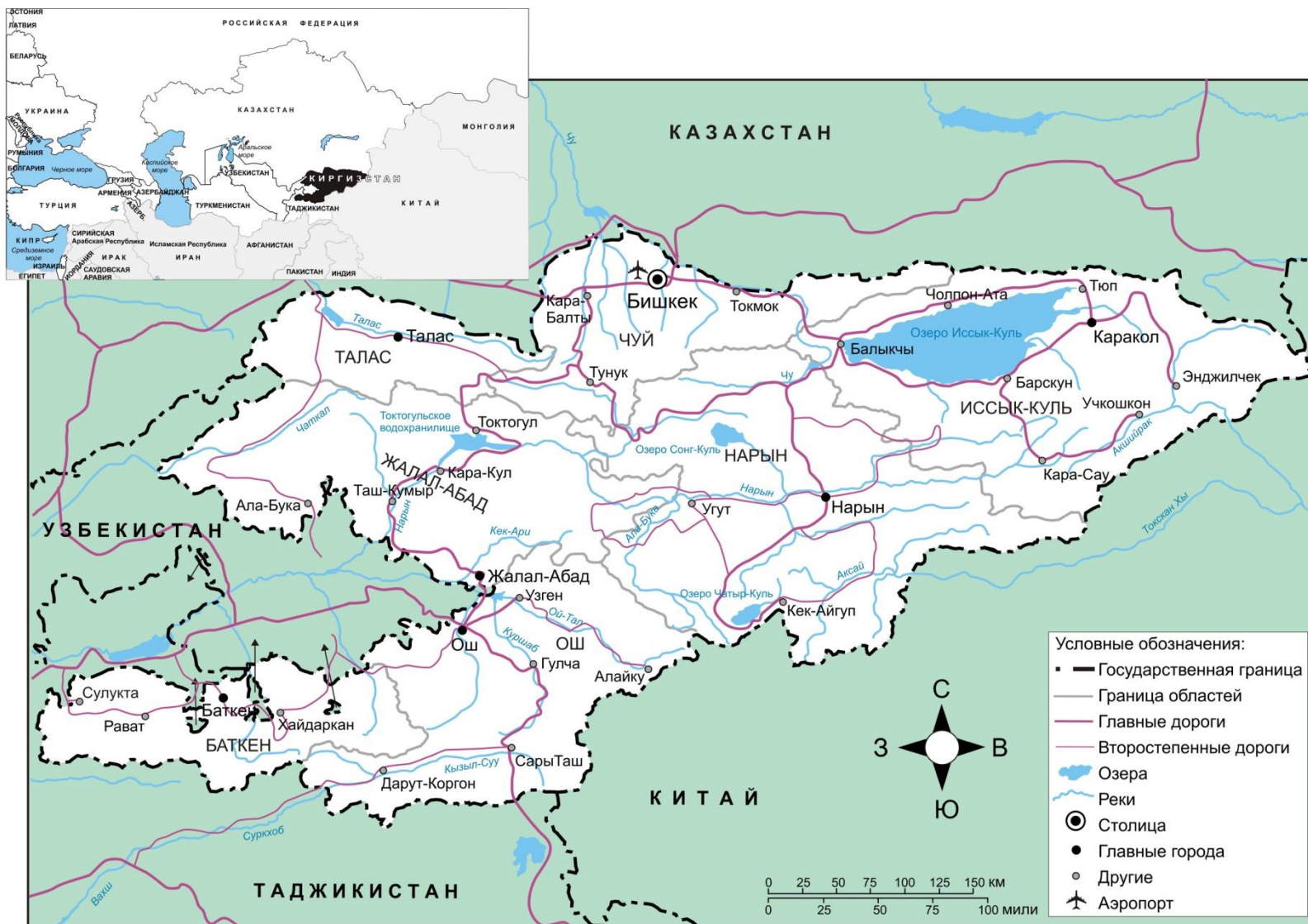


Рис. 1. Карта Кыргызстана

Источник : Картографическая секция ООН, 2009.

I. Краткий обзор современной ситуации в Кыргызстане

1. География и климат

Кыргызская Республика (Кыргызстан, КР) расположена на северо-востоке Центральной Азии. Ее территория занимает площадь свыше 0,199 млн. км². Протяженность территории с запада на восток – 900 км, с севера на юг – 450 км. Кыргызстан имеет общие границы с Республикой Казахстан, Китайской Народной Республикой, Республикой Таджикистан и Узбекской Республикой (Рис. 1).

Рельеф Кыргызстана преимущественно горный. Средняя высота территории страны над уровнем моря 2750 м, наибольшая высота - 7439 м (Пик Победы), наименьшая - 394 м (на юго-западе республики). Горные хребты занимают около четверти территории и простираются параллельными цепями, в основном, в широтном направлении. Около 94% территории страны расположено на отметках свыше 1000 м над уровнем моря и лишь 20% территории относится к районам с условиями сравнительно комфортного проживания. В этой зоне постоянно проживает подавляющая часть населения и здесь же, в основном, сосредоточена хозяйственная деятельность.

Положение Кыргызстана в центре Евразии, удалённость от океанов и морей, а также соседство пустынь определяют формирование континентального засушливого климата с чётко выраженными временами года. Большая часть территории Республики располагается в поясе умеренного климата, лишь южные районы находятся в поясе субтропического климата. Средние показатели температуры: январь от — 1 °С до — 8 °С, в долинах и до — 27 °С, в высокогорье; июль — от + 20 °С до + 27 °С в долинах и до + 5 °С в высокогорье. Осадков выпадает от 180 мм в год на востоке до 1000 мм на юго-западе.

2. Население и трудовые ресурсы

По данным Национального статистического Комитета (Нацстаткома КР) на октябрь 2014 г. численность населения Кыргызстана составляла 5,863 млн. человек. Плотность населения – около 29 чел/км². В сельской местности проживает примерно 66% населения. Экономически активное население в сельской местности составляет 1,6 млн. человек, из них занятое 1,5 млн. человек, или 94%. В общей численности занятого населения доля работников предприятий и учреждений составляет 31 %. В фермерских хозяйствах работают 21,5 % от общего числа занятых, в сфере индивидуальной предпринимательской деятельности - 14,5%. В личных подсобных хозяйствах работают 147,7 тыс. человек. Сельское население проживает в 440 аильных округах, включающих 1871 село.

Уровень занятости населения Кыргызстана в целом составляет около 60 %. Общее число официально зарегистрированных безработных в стране - 210 тыс. человек, в том числе 102,9 тыс. человек в сельской местности. По данным Министерства труда, миграции и молодежи КР, число занятых на внешнем рынке труда ныне составляет 591,6 тыс. человек или 25,9 % к общему числу занятых. Всего же, согласно данным сборника «О статистике миграции в Кыргызстане» (апрель 2014г.), за период с 1991 по 2013 г.г. внешняя миграция населения КР составила 0,73 млн. человек, из них 81% - лица трудоспособного возраста. Основные направления миграционных потоков – это Российская Федерация и Казахстан. Отток граждан Кыргызстана, в том числе коренного населения в последние годы всё более приобретает характер не трудовой миграции, а безвозвратного экспорта населения. Влияние миграционных процессов на макроэкономические показатели КР подтверждаются данными статистики: из всех доходов населения Республики 30% составляют денежные переводы от мигрантов.

Оценки Нацстаткома КР («Кыргызстан в цифрах», 2014) и Всемирного Банка на конец 2014 г. свидетельствуют, что 37-38% населения Республики ныне проживают за чертой бедности, в том числе 72% сельского населения. По данным за январь-октябрь 2014 г., средняя заработная плата в целом по Кыргызстану составила 11, 984 тыс. сомов (без учета малых предприятий), в то время как в сельском хозяйстве она не превышает 3,347 тыс.сомов. Для сравнения: минимальная потребительская корзина за третий квартал 2014 г. в Кыргызстане составила 4, 958 тыс.сомов, а величина прожиточного минимума - 5,011тыс. сомов¹. Следует отметить, что в Постановлении Правительства КР от 14.08.2014 г. №469 «О прогнозе социально-экономического развития КР на 2015 г. и 2016-2017 годы» был предусмотрен ежегодный рост номинального ВВП на 6-7% и последовательное увеличение реальных доходов населения от 1.2 до 4.7%/год. При этом темпы роста производства в аграрном секторе ожидалось на уровне 2-3%/год. Указанные показатели намечалось достигнуть при следующих благоприятных внешних факторах воздействия:

- политической стабильности в регионе и странах – основных торговых партнерах КР;
- постепенном укреплении мировой экономики с прогнозируемым ростом до 4 %;
- прогнозируемом экономическим ростом в соседних государствах – России (2%), Казахстане (7,1 %), Китае (7,3 %);
- умеренном росте инфляции в странах - основных торговых партнерах КР: в России (4,5-5,5 %), Казахстане (6,0-8,0 %), Китае (3,0 %);
- расширении внешнеэкономического сотрудничества в рамках Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) и ЕврАзЭС;
- прогнозируемой стабилизации мировых цен на нефть на уровне 100-105 долларов за баррель;
- укреплении мировых тенденций роста инвестиций в инновационные технологии.

Однако, ряд известных политических событий, произошедших в мире в течение 2014 г., повлек за собой существенное изменение ранее сложившихся мировых экономических трендов, и негативно отразились на социально-экономическом развитии стран Центральной Азии, в том числе и Кыргызстана. В связи с этим уместно ожидать, что ранее разработанные краткосрочные прогнозы развития КР, в том числе ожидаемые объемы инвестиций на цели развития национального аграрного сектора, будут пересмотрены на основе более умеренных показателей.

3. Земельные ресурсы

Согласно официальных данных Департамента кадастра и регистрации прав на недвижимое имущество КР, общая площадь земель в пределах государственных границ Республики составляет 19,995 млн. гектаров. Сводные данные о современном распределении земельных ресурсов Республики по категориям земель представлено в Приложении 1.

Распределение земельных ресурсов по данным сборника Нацстаткома КР «Кыргызстан в цифрах» (2014 г.) приведено на рис.2.

¹ Примечание: В соответствии со структурой прожиточного минимума, утвержденной Постановлением Правительства КР № 694 от 06.11.2009г., доля продовольственных товаров составляет 65%, непродовольственных товаров – 16%, услуг – 17% и налогов – 2%.

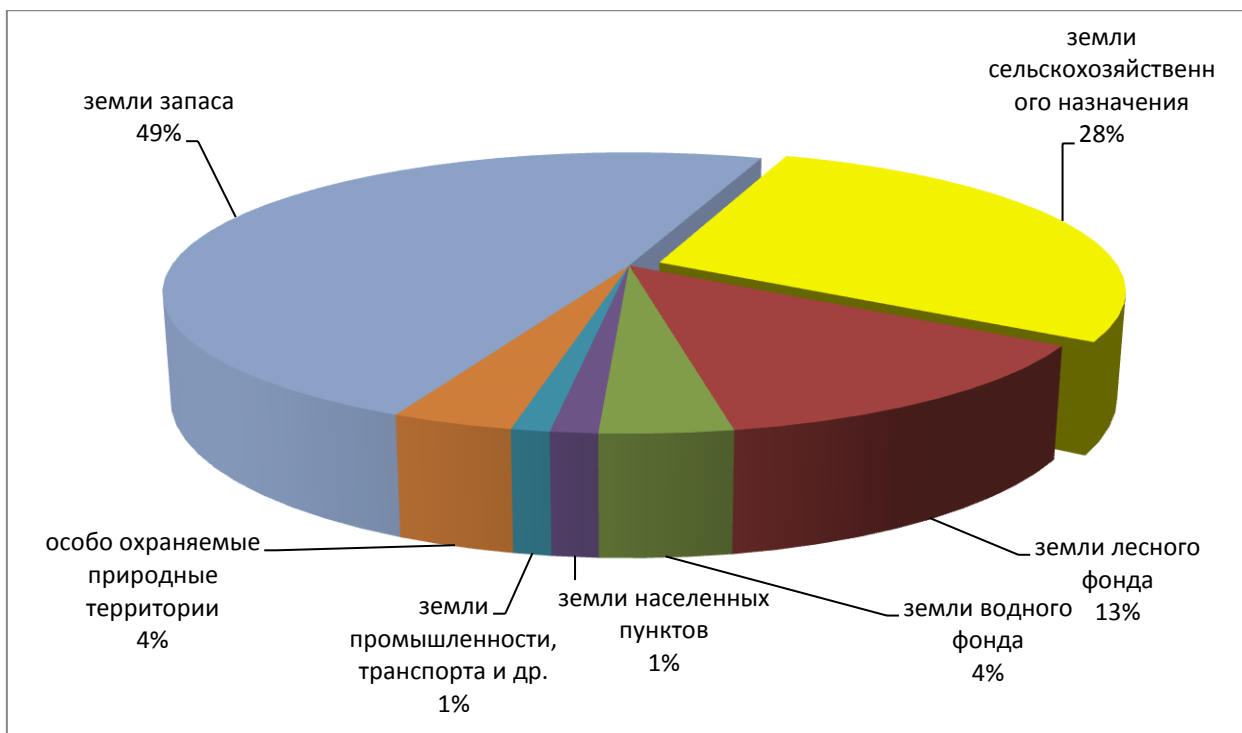


Рис.2. Распределение земельных ресурсов Кыргызской Республики по категориям земель

Сводные данные о распределении земельного фонда Кыргызской Республики по видам сельскохозяйственных угодий представлены в Приложении 2 к настоящему отчету. Из общей площади земель сельскохозяйственного назначения 1,064 млн.га находится в частной собственности и 4,611 млн. га – в государственной собственности. Общая площадь угодий, относящихся к различным категориям земель в Республике и пригодных для сельскохозяйственного освоения составляет около 10,8 млн.га, из которых примерно 9 млн. га могут потенциально использоваться, как пастбища и около 1,5 млн. га - как пашня. Пастбищные ресурсы и естественные сенокосы занимают около 50% общей территории страны или около 90% всех сельскохозяйственных угодий. Фактически в Кыргызстане освоено около 1.28 млн.га пахотных земель или 7% от общей площади. Однако, согласно данным сборника Нацстаткома КР «О состоянии сельского хозяйства Кыргызской Республики в 2009-2013 гг.», вся посевная пахотная площадь, занятая сельскохозяйственными культурами в 2013г., составила 1170,4 тыс.га, незначительно увеличившись на 0,3 процента по сравнению с 2009г. Средний размер пашни в крестьянском (фермерском) хозяйстве в Кыргызстане составляет всего 2,7 га, в том числе поливной пашни 1,9 га.

Современная структура закрепления пахотных земель за хозяйствующими субъектами представлена на Рис. 3.

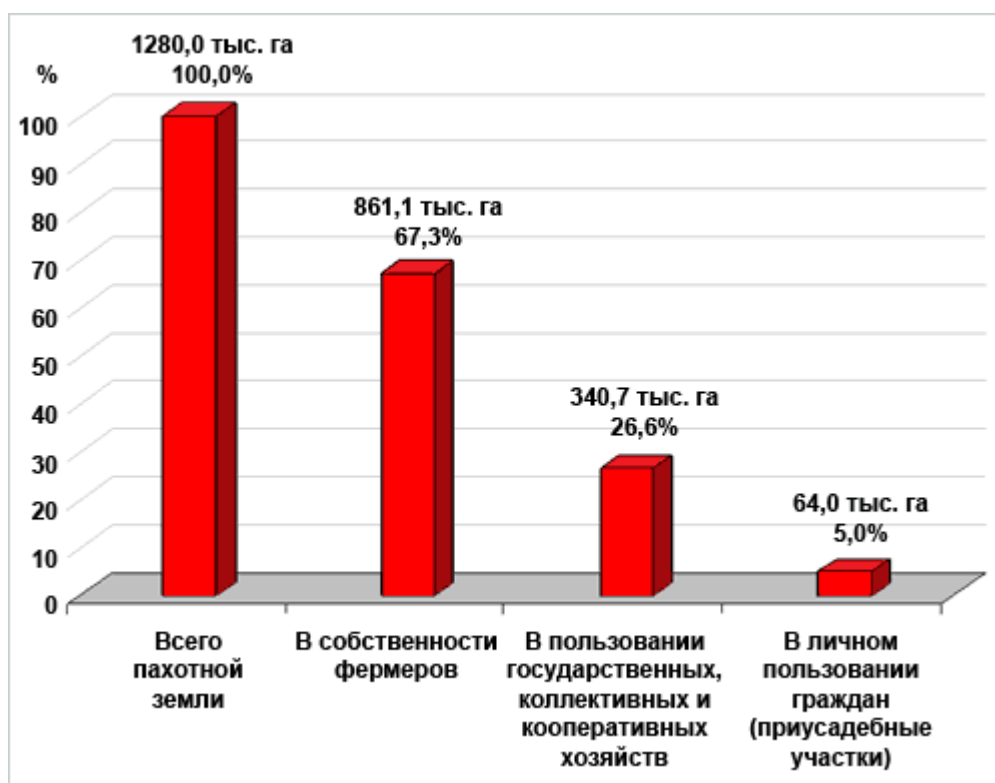


Рис.3. Распределение пахотной земли за хозяйствующими субъектами в сельском хозяйстве (в тыс. га и %)

К настоящему времени в Кыргызстане освоено 1,035 млн. га орошаемых земель, то есть, ныне использование более 70 % от общей площади пахотных земель зависит от орошения. Орошаемые земли дают более 90 % продукции земледелия, и относятся к стратегическим природным ресурсам Республики. Согласно различным экспертным оценкам, в перспективе площадь орошаемых земель в Кыргызстане может быть увеличена до 1,5-2,3 млн. га. Впрочем, разработка подобных прогнозов, как правило, не сопровождается обоснованием возможности дополнительного привлечения водных ресурсов порядка 2-6 км³/год для орошения этих земель. Поэтому в «Национальной стратегии устойчивого развития КР на 2013-2017 гг.», утвержденной Указом Президента КР от 21.01.2013г., предусмотрено весьма ограниченное освоение новых орошаемых площадей порядка 50 тыс. га в краткосрочной перспективе. Однако возможность реализации даже этой задачи ныне представляется весьма сомнительной, исходя из ухудшения макроэкономической ситуации в стране.

Продуктивность сектора растениеводства существенно зависит от качества земельных ресурсов. Сохраняющаяся тенденция деградации земель ныне является серьезной социально-экономической и экологической проблемой Республики. По данным Госрегистра КР, к концу 2013 года дифференциация деградированных земель сельскохозяйственного назначения сложилась следующим образом: засоленные земли - 1180,8 тыс. га; солонцеватые - 471,2; заболоченные - 118,6; каменистые - 4 021,2; подверженные ветровой эрозии - 5689,8; подверженные водной эрозии - 5626,8 тыс.га. Из общей площади орошаемых земель в той или иной степени засоленными ныне являются 220,0 тыс.га; солонцеватыми - 81,8; заболоченными - 33,1; каменистыми - 196,1; подверженными ветровой эрозии - 651,1; подверженными водной эрозии - 764,8 тыс.га. На солончаках и солонцах уже практически невозможно получить какой-либо урожай. В пределах территории Республики площадь орошаемых земель в предгорных зонах,

подвергающихся ирригационной и ветровой эрозии, составляет более 700 тыс.га. В целом, в настоящее время в Республике из общей площади орошаемых земель в хорошем состоянии находится 864,5 тыс. га, в удовлетворительном - 61,8 тыс. га, в неудовлетворительном - 96,7 тыс. га, в том числе по причине близкого залегания грунтовых вод - 38,0 тыс. га, засоления почв - 51,4 тыс. га и в комплексе близкого залегания грунтовых вод и засоления - 7,3 тыс.га. Количество мелиоративно неблагоприятных земель составляет 96,7 тыс. га, 23,4 тыс. га орошаемых земель подвержено зарастанию камышом, всего подтоплено 215 населенных пунктов.

Продолжается снижение основного показателя плодородия земель - гумуса в результате выноса его эрозией и невнесения необходимых доз органических удобрений. Вынос гумуса растениями из пахотного горизонта, по различным оценкам, составляет от 20 до 45%. Реальные потери урожая сельскохозяйственных культур на истощенных, подтопленных, засоленных и солонцеватых почвах составляют от 10-20 до 70-80 %.

4. Водные ресурсы

По совокупности современных оценок суммарные запасы водных ресурсов Кыргызстана (Рис. 4) составляют около 2458 км³, включая 650 км³ воды в ледниках; 1745 км³ в озерах, а также 13 км³ потенциальных запасов подземных вод и от 44,5 до 51,9 км³ ежегодного речного стока. По удельным показателям запасов водных ресурсов на душу населения республика занимает второе место в Центральной Азии.

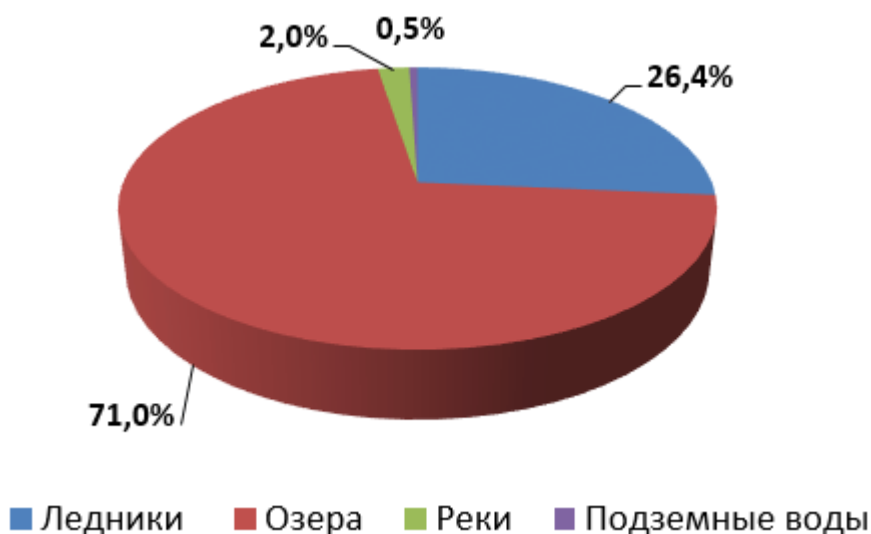


Рис.4. Водные ресурсы Кыргызстана

Общая площадь ледников составляет более 8 тыс. км² или 4,2 % территории страны. Запасы пресной воды в горных ледниках в последние десятилетия перманентно сокращаются вследствие процессов глобального потепления климата. Наиболее значительные запасы пресных и слабозасоленных водных ресурсов, сосредоточены в озерах, преимущественно в озере Иссык-Куль. На территории Республики насчитывается более 3500 рек, принадлежащих к крупным водным бассейнам рек Сырдарья, Амударья, Чу, Талас, Или, Тарим и озера Иссык-Куль. Хотя подавляющее большинство поверхностных вод формируется на территории страны, не более четверти речного стока ежегодно используется для нужд внутреннего водопотребления, остальная его часть поступает на территории сопредельных государств. Среднегодовое количество осадков

возвратных вод изучены слабо и примерно оцениваются в $3\text{ км}^3/\text{год}$. Объемы коллекторно-дренажных вод оцениваются, как незначительные и не превышают $1,3\text{ км}^3/\text{год}$. Ежегодный объем сточных вод составляет $0,71\text{--}1,02\text{ км}^3/\text{год}$ (без учета сбросов сточных вод из децентрализованных систем водоотведения в сельской местности). На территории страны выявлено 106 месторождений пресных подземных вод, из которых 20 используются для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Ныне детально изучены 44 подземных водных месторождения с потенциальными запасами пресной воды $11\text{ км}^3/\text{год}$ и эксплуатационными запасами $5,3\text{ км}^3/\text{год}$, в том числе по промышленным категориям – $2,2\text{ км}^3/\text{год}$. В целом, за исключением локальных зон в южных регионах, Республика обеспечена запасами питьевой воды на долгосрочную перспективу.

Поверхностные водные ресурсы распределены по территории Республики неравномерно. На юге Кыргызстана - в Ошской, Джалал-Абадской и Баткенской областях сконцентрировано $28,5\text{ км}^3$ вод, в Иссык-Кульской области – $11,7$, Нарынской $13,9$, Таласской – $17,5$, в Чуйской – $4,6\text{ км}^3$. За счет поверхностных вод покрывается до 90-92%, потребности Республики в водных ресурсах; в том числе Иссык-Кульской области - 95,6%, Нарынской – 98,1%, Ошской, Джалал-Абадской и Баткенской – 89,1%, Таласской – 97,7% и Чуйской области – 93,4%.

Общий объем ежегодно потребляемых в Республике водных ресурсов оценивается в среднем на уровне $10\text{--}12\text{ км}^3/\text{год}$. Однако после 2010 г. суммарные объемы водозабора, согласно данным официальной статистики, уменьшились до $8\text{--}10\text{ км}^3/\text{год}$. Использование подземных вод также сократилось с $1,0$ до $0,2\text{--}0,3\text{ км}^3$ в год. Это было обусловлено не только сокращением объемов поверхностного водного стока вследствие изменения климата, но также замедлением темпов развития водопотребляющих отраслей экономики и, в немалой степени, деградацией системы мониторинга использования водных ресурсов в стране.

Структура внутреннего водопотребления Кыргызстана остается достаточно стабильной в течение многих лет и не предполагает существенных изменений в среднесрочной перспективе. Около 90-93% объемов воды, в среднем, ежегодно расходуются на нужды орошаемого земледелия, около 6% - на водоснабжение населения и нужды промышленного производства. Лесное, рыбное хозяйство, энергетика, другие водопотребляющие сектора экономики и сфера услуг в совокупности используют порядка 1% от суммарного внутреннего водопотребления

В последние годы повсеместно отмечается увеличение потерь воды во всех звеньях коммуникаций от точек водозабора до водопотребителей. В основном, это связано с ухудшением технического состояния водохозяйственной инфраструктуры и неупорядоченным водопользованием. Соотношение между объемами суммарного водопотребления и водозаборов из природных водных источников, характеризующее эффективность использования водных ресурсов, изменилось с $0,8$ в 1991г. до $0,60\text{--}0,7$ в 2005-2013г.г. Потери воды в ирригационных системах составляют по совокупности различных данных и экспертных оценок около 40% от объема водозаборов². Для сравнения – аналогичные современные показатели составляют в Узбекистане 33%, в Туркменистане – 34%, в Казахстане – от 30 до 60%. Суммарные среднегодовые потери воды в стране оцениваются величиной порядка $2\text{--}4\text{ км}^3/\text{год}$, однако эти показатели представляются недостаточно достоверными и существенно преуменьшенными.

² Постановление Правительства КР «Об утверждении приоритетных направлений адаптации к изменению климата в КР до 2017г.».

В целом, современное качество водных ресурсов в Кыргызстане оценивается, как удовлетворительное. Тенденций существенного ухудшения качества водных ресурсов за последнее десятилетие не отмечено. Вместе с тем, наиболее подвержены загрязнению водные ресурсы в бассейнах реки Чу и южных регионах Республики. Регулярно отмечаются локальные загрязнения поверхностных и подземных вод вблизи крупных населенных пунктов. Основными источниками загрязнения вод остаются сельскохозяйственные, промышленные предприятия, муниципальные системы канализации и бытовые отходы населения. Потенциальную опасность для водного фонда представляют отвалы горнодобывающей промышленности, расположенные в конусах выноса и в поймах рек, где утилизированы радиоактивные, цианосодержащие вещества и соли тяжелых металлов.

Существенными факторами, негативно влияющими на качество водных ресурсов, являются неупорядоченная хозяйственная деятельность в водоохранных зонах и полосах поверхностных водных объектов, а также неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны месторождений подземных вод.

II. Характеристика современного состояния аграрного сектора Кыргызстана

1. Роль и вклад аграрного сектора в национальной экономике

Аграрный сектор Кыргызстана и в настоящее время продолжает сохранять ведущие позиции среди отраслей национальной экономики, хотя его удельный вклад в совокупном внутреннем валом продукте страны существенно снизился в последние годы. Так, согласно предварительным данным экспресс-информации Нацстаткома КР «Социально-экономическое развитие КР в 2014г.», в целом пока сохраняется положительная динамика валового внутреннего продукта (ВВП), реально возросшего на 3,5%, по сравнению с 2013г. При этом удельный вес различных отраслей в общем объеме ВВП страны сформировался следующим образом (Рис.5):

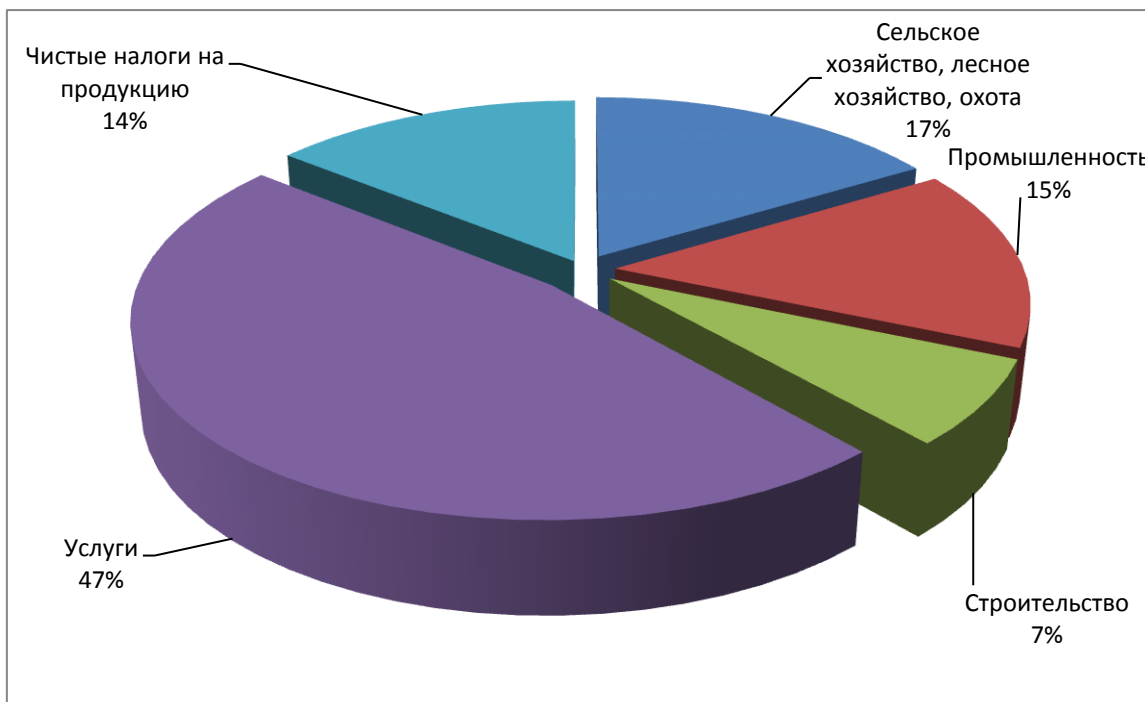
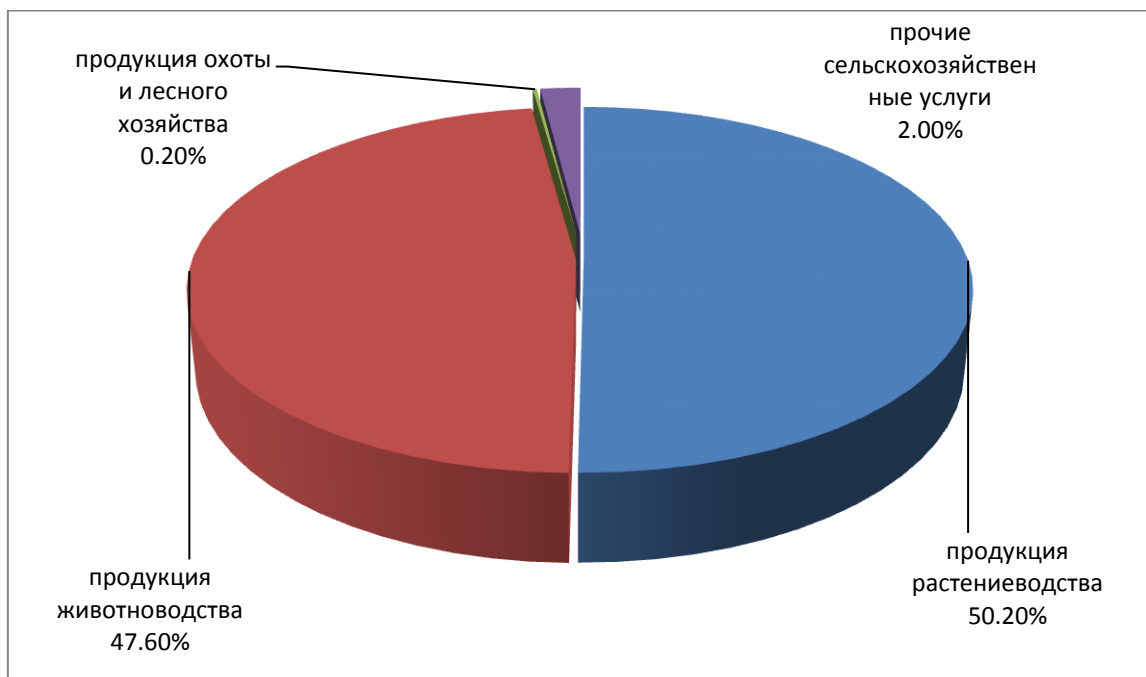


Рис.5. Структура ВВП КР на начало 2015 г. (в %)

Следует особо отметить что, удельный вклад сельского хозяйства в общем объеме ВВП за последние годы неуклонно снижался и в итоге уменьшился с 53,1% в 2000г. до 16,4% в 2014г. Только за период январь-ноябрь 2014г. отмечено дальнейшее снижение производства валовой продукции сельского хозяйства на 0,8%, обусловленное в первую очередь, сокращением продукции растениеводства на 4,6%, по сравнению с 2013г. В то же время относительный вклад каждого из ключевых подсекторов отрасли в общем производстве незначительно менялся в последние годы и, по данным Нацстаткома КР («Кыргызстан в цифрах», 2014г.), сформировался следующим образом (Рис.6):



**Рис.6. Структура сельскохозяйственного производства в КР в 2014г.
(в процентах от общей стоимости продукции)**

Отчетливо проявляющиеся в последние годы признаки стагнации сельскохозяйственного производства в КР, в особенности, в подсекторе растениеводства, привели к усилению рисков в сфере обеспечения национальной продовольственной безопасности, поскольку насыщение внутреннего рынка продуктами питания всё более зависит от импорта. Для обоснования этого вывода следует отметить прежде всего, что в Кыргызстане ныне около половины расчетной потребительской корзины (48,1%) составляют продовольственные товары, а в соответствии с утвержденной структурой прожиточного минимума, доля продовольственных товаров несколько превышает 65%. (Для сравнения, в экономически развитых странах, доля продуктов питания в потребительской корзине составляет в среднем около 13%).

Обобщая данные официальной статистики Нацстаткома КР и оценки ряда независимых экспертов, можно заключить, что в период с 2011 по 2014г.г. внутренний продовольственный рынок почти на 50% формировался за счет импортных поставок, (по экстремальным оценкам – на 65%!), при этом обеспеченность внутреннего рынка за счет собственного производства по ключевым позициям составила:

- по зерну и хлебопродуктам – 60-63%;

- по мясу - 57,8-74%,
- маслу растительному – 20-34%;
- сахару – 10-13%;
- яйцу птицы - 38-40%;
- плодам и ягодам - 22-24%.

В целом же, по сведениям статистической отчетности МСХиМ КР за 2013 г., доля импорта продукции пищевой промышленности (включая сырье) составила 14,2% от общего объема импорта, при этом импорт сельскохозяйственной и пищевой продукции превышал по стоимости соответствующий экспорт в 3,8 раза.

Однако, несмотря на многократное наращивание объемов импорта, реальный уровень потребления продовольствия в Кыргызстане остается на уровне около 75% от норм, рекомендованных Всемирной Продовольственной Организации ООН (ФАО), а 25 % населения Кыргызстана систематически недоедает. При этом отмечаются серьезные диспропорции в структуре потребления продуктов питания, где явно преобладает доля углеводов и жиров и недостаточна доля белков, в частности, мясных и молочных продуктов. К примеру, спрос населения страны ныне удовлетворяется по мясу - на 40%, по молоку – на 66%, по яйцам – на 19%, а по рыбе – лишь на 2%. Попутно следует отметить, что производство продукции животноводства в немалой степени зависит от качественной кормовой базы, а следовательно и от эффективности производства подсектора растениеводства на основе орошаемого земледелия.

Возвращаясь к приведенным выше статистическим данным, можно предвидеть резонные сомнения в достоверности некоторых из них, например, по поводу обеспеченности рынка за счет внутреннего производства плодов и ягод лишь на уровне 22-24%., в то время, как именно эта продукция Кыргызстана всегда традиционно пользовалась повышенным спросом, а ныне население страны потребляет всего около четверти от объемов этой продукции, производимой в Республике. Такое положение объясняется, в первую очередь, слабым развитием в Кыргызстане логистической инфраструктуры, а также устойчивых рынков сбыта. Как следствие, по данным Министерства экономики КР, в Республике ныне перерабатывается лишь 12% от объемов выращенной сельхозпродукции, а её общие потери при сборе, транспортировки и хранении оцениваются, как минимум, в 30-40%. На этом фоне регулярные заявления в средствах массовой информации типа: *«...сейчас наши фермеры и крестьяне теряют большую часть своего урожая овощей и фруктов, он просто гниет на полях! ... рынки Кыргызстана сейчас переполнены привозными мандаринами, виноградом, яблоками, бананами и другими фруктами из Китая, Узбекистана, даже Марокко и Аргентины, в то время как наши садоводы-фермеры едва сводят концы с концами... «фермеры обречены на жалкое существование, а отечественный рынок заполнили заморские фрукты неизвестного качества, иранские помидоры, турецкая фасоль, китайские кукуи и т. п.»* выглядят вполне уместными.

Следствием слабого насыщения потребительского рынка товарами местного производства явился неуклонный рост оптовых и розничных цен на пищевую продукцию. Кроме того, на динамику цен оказывают существенное давление такие ключевые факторы, как воздействие конъюнктуры мировых рынков, сезонные колебания спроса и предложения, рост цен на горюче-смазочные материалы (ГСМ), инфляционные процессы и, (в особенности, в конце 2014г.), резкое ослабление курсов кыргызского сома³ и российского рубля по отношению к доллару США. В целом же за предыдущие пять лет

³ К началу 2015 г. 1 доллар США составлял примерно 61 сом

оптовые цены на основные виды сельхозпродукции в КР возросли в среднем, в полтора раза (см. таблицу 1).

Таблица 1. Средние цены производителей на основные виды реализованной сельскохозяйственной продукции за период 2009-2013г.г. (сом/тонна)

Наименование видов продукции	Годы				
	2009	2010	2011	2012	2013
Зерно	13676	11807	17903	19450	21538
Картофель	11651	9858	14342	10799	16152
Плоды и ягоды	26230	30191	33283	31426	33802
Скот и птица в живом весе	82471	87672	132081	146275	140486
Сырое молоко	14461	13170	15461	18040	19651
Яйца (за 1000 штук)	5082	4607	5254	5974	6846
Шерсть	26749	24464	36523	44952	34002

Источник: Сборник Нацстаткома КР «Сельское хозяйство Кыргызской Республики», 2014г.

Однако, предварительные данные отчетности Нацстаткома КР демонстрируют ещё более резкий рост цен в 2014г. на все виды товаров - порядка 20-25%. При этом за период январь-ноябрь 2014г., по сравнению с декабрем 2013 г. более высоким ростом характеризовались цены на пищевые продукты - 11,6%, в том числе цены на хлебобулочные изделия и крупы - на 12%; на овощи - на 25,8%; на фрукты - на 19,2 %. В краткосрочной перспективе трудно ожидать изменения сложившихся ныне трендов ценообразования на продукцию продовольственной группы, тем более, что согласно оценкам Национального Банка КР, среднегодовое значение инфляции в 2015 г. прогнозируется на уровне 11.5%, а дальнейший рост цен в Кыргызстане Международный Валютный Фонд (МВФ) оценивает примерно в 9,1%.

Исходя из данных предшествующего обзора, уместно заключение, что современные проблемы аграрного сектора КР имеют системный характер, поэтому планирование мер их преодоления должно быть рассчитано на длительный период и потребует привлечения значительных инвестиций и скоординированных усилий всех заинтересованных сторон.

2. Обзор современного состояния подсектора растениеводства

Специфика настоящего обзора, связанная с оценкой возможности внедрения в КР передовых технологий орошаемого земледелия, предполагает необходимость более глубокого анализа современной структуры растениеводства, поскольку применение тех или иных способов полива существенно зависит от состава выращиваемых сельхозкультур. Прежде всего, следует отметить, что природно-климатические условия Кыргызстана объективно обуславливают преимущественное развитие растениеводства на базе поливного земледелия, так как, в среднем, урожайность сельхозкультур на

орошаемых массивах КР выше в 2-3 раза, а доходы фермерских и крестьянских хозяйств – более чем в 3 раза выше, по сравнению с соответствующими показателями на богарных землях. Необходимо также иметь ввиду, что современная структура посевов претерпела радикальные изменения, по сравнению с показателями на уровне 1990-х годов. В частности, ранее аграрный сектор преимущественно специализировался на производстве сахарной свеклы, хлопка, табака, семян картофеля, люцерны и гибридной кукурузы, вместе с тем обеспечивая большинство потребностей Республики во фруктах, овощах и кормовых культурах. Анализ данных о динамике изменения структуры посевов сельхозкультур за период 2009-2013г.г. свидетельствует, что в структуре посевных площадей за истекшие пять лет доля зерновых культур, картофеля и овоще-бахчевых культур изменилась незначительно, в то время, как доля технических культур несколько снизилась с 7,9% до 7,1%, а доля кормовых культур, напротив, увеличилась с 24,3% до 26,3%. В целом же, в настоящее время в структуре посевов преобладают зерновые и кормовые культуры - более 80% от общей площади посевов (Рис. 7). При этом общий прирост посевных площадей, занятых сельхозкультурами, составил всего 0,3%, по сравнению с 2009г.

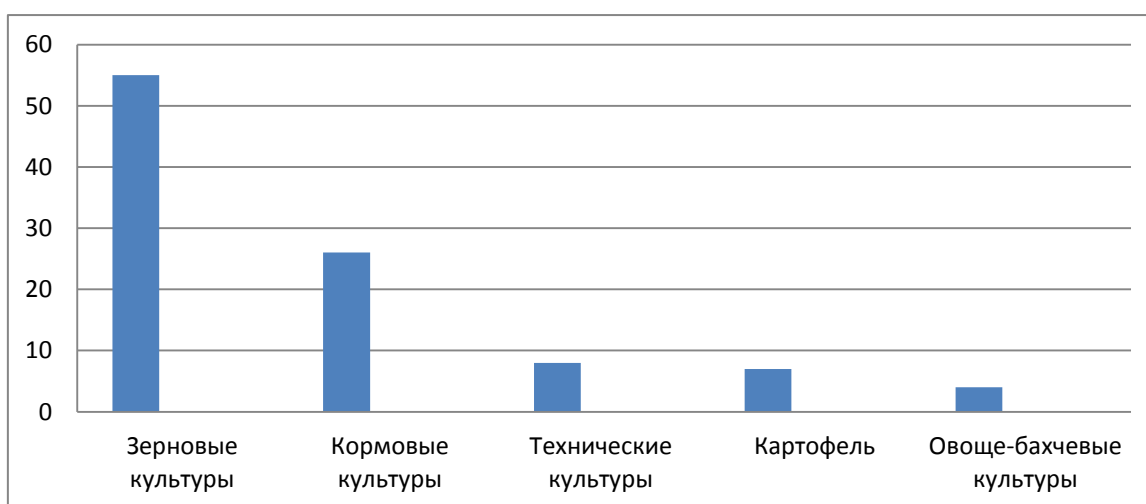


Рис.7. Структура посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в КР за 2013г. (в % от общей площади)

Что же касается тенденций изменения урожайности ключевых сельхозкультур, то по данным статистики за предыдущее пятилетие эти показатели в среднем практически не изменились (Таблица 2.). Заметный рост урожайности отмечен только для сахарной свеклы, ежегодно выращиваемой на ограниченных площадях (6-8 тыс. га). Более того, по предварительным данным МСХиМ КР, в 2014 г. урожайность некоторых сельхозкультур, выращиваемых на орошаемых землях, даже уменьшилась вследствие нехватки поливной воды и сугубо экономических причин.

Таблица 2. Средние показатели урожайности основных сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий за 2009-2013г.г. (центнер/га)

Наименование показателей	Годы				
	2009	2010	2011	2012	2013
Зерновые культуры (в весе после доработки)	29,3	25,3	25,2	23,4	28,8
Пшеница	26,3	21,7	21,4	16,8	23,7
Ячмень	23,4	18,9	19,2	14,5	21,1

Кукуруза на зерно	60,0	59,3	59,0	60,2	60,8
Рис	30,7	30,5	29,9	31,7	33,9
Сахарная свекла (фабричная)	110,9	165,7	197,1	192,3	191,6
Хлопок-сырец (в зачетном весе)	29,1	27,9	27,2	27,4	29,3
Табак (в зачетном весе)	24,8	24,5	24,2	21,8	21,0
Масличные культуры	10,8	10,7	10,4	10,7	11,0
Картофель	159	158	161	159	163,3
Овощи	178	180	182	181,1	186,8
Бахчи продовольственные	204	213	213	216,8	220,2
Плодоваягодные культуры	45,4	43,3	47,2	48,1	48
Виноград	20,2	7,5	11	14,3	13,9

Источник: Данные Нацстаткома КР, «Кыргызстан в цифрах», 2014г.

Отсутствие в последние годы ощутимых позитивных результатов как в плане вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых орошаемых земель, так и роста урожайности и объемов валового сбора сельхозкультур, демонстрирует явные признаки стагнации производства в отрасли орошаемого земледелия КР и аграрном секторе в целом. На основе обобщения многочисленных публикаций, отражающих мнения официальных должностных лиц и независимых экспертов, можно выделить ряд причин возникновения и сохранения на протяжении последних лет ситуации, всё чаще именуемой системным кризисом. В частности, к коренным причинам чаще всего причисляются:

- неудовлетворительные результаты реформирования земельных отношений в КР;
- неустойчивое (нередко используются такие определения, как «бедственное» или «критическое») экономическое положение большинства субъектов аграрного сектора;
- неудовлетворительное состояние институциональных механизмов, менеджмента и маркетинга;
- низкие уровни информационного обеспечения и квалификации субъектов аграрного сектора;

Будет уместным признать, что иные многочисленные причины являются, скорее, прямым следствием указанных выше. Это утверждение можно пояснить несколькими очевидными фактами. Например, вследствие незавершенной земельно-аграрной реформы, как было отмечено выше, средний размер пашни в типичном хозяйстве составляет всего 2,7 га, в том числе поливной пашни - 1,9 га. Производство товарной сельхозпродукции на таких малых по площади земельных участках, как правило, нерентабельно. В таких условиях большинство фермерских и крестьянских субъектов вынуждено работать в режиме натурального производства, обеспечивающего лишь жизненные потребности семей. В итоге лишь 3-5% хозяйств, в основном, наиболее крупных, имеют возможность успешно развивать товарное производство сельхозпродукции с применением инновационных технологий. Члены же остальных хозяйств вынуждены вступать в различные сельскохозяйственные объединения (ассоциации, кооперативы и др.) или радикально менять род занятий, отдавая в аренду свои земельные угодья. Поскольку в КР устойчивый вторичный рынок земель пока не создан, до сих пор регулярно отмечаются факты стихийного передела прав владения пахотными угодьями.

Вторая коренная причина – крайне слабый экономический потенциал большинства субъектов аграрного сектора, как правило, тесно связана с другими из перечисленных выше, поскольку зачастую вызвана нехваткой земельных ресурсов, недостаточным уровнем их профессиональной подготовки и практического опыта, слабой информированностью в области передовых технологий и т.п. Однако, в первую очередь, она вызвана нехваткой финансовых ресурсов у производителей сельхозпродукции для

развития своего агробизнеса. В целом, потребность аграрного сектора КР в инвестициях оценивается примерно в 72 млрд. сомов, но если принимать во внимание, что рентабельные хозяйства покрывают свои затраты за счет собственных средств, то реальная потребность в дополнительных инвестициях составляет по оценкам 2013г., как минимум 30 млрд. сомов. В силу ограниченных возможностей госбюджета КР, государство оказывает весьма ограниченную поддержку сельским товаропроизводителям – на уровне 2,5% от стоимости производимой сельхозпродукции. Для сравнения – в США этот показатель составляет около 25%, в Российской Федерации – около 8-9%, а в ряде стран Европейского Союза достигает 50%.

Следует также отметить чрезмерно жесткие условия кредитования из-за высоких показателей инфляции и иных причин, со стороны большинства национальных коммерческих банков (процентная ставка до 25-30% годовых и сроки возврата заимствования не более одного года). Но начиная с 2013 г., Правительством КР утвержден проект «Финансирование сельского хозяйства», направленный на обеспечение сельскохозяйственных производителей льготными кредитными ресурсами. На данные цели из бюджета в 2013-2014г.г. выделялось по 350-400 млн. сомов в качестве субсидий коммерческим банкам для кредитования при процентной ставке 9-10% годовых и сроках возврата долга до 24 месяцев. Однако указанная инициатива в состоянии покрыть лишь незначительную долю ежегодной потребности в кредитных средствах. Другие же формы и источники финансирования сельскохозяйственного производства – ипотечное и фьючерсное кредитование и страховые фонды в Кыргызстане не развиты. Как следствие, субъекты подсектора растениеводства не могут обеспечивать свои потребности в ГСМ, минеральных и органических удобрениях, средствах защиты растений, качественных семенах высокоурожайных сортов, не говоря уже о приобретении новых видов сельскохозяйственной техники и инвентаря для полива, хотя без использования этих компонентов достижение эффективного орошаемого земледелия невозможно. Тем более, в современных условиях не может идти речи о реализации ресурсоемких проектов, связанных с капитальными ремонтами и новым строительством стационарных оросительных каналов и сооружений, планировкой земель и повышением плодородия почв за счет собственных средств хозяйств.

Негативное воздействие указанных факторов на состояние аграрного сектора КР дополнительно усугубляется из-за отсутствия полноценно функционирующей рыночной инфраструктуры и устойчивых связей во всех звеньях технологической цепи: «производство - закупка - переработка – реализация – потребление». Вследствие неразвитости системы менеджмента и маркетинга, основная часть произведенной сельхозпродукции ныне потребляется самими фермерскими и крестьянскими хозяйствами, её избыток продается ими же на рынке и лишь незначительная доля направляется на переработку. При этом часть продукции зачастую не находит сбыта на местных рынках, а транспортировка её в другие регионы обычно связана с чрезмерными затратами. В таких условиях очевидным способом решения проблемы может являться организация длительного хранения и глубокой переработки сельскохозяйственного сырья на предприятиях, расположенных вблизи от его производителей. Однако, крайне ограниченные мощности перерабатывающей промышленности КР в настоящее время не позволяют эффективно реализовывать это направление деятельности.. Если же принимать во внимание, что уровень прибавочной стоимости сельхозпродукции, прошедшей глубокую переработку, несравненно выше, по сравнению с первичной стоимостью выращенного урожая, то становятся очевидными современные масштабы упущенных доходов как самих сельхозпроизводителей, так и страны в целом.

Кроме того, недостаточная развитость рыночной инфраструктуры и системы маркетинга характеризуется:

- отсутствием развитой организационной и материальной базы для технического и сервисного обслуживания субъектов аграрного сектора;
- отсутствием разветвленной сети устойчивого снабжения субъектов аграрного сектора семенами, минеральными удобрениями, средствами защиты растений, ГСМ и др. по доступным ценам;
- отсутствием разветвленной сети лизинговых центров, обеспечивающих аренду сельскохозяйственной и поливной техники, автотранспорта и поставку запасных частей и расходных материалов.

Что же касается предположения о недостаточности современного уровня информированности и квалификации сельского населения КР, то оно подтверждается следующими аргументами. Прежде всего необходимо отметить, что после передачи земельных угодий в частную собственность в начале 1990-х годов, многие жители сельской местности, хотя и практикующие ранее орошаемое земледелие на малых приусадебных участках, неожиданно для себя стали фермерами, а потому столкнулись с новыми проблемами, связанными с расширением масштабов производства, необходимостью освоения новых производственных и экономических отношений, агротехнических приемов, незнанием элементарных основ маркетинга и т.п.

Естественно, далеко не все из них оказались к этому готовы, поэтому и ныне большинство фермеров и крестьян предпочитают выращивать привычные сельхозкультуры, не требующие применения высокотехнологичных технологий. Как следствие, в настоящее время более половины посевных площадей заняты под наименее затратные зерновые культуры, прибыльность которых сравнительно невелика. В полной мере это касается и кормовых культур. Особую озабоченность вызывает тот факт, что исходя из ежегодных рыночных колебаний цен на ту или сельхозпродукцию, многие производители начинают выращивать одни и те же культуры, не имея достаточного представления о необходимости диверсификации производства (применения севооборотов и чередования культур). Как правило, подобная практика приводит к истощению почвенного слоя и снижению плодородия земель, а также к возникновению сезонного дефицита поливной воды, поскольку однообразие культур предполагает необходимость единовременного проведения поливов на больших орошаемых массивах.

В целом же, современный уровень информационного и учебно-консультационного обслуживания сельского населения КР можно оценить, как неудовлетворительный, поскольку им охвачено лишь 20-30% представителей хозяйств, причем преимущественно в рамках реализации международных проектов.

III. Характеристика современного состояния ирригационного сектора Кыргызстана

1. Состав инфраструктуры и субъектов водных отношений в ирригационном секторе

Ирригационные системы Кыргызстана традиционно разделяются на две категории: межхозяйственные и внутрихозяйственные. Межхозяйственные ирригационные системы, как правило, эксплуатируются региональными (бассейновыми, районными) государственными водохозяйственными предприятиями под управлением Департамента водного хозяйства и мелиорации (ДВХМ), входящего в состав Министерства сельского хозяйства и мелиорации (МСХиМ КР). Внутрихозяйственные системы находятся в собственности и управлении независимых субъектов сельского хозяйства и водопользования или органов местного самоуправления (ОМСУ). Динамика изменения численности субъектов сельского хозяйства-водопользователей за 2009-2013г.г. представлена в Таблице 3.

Таблица 3. Динамика изменения численности субъектов сельского хозяйства-водопользователей за 2009-2013г.г.

Наименование субъектов сельского хозяйства	Годы				
	2009	2010	2011	2012	2013
Всего, в том числе:	320205	332170	345113	357227	383436
Государственные хозяйства	71	64	65	60	56
Коллективные хозяйства	781	509	556	525	497
Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	318815	331059	344492	356642	382883
Коллективные организации и предприятия	538	538	538	538	538
Личные подсобные хозяйства граждан	726632	726632	726632	726632	726632
Садоводческие и дачные кооперативы	405	405	405	405	405
Предприятия лесного хозяйства	71	71	71	71	71
Предприятия рыбного хозяйства	13	13	13	13	13

Источник: Сборник Нацстаткома КР «Сельское хозяйство Кыргызской Республики», 2014г.

По состоянию на декабрь 2014г. около 74% орошаемых площадей Республики и соответствующей внутриводопользовательской инфраструктуры обслуживается ассоциациями водопользователей (АВП). По темпам создания и развития АВП Кыргызстан ныне занимает ведущее положение в Центральной Азии. Показатели развития АВП за период 2008-2014г.г. отражены в Таблице 4.

Таблица 4. Показатели развития АВП

Наименование областей	2008 год		2014год	
	Численность АВП	Обслуживаемая орошаемая площадь, тыс. га	Численность АВП	Обслуживаемая орошаемая площадь, тыс. га
Баткенская	32	43,0	32	48,1
Ошская	86	89,5	89	100,5
Джалал-Абадская	69	92,3	67	96
Иссык-Кульская	59	87,4	63	111,9
Нарынская	48	46,0	48	68,2
Таласская	66	97,0	69	92,3
Чуйская	104	175,3	107	215,9
Всего по Республике	464	630,5	475	732,9

Источник: Статистические данные Центрального отдела поддержки и развития АВП (ЦОП АВП) в составе ДВХиМ за 2014г.

В последние годы в Кыргызстане активно осуществляются меры по формированию укрупненных общественных объединений водопользователей путем создания Союзов АВП (САВП) на основе гидрографического принципа, то есть, в зависимости от

принадлежности к конкретным источникам орошения. К настоящему времени создано 35 САВП, в том числе, на стадии регистрации находятся 7 САВП, прошли юридическую регистрацию 28 САВП с охватом 189,4 тыс. га орошаемых земель. Из общего числа в 2014 году активно работали 13 САВП, в том числе 11 САВП занимались эксплуатацией и техническим обслуживанием (УЭТО) ирригационной инфраструктуры и 2 САВП функционировали, как координирующие органы. В Республике также создано 35 общественных Водохозяйственных Советов, которые охватывают в своей деятельности 229,4 тыс. га орошаемых земель. Работа Водохозяйственных Советов, в основном, направлена на разрешение конфликтных ситуаций между поставщиками воды и субъектами водопользования, согласование графика водозабора и водоподачи, а также на рассмотрение вопросов эксплуатации и технического обслуживания инфраструктуры.

Обобщенные сведения о структуре национального ирригационного фонда по состоянию на 2014 год представлены в Приложении 4 к настоящему отчету. Современная (по данным 2014г.) характеристика внутрихозяйственной инфраструктуры, находящейся на балансе АВП в разрезе областей и по Республике в целом отражена в Таблице 5.

Таблица 5. Характеристика внутрихозяйственной инфраструктуры

Наименование областей	Орошаемая площадь, га	Магистральные каналы, км	Всего внутрихозяйственная оросительная сеть, км	в том числе на балансе АВП	Коллекторно-дренажная сеть, км		Гидротехнические сооружения, шт.	Гидрометрические посты, шт.	БСР и БДР, шт.
					Открытая	Закрытая			
Баткенская	48134	33,2	1828,4	1828,4	64,22	55,0	3119	70	3
Ошская	100519	31,91	3045,6	2981,2	182,22	0	1877	315	11
Джалал-Абадская	96047	157,3	3457,4	3286,4	157	9,5	1103	179	1
Иссык-Кульская	111948	35,81	2884,9	2117,3	32,35	0	1543	101	32
Нарынская	68160	0	2484,9	1722,2	0	0	1264	99	35
Таласская	92281	0	2067,0	1905,3	66,7	73,23	999	82	76
Чуйская	215865	47,71	5994,8	3620,8	345,4	525,5	8047	46	96
Всего по Республике	732944	305,9	21763	17462	847,9	663	17952	892	254

Источник: Статистические данные Центрального отдела поддержки развития АВП (ЦОП АВП) в составе ДВХ за 2014г.

2. Характеристика предшествующих инвестиций в ирригационный сектор

В целом, по близко совпадающим оценкам специалистов ДВХиМ, а также международных экспертов проектов Всемирного Банка «Проект улучшения управления водными ресурсами» (ПУУВР) и «Внутрихозяйственное орошение» (ПВО-2), современное техническое состояние как межхозяйственной, так и внутрихозяйственной ирригационной и коллекторно-дренажной сети следует охарактеризовать, как недостаточно удовлетворительное по большинству показателей. В основном, это связано с тем, что после 1991г. текущие и восстановительные ремонты ирригационных объектов осуществлялись в ограниченных объемах, (в среднем, ежегодное финансирование этих мероприятий в сопоставимых ценах сократилось в 5-6 раз, по сравнению с последними годами существования СССР).

Вместе с тем, в последние годы прослеживаются тенденции, свидетельствующие о стабилизации технического состояния ирригационной инфраструктуры, после длительного периода её деградации. Эти тренды обусловлены, прежде всего, значительным увеличением инвестиций международных кредитных и донорских организаций на цели реабилитации и развития национальной отрасли сельского хозяйства и ирригационного сектора. Наряду с этим фактором, положительную роль сыграли усилия Правительства КР по модернизации законодательной и институциональной базы, техническому перевооружению ирригационных основных фондов и подготовке трудовых ресурсов. По данным Отчета Министерства финансов КР «О реализации проектов Программы государственных инвестиций (ПГИ) с 1992 по 2013 годы», за указанный период в совокупности на цели содержания и развития аграрного и ирригационного секторов было привлечено \$821,5 млн., в том числе \$482,7 млн. в виде кредитов и \$338,9 млн. – в виде грантов. Суммарный бюджет 22 инвестиционных проектов развития в этих секторах за 2014г. составил \$17,1 млн., в том числе кредиты – \$9,5 млн. и гранты – \$7,6 млн. Из числа наиболее значимых долгосрочных проектов в этой сфере, осуществляемых в Республике в 2014г., следует отметить:

- "Второй проект внутрихозяйственного орошения" (Всемирный Банк) – грант в \$16 млн.;
- "Улучшение управления водными ресурсами" (Всемирный Банк) – грант в \$23,4 млн.;
- "Развитие животноводства и рынка -1" (Международный Фонд С/Х Развития) – всего \$20 млн., в том числе кредит – \$10 млн., грант – \$10 млн.;
- "Дополнительное финансирование для второго проекта внутрихозяйственного орошения"(Всемирный Банк) всего – \$4,2 млн., в том числе кредит – \$2,3 млн. и грант – \$1,9 млн.;
- "Сельскохозяйственные услуги и инвестиции" (Всемирный Банк) (ВБ) – грант в \$9 млн.
- "Сельское водоснабжение и санитария - 2" (Всемирный Банк) – всего \$10 млн., в том числе кредит – \$5,5 млн. и грант – \$4,5 млн.

Кроме указанных выше проектов, за последнее десятилетие существенный вклад в укрепление технического и организационного потенциала ирригационного сектора внесли также агентства международного развития и фонды Европейского Союза, США, Швейцарии, Японии, Великобритании, Германии, Турции, ФАО ООН, ЕЭК ООН и др. Согласно результатам обобщения деятельности международных проектов в КР, в целом за 2000-2014г.г. более половины фактических затрат на УЭиТО, и реабилитацию межхозяйственной ирригационной и дренажной сети Кыргызстана покрывалось за счет внешней кредитной и донорской помощи.

Основные цели этих проектов – повышение производительности орошаемого земледелия и эффективности управления водными ресурсами, содействие преодолению бедности в сельской местности и улучшению условий для более продуктивного и прибыльного животноводства и растениеводства. Особо следует отметить ряд международных проектов, направленных на повышение информированности сельского населения по вопросам ирригации и полива сельхозкультур:

- Проект «Повышение продуктивности воды на уровне поля» (SDC) - 3 млн. швейцарских франков;
- Проект «Поддержка развития ирригационной инфраструктуры в сельской местности Ошской, Баткенской и Джалал-Абадской областях КР» (Европейский Союз) – 1,9 млн. евро;
- Проект «Институциональное строительство и укрепление потенциала АВП в Кыргызстане» (Европейский Союз) - 50 тыс. евро;
- Проект «Комплекс работ для разработки и реализации пилотного демонстрационного проекта по улучшению сельскохозяйственного орошения» (Европейский Союз/ПРООН) - \$30 млн.;
- Проект «Разработка и реализация кампании повышения потенциала по климатоустойчивому планированию развития и управлению водными ресурсами в местных сообществах Баткенской области» (ПРООН) - \$13 тыс.;
- Проект «Эффективное использование воды» (Швейцарская Ассоциация по Международному Сотрудничеству «Хельвитаc») - \$100 тыс/год в течение 2009-2017г.г.;
- Проект «Микроирригационная технология» (“Хельвитаc”) - \$30 тыс./год в течение 2009-2017г.г.;
- Проект «Модернизация мелкомасштабного орошаемого земледелия для улучшения и развития экономического положения населения сельской местности» (ФАО) - \$411тыс.;
- Проект «Повышение потенциала фермерских хозяйств с использованием ирригационных технологий» (ФАО) - \$459,5тыс.;

Однако даже привлечение столь значительных внешних инвестиций способствовало лишь преодолению тенденций затяжной деградаций обоих секторов экономики, но не обеспечило возможность их дальнейшего устойчивого развития. К примеру, согласно оценкам экспертов, изложенных в отчетах проекта ЕС/ПРООН «Разработка и внедрение стратегии ИУВР в Кыргызстане» (2010г.) и проекта Всемирного Банка ПУУВР (2011г.), для обеспечения эффективного управления водными ресурсами и УЭиТО межхозяйственной ирригационной и мелиоративной инфраструктуры органами ДВХМ, ежегодная потребность в финансировании составляет в удельных показателях от 20 до 36 \$/га. Следовательно, при сложившемся на конец 2014г. соотношению курсов валют сом/\$, ежегодная потребность в финансировании оценивается в абсолютном выражении диапазоном от 1.2 до 2.0 млрд. сомов. Эти же эксперты оценивают требуемые объемы ежегодных инвестиций на цели реабилитации технического состояния и развития межхозяйственной ирригационной инфраструктуры, как минимум, в \$15 млн/год (около 900 млн. сомов/ год).

Для сравнения, ежегодные суммарные бюджеты ДВХМ на указанные цели (без учета дополнительных незначительных ассигнований на цели капитального строительства ирригационных объектов) за предыдущие годы не превышали и 1 млрд. сомов (см. таблицу 6 и рис.7).

Таблица 6. Ежегодные объемы инвестиций в Департамент водного хозяйства и мелиорации

Наименование источников инвестиций	2009	2010	2011	2012	2013	9 мес. 2014
Средства государственного бюджета	544,3	613,3	690,6	717,7	726,8	611,5
Специальные средства, Европейской Комиссии по продовольственной безопасности (КЕС)	84,1	68,4	61,6	67,7	83,5	90,4
Средства оплаты ирригационных услуг (ПИУ) водопользователями	20,103	50,594	91,585	117,963	105,919	90,398
Всего	648.503	732,294	843,785	903,363	916,219	792,298

Источник: Данные статистической отчетности ДВХМ за 2009-2014г.г.

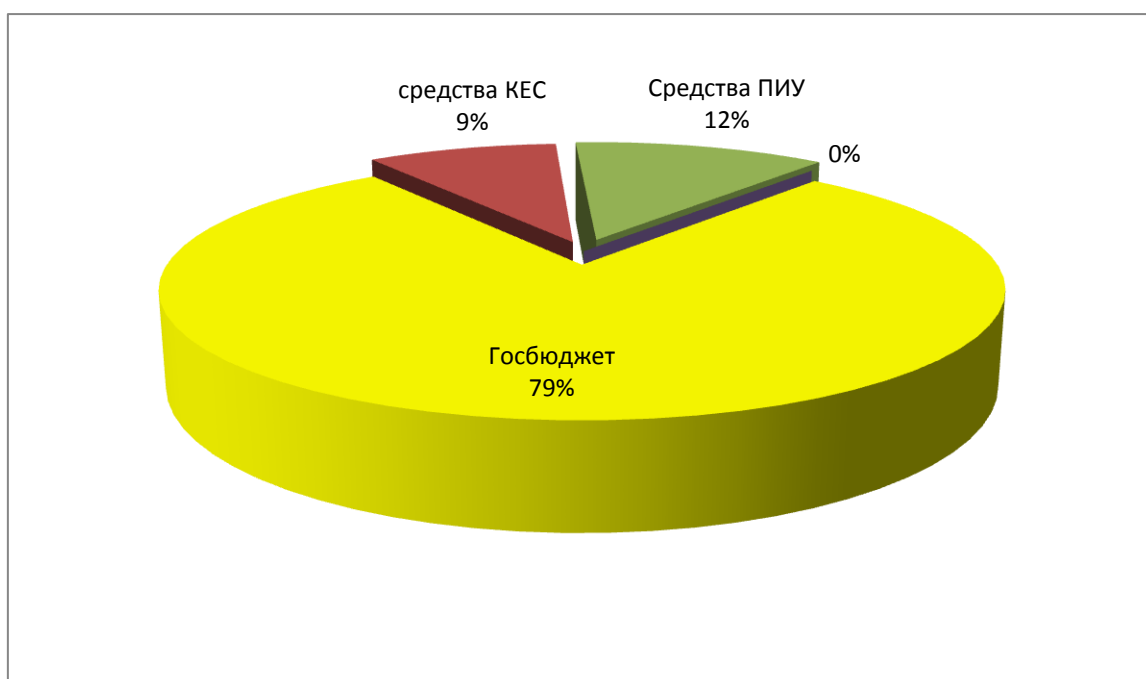


Рис.7. Структура внутренних источников инвестиций в бюджете ДВХМ за 2013г. (в %)

Следует подчеркнуть, что в последние годы ежегодное увеличение объемов финансирования ирригационного сектора фактически только компенсировало рост цен на материалы, оборудование водохозяйственные работы и услуги, обусловленный инфляционными процессами и колебаниями курса национальной валюты. В связи с этим уместен вывод, что на протяжении этого периода внутренняя инвестиционная политика в отношении ирригационного сектора предусматривала только возможность его содержания на относительно стабильном, но недостаточном уровне, но не обеспечивала реальную возможность для широкомасштабной реабилитации и развития водохозяйственной инфраструктуры.

Согласно выводам, изложенным в отчете Проекта АБР «Изучение системы ценообразования и механизмов возмещения издержек в ирригации» (2006г.), структура ирригационных затрат водопользователей аграрного сектора (фермерских и крестьянских хозяйств, сельскохозяйственных предприятий и др.), как правило, включает следующие компоненты:

- затраты на оплату услуг по поставке оросительной воды (ПИУ) государственным водохозяйственным организациям и/или АВП;
- затраты на содержание и развитие ирригационной сети внутри собственного земельного надела;
- затраты на полив собственных пахотных земель и приусадебных участков.

При современном уровне тарифов ПИУ (не более 0,03 сом/м³ при поставке воды предприятиями ДВХМ и средней тарифной ставке для членов АВП на уровне 0,064 сом/м³ в 2014г.) доля затрат на оплату услуг по поставке воды является малозначительной в структуре расходов водопользователей аграрного сектора – не более 4-5% от общей суммы расходных статей бюджетов хозяйств. Этот фактор не способствует активизации мер по рациональному использованию водных ресурсов поставщиками и потребителями воды. Что же касается затрат на содержание собственной ирригационной сети, то для подавляющего числа водопользователей аграрного сектора КР они, в основном, связаны с ежегодной нарезкой временных оросителей и поливных борозд при поверхностных способах полива. Применение дождевальной техники, оборудования для капельного орошения и другого прогрессивного поливного оборудования в настоящее время доступно только для ограниченного числа крупных агропредприятий.

Поскольку ключевыми субъектами водопользования в аграрном секторе Кыргызстана являются АВП, ниже уместно отразить некоторые аспекты их экономической деятельности. Доходные статьи бюджетов АВП формируются за счет паевых взносов членов этих объединений. Размер паевых взносов устанавливается, согласно их Уставам, на основании решения общих собраний членов АВП. Расчетные размеры паевых взносов составляют ныне, в среднем, порядка 700-1000 сом/га в год, однако традиционно собирается не более 60% от планируемых сумм. Низкий уровень собираемости паевых взносов является наиболее сложной проблемой для большинства АВП и негативно отражается на состоянии внутрихозяйственной ирригационной сети. Часть собранных средств используется для оплаты услуг местных органов ДВХМ по поставке воды на основании заключенных контрактов по утвержденным тарифам.

Оставшаяся часть сборов используется для финансирования собственной производственной деятельности АВП, включая УЭиТО ирригационной инфраструктуры, а также текущие ремонты каналов и сооружений. В 2014г. на текущие ремонты направлялось около 33% от суммы общих затрат АВП на цели УЭиТО. При этом в период с начала этапа формирования АВП и до настоящего времени подавляющее большинство работ по реабилитации и развитию объектов внутрихозяйственной инфраструктуры финансировалось за счет внешней кредитной и донорской поддержки, преимущественно в рамках проектов Всемирного Банка и Азиатского Банка Развития.

3. Оценка потенциала рационального использования водных ресурсов в ирригационном секторе Кыргызстана

Приведенные выше сведения объективно свидетельствуют, что несмотря на предпринимаемые Правительством КР меры и существенную внешнюю поддержку, современное состояние ирригационных систем пока не обеспечивает необходимые условия для рационального водопользования в стране. В контексте тематики настоящего проекта это выражается следующими показателями. Основываясь на приведенных выше

статистических данных, характеризующих среднегодовые объемы водозаборов в КР в последние 5 лет в диапазоне от 8 до 10 км³/год, долю сектора ирригации от общего объема водопотребления 90-93%, а также осредненную величину удельных потерь воды (по самым оптимистическим оценкам) на уровне 40%, уместно оценить суммарные объемы потерь воды на оросительных системах страны в абсолютном выражении величиной порядка 2,9-3,7 км³/год.

Нетрудно уяснить при этом, что только объемы потерь воды в ирригационном секторе превышают по своим масштабам суммарные объемы ежегодного водопотребления всеми остальными отраслями экономики и населением страны. В общем случае, потери воды могут быть обусловлены как естественными причинами (испарение, транспирация растениями, неравномерность водоподачи вследствие суточных колебаний стока в природных источниках), так и техническими причинами (фильтрация из каналов), а также технологическими причинами, связанными с неэффективным управлением, нарушениями условий водопользования поставщиками и потребителями воды, а зачастую и с самовольным забором воды в ущерб других водопользователей.

Для выяснения примерного соотношения объемов потерь воды по звеньям оросительных систем, можно основываться на данных заключительного отчета проекта GEF/МФСА «Управление водными ресурсами и окружающей средой» (2003г.), реализованного в рамках подготовки «Программы Бассейна Аральского моря». В частности, эти данные свидетельствуют, что в целом по Центральной Азии удельные потери воды в магистральных и межхозяйственных каналах составляют в среднем около 25% от величины водозабора, а потери воды во внутрихозяйственной оросительной сети - около 24% от объемов водоподачи в хозяйства. Однако, по данным отчетности ДВХМ за 2014г., коэффициенты полезного действия (КПД) внутрихозяйственной оросительной сети в среднем по КР составляют около 0,68, то есть удельные потери воды несколько превышают осредненные показатели по Центральноазиатскому региону в целом и составляют около 32% от объемов водоподачи в хозяйства. Проследивая таким образом структуру потерь воды во всех звеньях оросительных систем, нетрудно убедиться, что суммарные объемы ежегодной водоподачи субъектам орошаемого земледелия составляют фактически от 5,4 до 7,0 км³/год, а непосредственно до орошаемых земельных массивов доходит лишь 3,7-4,8 км³/год. Итоги представленных ориентировочных расчетов подтверждают данные экспертных оценок о размерах удельных ирригационных потерь воды на уровне 40%.

Однако эти данные не учитывают реальные потери воды на орошаемых массивах, объемы которые непосредственно связаны с применяемыми технологиями полива сельскохозяйственных культур. В связи с этим следует подчеркнуть, что современная система статистической отчетности КР не располагает какими-либо сведениями по этой тематике. В этом отношении данные статистической отчетности региональных органов ДВХМ за 2013г., отраженные в таблице 7 и, в свою очередь, основанные на сомнительной отчетности АВП, при тщательном анализе представляются недостаточно полными и достоверными.

Таблица 7. Показатели эффективности внутрихозяйственной ирригационной сети в разрезе областей

Наименование областей	Наименование показателей				
	КПД в/х сети	КПД техники полива	Среднее число поливов	Оросительные нормы, м ³ /га в год	Поливные нормы, м ³ /га

Баткенская	0,64	Нет данных	4,5	4691	1021
Ошская	0,69	Нет данных	3,6	5874	1632
Джалал-Абадская	0,67	0,74	2,8	5778	1509
Иссык-Кульская	0,68	0,74	1,87	2827	1509
Нарынская	0,67	0,70	2,5	4037	1688
Таласская	0,64	Нет данных	2,97	5800	1950
Чуйская	0,71	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных

Источник: Данные статистической отчетности региональных органов ДВХМ за 2013г.

Поэтому для более реальной оценки можно воспользоваться выводами Всемирной Продовольственной Организации ООН (ФАО, «География мирового хозяйства»), свидетельствующими о том, что в областях традиционного орошения Центральной Азии до 50% подаваемой на поливные земли влаги теряется на фильтрацию, испарение и сбросы, не доходя до орошаемых растений. При этом величина потерь воды существенно зависит от применяемых способов полива и может, в среднем, составлять:

- при неконтролируемом обводнении, поливе напуском и по полосам – 50-60%;
- при поливе по бороздам – 32 - 40%;
- при поливе дождеванием - 20-25%;
- при капельном орошении - 5-10 %.

Поскольку подавляющее большинство орошаемых земель в Кыргызстане (свыше 90%) ныне поливается по бороздам или напуском, даже при умеренной оценке удельных потерь на уровне 40%, абсолютные ежегодные потери воды непосредственно на орошаемых массивах КР могут составить примерно 1,5-1,9 км³/год.

Для выяснения потенциальных возможностей экономии водных ресурсов в ирригационном секторе в качестве ориентира можно воспользоваться нормами действующих в КР «Строительных норм и правил» (СНиП 2.06.03.85), которые предусматривают необходимость достижения следующих показателей эффективности оросительных систем, выраженных в КПД:

- КПД магистральных каналов и отводов из них (т.е. межхозяйственной сети) – 0,90;
- КПД оросительных каналов (т.е. внутрихозяйственной сети) – 0,93;
- КПД техники полива сельскохозяйственных культур – не ниже 0,85.

Следовательно, для обеспечения нормативного технического состояния различных звеньев ирригационной инфраструктуры КР, требуется осуществить комплекс мероприятий, связанных, как минимум, с повышением КПД межхозяйственного звена на 15%, внутрихозяйственного звена на 25% и КПД техники полива на 15%. Для инерционного сценария, предусматривающего сохранение ежегодных объемов водозаборов в КР на уровне 8-10 км³/год, в том числе на нужды ирригации – порядка 7,2-9,3 км³/год, экономия водных ресурсов в абсолютном выражении может составить:

- на межхозяйственных системах - в пределах 1,1-1,4 км³/год, при этом объемы водоподачи субъектам орошаемого земледелия могут быть увеличены до 6,5-8,4 км³/год;
- на внутрихозяйственных системах – в пределах 2,1-2,4 км³/год, при этом объемы водоподачи непосредственно на орошаемые земельные массивы может быть увеличены до 6,0-7,8 км³/год;
- непосредственно на орошаемых массивах, за счет применения более эффективных технологий полива – в пределах 1.5-1,9 км³/год.

Таким образом, совокупность изложенных выше статистических данных и приближенных расчетов позволяет заключить, что в настоящее время Кыргызстан располагает достаточными резервами земельных и трудовых ресурсов для устойчивого развития аграрного сектора, в том числе отрасли растениеводства на базе орошаемого земледелия. В то же время продолжающийся цикл маловодных лет на территории Центральноазиатского региона привел к повсеместному возрастанию дефицита воды. С учетом перспектив дальнейшего сокращения запасов водных ресурсов вследствие негативных проявлений глобального изменения климата, а также роста объемов внутреннего водопотребления в КР из-за увеличения численности населения и развития водопотребляющих секторов экономики, тренды усугубления этого дефицита могут только возрастать. В этих условиях эффективное решение проблемы может быть связано не с увеличением объемов водозаборов из природных источников, потенциал которых со временем будет только сокращаться, а с рациональным использованием уже вовлеченных ресурсов. В этом плане представленные выше итоги расчетов демонстрируют о принципиальной возможности (даже без увеличения ежегодных объемов водозабора на нужды ирригации, только за счет сокращения потерь воды), дополнительно направить в сектор орошаемого земледелия порядка 4,6-5,7 км³ воды/ год.

Исходя из прагматических соображений, прежде всего, учитывая ограниченные возможности для привлечения дополнительных инвестиций, реализовать даже в среднесрочной перспективе в полной мере эту амбициозную задачу в КР вряд ли возможно. Однако необходимость срочной активизации деятельности в этом направлении не вызывает сомнений. При планировании комплекса мероприятий в этой сфере должно быть уделено адекватное внимание вопросам модернизации технологий полива сельскохозяйственных культур, поскольку доля потерь воды на орошаемых массивах составляет около 1/3 от общего объема ежегодных потерь воды в пределах ирригационной инфраструктуры.

IV. Опыт и уроки использования различных способов полива в Кыргызстане

1. Вводная историческая справка

Ссылки на публикации и архивные материалы вековой давности свидетельствуют, что на территории Центральной Азии в пределах современных границ Кыргызстана к 1914г. было освоено 434 тыс. гектаров орошаемых земель. Из них на 22 тыс. га выращивался хлопок, на 14 тыс. га – овощи и картофель, на менее чем 5 тыс. га - рис, а подавляющее большинство площадей орошаемой пашни было отведено под зерновые культуры и многолетние травы. Сравнивая эти показатели с данными Рис.7, следует признать очевидный факт – хотя размеры орошаемых площадей Кыргызстана за столетие увеличились более чем в два раза, но структура посевов практически не изменилась (!). Также заслуживают внимание сведения, что в 1914г. зерновые культуры и многолетние травы поливались так называемым «диким напуском» или по полосам, хлопчатник и овощи – по бороздам, а ограниченные плантации риса – затоплением по чекам. Сопоставление этой информации с данными, относящимися к концу 1990-х годов, то есть к периоду максимального развития ирригации в Кыргызстане, а также с современными данными вызывало определенные трудности, прежде всего потому, что в настоящее время в КР не ведется официальная статистическая отчетность о применяемых технологиях полива сельскохозяйственных культур. Тем не менее, основываясь на сохранившихся архивных данных и результатах опросов специалистов центрального аппарата и региональных органов ДВХиМ, а также представителей АВП, фермерских и крестьянских хозяйств, удалось получить сведения на эту тему, обобщенные в Таблице 8.

Таблица 8. Сведения о трендах применения различных способов полива в 1990 и 2014г.г.

Наименование способов полива	Основные поливаемые сельскохозяйственные культуры	Использование данного способа полива на общей площади, тыс.га//%	
		1990г.	2014г.
Полив по бороздам	Технические, овощи, плодовые (сады, виноградники), зерновые	450//40,4%	420//46%
Полив по полосам	Многолетние травы, зерновые	650//58,6%	330,3//36%
Полив по чекам	Рис	8//0,7%	1.2//1,2%
Капельное орошение	Плодовые (сады), зернобобовые (фасоль), овощи (в т.ч. в теплицах)	0,15//0,1%	0,789//0,8%
Полив дождеванием	Кормовые культуры, многолетние травы, сахарная свекла, зерновые	0,2//0,2%	147,7//16%

Источники: 1. Архивные данные ДВХиМ (бывш. Минводхоза Кирг. ССР за 1990г.

2. Ориентировочные данные исследований специалистов КНИИРИ за 2014г.

На первый взгляд, при сравнении данных за 1914 и 2014 годы, может сформироваться впечатление об отсутствии какого-либо прогресса за столетний период в области освоения передовых технологий орошения в Кыргызстане. В связи с этим представляется уместным внести некоторые дополнительные разъяснения. Действительно, до начала 1960-х годов в Кыргызстане уделялось недостаточное внимание вопросам совершенствования технологий полива, однако радикальный пересмотр отношения к этой проблеме уместно датировать маем 1966 года, в связи с выходом Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О широком развитии мелиорации земель...». В государственных долгосрочных программах развития орошаемого земледелия, разработанных на основании указанного Постановления, преимущественная специализация Республики в наращивании выпуска сельскохозяйственной продукции заключалась в производстве сахарной свеклы, хлопка, семян люцерны, в меньшей степени – в расширении производства овощей фруктов и табака. Как следствие, первоочередной задачей явилась оптимизация режимов орошения этих ключевых культур для специфических условий различных регионов Республики. Для разрешения этой и сопутствующих задач были подключены ведущие научно-исследовательские и учебные организации страны – КиргНИИВХ (позднее – ВНИИКАМС, ныне КНИИРИ), Кыргызский НИИЗ, КСХИ (ныне – Кыргызская аграрная академия), а также проектные институты Кыргызгипрозем и Кыргызгипроводхоз. Следует также отметить существенный вклад Кыргызской опытно-селекционной станции в выведении и адаптации к местным условиям высокоурожайных сортов сельхозкультур. Вследствие совместных усилий этих организаций был разработан базовый нормативный документ «Природно-мелиоративное районирование земель и оптимальные режимы орошения сельскохозяйственных культур для административных областей Кыргызской ССР», послуживший основанием для дальнейших работ в области развития технологий полива.

В 1960-е годы бороздковый полив воспринимался, как наиболее прогрессивный, поэтому в этот период в Республике большинство исследований проводилось с целью его дальнейшего совершенствования. В частности, осуществлялись эксперименты на опытных участках с различными уклонами по установлению оптимальной длины борозды, возможности полива через борозду и с переменным расходом, а также с нарезкой криволинейных борозд в соответствии с особенностями рельефа поля (конуторное орошение). К концу 1960-х годов относятся и многочисленные опыты по внесению на поля вместе с поливной водой растворенных минеральных удобрений и пестицидов, а также органических удобрений (животноводческих стоков). Эта технология, получившая в мировой практике название фертигация, а в Центральной Азии – «шербет суу», вначале апробировалась на посевах хлопка и овощах, а вскоре получила широкое распространение по всей Республике.

В дальнейшем, начиная с 1970-х годов, во ВНИИКАМС и КСХИ регулярно проводились исследовательские и опытно-конструкторские разработки новых видов оборудования для бороздкового полива, средств учета поливной воды и автоматизированной стабилизации расходов непосредственно на орошаемых массивах. Как правило, подобные работы завершались внедрением нескольких опытных образцов новой техники, реже – внедрением опытной партии, рассчитанной на обслуживание в лучшем случае - десятка или сотни гектаров орошаемых угодий. Однако столь скромные результаты вовсе не свидетельствуют о недостатках разработанных конструкций. Напротив, известны факты, когда наиболее удачные образцы нового поливного инвентаря, например, трубки-сифоны для подачи воды из лотков непосредственно в борозду, пластмассовые трубчатые регуляторы с задвижками или портативные перемычки из мелиоративной ткани пользовались такой популярностью у местного населения, что немедленно распространялись из колхозных складов на приусадебные или дачные участки. В то же время большинство новых средств водоучета и автоматизации водоподачи на поле в дальнейшем не применялось по причинам высокой себестоимости, а также сложности монтажа и обслуживания.

Также начиная с 1970-х годов, в Кыргызстане проводилось интенсивное внедрение дождевальных установок различных типов, преимущественно для полива многолетних трав и овощей. Особая роль в продвижении дождевальной техники принадлежала в те годы Кантской машиноиспытательной станции (МИС), осуществлявшей тестирование всех новых образцов дождевальных машин, поступавших в Республику. В итоге к концу 1980-х годов более сотни тысяч гектаров орошаемой пашни, преимущественно в северных регионах страны поливалось с применением дождевальной техники.

В отличие от полива дождеванием, технологии подпочвенного полива в советский период не получили заметного применения в Кыргызстане даже на экспериментальном уровне, хотя в Узбекистане (начиная с 1958г.) и несколько позднее в Таджикистане (начиная с 1965г.) были проведены масштабные исследования орошения с помощью закрытых трубопроводов и гибких шлангов на опытных участках площадью порядка сотен гектаров. Хотя результаты опытного внедрения технологий подпочвенного полива в соседних республиках продемонстрировали высокую эффективность данного способа с точки зрения экономии воды, в Кыргызстане подобные исследования были приостановлены ещё на стадии планирования по тривиальной причине - из-за высокой стоимости и дефицита асбоцементных и полиэтиленовых труб и гибких капроновых шлангов. В дальнейшем же, когда по результатам опытного внедрения были выявлены некоторые конструктивные недоработки комплекта оборудования для подпочвенного полива (так называемой «системы Шарова-Шейнкина»), подобные работы в Кыргызстане были окончательно свернуты. Если исходить из современных достижений в области

развития технологий подпочвенного орошения, то такое решение уместно считать опрометчивым.

Современные средства массовой информации и даже научные публикации нередко относят первые шаги по опытному внедрению систем капельного орошения в Кыргызстане к началу 2000-х годов. Однако архивные данные свидетельствуют, что первые опыты по апробации технологий капельного орошения осуществлялись ещё в 1979г. Но уже начиная с 1981-82г.г. в Республике был реализован ряд проектов по внедрению технологий капельного орошения на опытных участках площадью более 10 га в Баткенской области (виноградники), Иссык-Кульской области (яблоневые и абрикосовые сады), Чуйской области (овощи) и др. Как правило, в этих проектах использовались научные и конструкторские разработки Научно-производственного объединения «Радуга» (г. Коломна, Россия), но наряду с ними испытывались и опытные образцы капельниц, полученных из Украины, Грузии и др. республик СССР. Даже первые эксперименты в этом направлении продемонстрировали обнадеживающие результаты, в частности, возможность экономии поливной воды более, чем в 2-3 раза, по сравнению с технологиями полива по бороздам или по полосам. Как следствие, к началу 1990-х годов с помощью капельного орошения поливалось уже около 800га многолетних плодовых насаждений. Однако вскоре дальнейшее продвижение систем капельного орошения в КР прекратилось. В первую очередь это было связано с резким ухудшением социально-экономической обстановки в СССР в целом и, как следствие, невозможностью реализации подобных проектов, требующих значительных инвестиций. Наряду с этим объективным фактором, предшествующий опыт опытной эксплуатации выявил низкую надежность оборудования, прежде всего капельниц, при недостаточной очистке воды. Заслуживает внимания тот факт, что на первых этапах опытного внедрения капельного оборудования основное внимание уделялось очистке поливной воды от взвешенных веществ, при этом не учитывалась возможность оседания внутри капельниц и внутренних поверхностях трубопроводов гидробионтов, а также соединений кальция и магния при увеличении жесткости воды (рН свыше 7.0). Между тем и ранее было известно, что в вегетационный период, в особенности во время прохождения паводков в июле-августе, показатели жесткости воды в горных реках Кыргызстана резко возрастают. По этим причинам в первые же месяцы эксплуатации отмечались регулярные сбои в работе экспериментальных систем капельного орошения, вызывающие недоверие местных сообществ к данному виду поливной техники.

Период с 1965 по 1988 годы ныне признается эпохой наиболее интенсивного развития ирригации в СССР, в том числе и Кыргызстана. Тем более, с современных позиций может вызвать недоумение то обстоятельство, что в Республике наиболее передовые для того времени технологии полива нашли ограниченное применение (на менее 17% от общей орошаемой площади), а впоследствии даже резко деградировали. Особенно если учитывать, что Кыргызстан располагал в те годы мощным научным потенциалом, развитой промышленностью, хорошо сбалансированной водохозяйственной инфраструктурой, а местные специалисты водного и сельского хозяйства ценились настолько, что они зачастую приглашались для участия в международных проектах помощи бедным странам Азии, Африки и Латинской Америки. Очевидно, такое развитие событий можно объяснить только фундаментальными причинами, исходящими из идеологии излишне централизованной «плановой экономики». Будет нелишним напомнить, что главным критерием успешности любого предприятия в те годы служил валовой объем выпускаемой продукции, невзирая на её качество и даже себестоимость. В таких условиях у работников аграрного сектора отсутствовали достаточные мотивации для внедрения любых инновационных технологий, использование которые требовало дополнительных знаний и усилий, но не

сулило ощутимых материальных благ. При этом следует иметь ввиду, что для большинства жителей сельской местности КР доходы от продажи сельхозпродукции, выращенной на личных приусадебных участках, намного превышали размеры заработной платы в колхозах или совхозах. Будет полезным отметить и ещё одно немаловажное обстоятельство: при высоком уровне технического состояния каналов и гидротехнических сооружений и жестком перекрестном контроле соблюдения условий водораспределения в 1980-е годы ирригационные потери воды были сведены к минимуму, поэтому несущественный дефицит поливной воды ощущался только в редкие экстремально маловодные годы. Вследствие этого необходимость внедрения затратных водосберегающих технологий не проявлялась столь остро, как в настоящее время.

После распада СССР, на протяжении 1990-х годов, по общеизвестным причинам в Кыргызстане были временно минимизированы научные исследования, практические работы и обучающие мероприятия по внедрению инновационных технологий полива сельскохозяйственных культур. Их возобновление и развитие, начиная с 1998г. и до настоящего времени, осуществляется преимущественно в рамках реализации международных проектов, указанных в разделе «Характеристика предшествующих инвестиций в ирригационный сектор» настоящего отчета, либо при поддержке национальных организаций – Республиканского Союза АВП, Центра обучения, консультаций и инноваций» (ЦОКИ), Центра конкурентоспособности агробизнеса (ЦКА), региональных сельских консультационных служб (СКС) и др. Следует отметить, что в последние годы отмечается повышение интереса к внедрению эффективных способов полива, в том числе капельного орошения и низконапорного дождевания, благодаря личной инициативе пока немногочисленных успешных в экономическом отношении фермерских хозяйств и аграрных предприятий.

На основании обобщения результатов работ, завершенных в рамках реализации международных проектов, можно заключить, что основное внимание в них за последние 15 лет уделялось не опытному внедрению высокотехнологичных способов полива, а обучению сельского населения навыкам более эффективного использования традиционных способов полива, в первую очередь – полива по бороздам. На первый взгляд такой подход может показаться спорным, тем более что большинство программ и методик обучения предполагало и предполагает ныне применение технологий и оборудования, апробированных в Кыргызстане и др. республиках Центральной Азии ещё несколько десятилетий назад.

Однако полезность такого прагматичного подхода становится очевидной, если принимать во внимание, что со времени обретения суверенитета Кыргызстаном значительная часть квалифицированных специалистов аграрного сектора мигрировала за пределы Республики, сменила род деятельности или устранилась по возрастным показателям. На смену этой элите сельскохозяйственного производства пришла слабо обученная молодежь или жители сельской местности, имевшие ранее иные специальности, но получившие земельные наделы в ходе аграрной реформы в начале 1990-х годов и вынужденные осваивать азы орошаемого земледелия «с чистого листа». Собственно говоря, именно на эту преобладающую часть сельского населения, как целевую аудиторию и были ориентированы программы обучения, расширения доступа к актуальной информации и овладения практическими навыками орошаемого земледелия. Эффективность же реализации этого подхода характеризуется данными статистики, свидетельствующими, что к настоящему времени в той или иной степени охвачено обучением не менее 30% трудоспособного сельского населения КР.

Отмечая существенное повышение квалификационного уровня субъектов аграрного сектора КР за последние годы, уместно подчеркнуть, что в процессе практических занятий непосредственно на опытных поливных участках были получены большие объемы данных о режимах орошения, урожайности и рентабельности тех или иных сельхозкультур и т. п., которые могут быть использованы при выработке рекомендаций по дальнейшему совершенствованию технологий полива. При этом необходимо иметь в виду, что эти данные требуют тщательного анализа и дополнительной проверки. Дело в том, что по данным специалистов КНИИРИ, на ряде опытных участков показатели роста урожайности или экономии воды достигались не только за счет внедрения новых технологий, а лишь вследствие более тщательного соблюдения общеизвестных агротехнических приемов. Кстати, эти факты демонстрируют возможность достижения значительной экономии водных ресурсов непосредственно на поле и без привлечения дополнительных инновационных ресурсов, только путём аккуратной дозировки поливной воды с помощью простейшего инвентаря. С другой стороны, на иных опытных участках были получены крайне незначительные эффекты с точки зрения повышения урожайности сельхозкультур при различных способах полива. Как правило, подобные результаты были зарегистрированы на полях, где эксперименты проводились только с различными способами поливов, зачастую на недостаточно спланированных и удобренных участках, где издавна не применялись севообороты и качественные семена. Эти сведения наглядно подтверждают тривиальную истину, что в сельскохозяйственном производстве невозможно добиться значительного прогресса только за счет внедрения узкоспециализированных передовых технологий, в том числе поливных, без одновременного повышения плодородия почв, применения высокоурожайных сортов сельхозкультур, средств защиты растений, проведения мелиоративных мероприятий и др. Реализацию таких комплексных работ можно начинать в ограниченных масштабах уже в ближайшее время, например, на базе наиболее успешных фермерских хозяйств, АВП и крупных аграрных предприятий, при адекватной поддержке со стороны госбюджета и внешних доноров. При планировании подобных пилотных проектов будет полезным использовать предшествующий многолетний опыт применения различных способов полива в Кыргызстане и соседних государствах, который вкратце обобщен в следующем разделе.

2. Обобщение опыта применения различных способов полива в Кыргызстане

Способ полива напуском и по полосам

Полив «диким напуском» практиковался на территории Кыргызстана на протяжении столетий, однако со второй половины 20 века преимущественно применяется его разновидность – полив по полосам. При этом способе полива вода подается из временного оросителя (выводной борозды, «ок-арыка») в головную часть полосы орошаемого поля и в дальнейшем распределяется по ней самотёком, образуя слой воды толщиной 5-10см. На плохо спланированных полях со сложным рельефом или поперечным уклоном чаще используется способ боковой подачи воды. Формирование полос шириной от 1,5-2 до 20-30 м и длиной до нескольких сотен метров производится путём устройства земляных валиков высотой 20-30 см в направлении максимального уклона. Как правило, ширина полос принимается равной или кратной ширине захвата применяемого в данном хозяйстве типа сеялки. В зависимости от площади полосы, водоподача в неё осуществляется с расходом от 10 до 200 л/с. При максимальных расходах воды порой удается одновременно поливать несколько (до 5-7) полос, при этом производительность труда одного поливальщика может составлять до 10га/смену. В КР данный способ ныне наиболее распространен и применяется для культур узкорядного и

сплошного посева - зерновых, колосовых, зернобобовых и трав, а также при влагозарядковых и предпосевных поливах.

Наилучшим образом этот способ себя зарекомендовал на хорошо спланированных участках при продольных уклонах не более 0,015 и поперечных уклонах не более 0,002. Основными преимуществами способов полива напуском и по полосам являются сравнительно низкие первоначальные капиталовложения и эксплуатационные затраты, отсутствие затрат на электроэнергию, а также относительно высокая производительность труда поливальщиков. Кроме того, этот полив не требует высокой квалификации персонала. В то же время к ключевым недостаткам следует отнести большие потери воды и неравномерность увлажнения почвы и распределения вносимых с водой удобрений, в особенности, на поливных участках со сложным рельефом и недостаточной планировкой. Судя по опыту соседних республик, повысить эффективность использования воды при использовании данного способа возможно путём более тщательного контроля и дозировки водоподачи путем применения сифонов, поливных агрегатов, передвижных трубопроводов, автоматизированных водовыпусков и др., однако применение подобных механизированных устройств приводит к значительному увеличению капиталовложений и эксплуатационных затрат, при этом не снижая радикально потери воды на поле. В связи с этим средства механизированного полива напуском и по полосам в КР применяются крайне редко. Следует также иметь в виду, что в КР этот способ зачастую применяется на орошаемых массивах с уклонами, значительно превышающими допустимые, что вызывает необратимые процессы эрозии почвы.

Способ полива затоплением

Полив затоплением по чекам также издавна применялся в южных регионах Кыргызстана, преимущественно на участках, расположенных в поймах низовий рек. Кроме того, полив затоплением используется ныне и в других регионах Республики во вневегетационный период - при промывке засоленных почв и влагозарядковых поливах. Для выращивания риса часть поймы обычно ограждалась от основного русла реки земляной дамбой и разбивалась с помощью временных земляных валиков на горизонтальные поливные участки (чеки), как правило, расположенные каскадом. Поскольку чеки обычно строились на галечниковом основании, формирование плодородного слоя почвы производилось путём затопления чек в период паводков, когда речной сток содержал значительное количество взвешенных частиц мелких фракций. Иногда для создания слоя почвы в чеках толщиной 10-15 см требовалось несколько лет. Необходимым условием для обеспечения равномерности увлажнения поливного участка является горизонтальность его поверхности, с допустимыми отклонениями не более $\pm 3-5$ см. При сложном рельефе предгорной зоны создать такие условия на больших площадях затруднительно, поэтому размеры чек в Кыргызстане крайне редко превышают 1 га, в то время, как СНиП 2.06.03.85 рекомендует в качестве оптимальных размеры чек от 1 до 4 га, а размеры карт-чек даже от 12 до 16 га.

Заслуживает внимания факт, что местные сорта риса, выращиваемого на территории Узгенского района Ошской области издавна пользовались повышенным спросом не только местного населения но и в ближайших областях Узбекистана и Таджикистана. Однако в 1960-1980-е годы площади посева риса были резко сокращены, а в особо маловодные годы даже запрещались, поскольку приоритетной культурой юга Республики считался хлопчатник. Общепринятые агротехнические приемы выращивания риса предусматривают необходимость создания и поддержания переменного слоя воды глубиной от 5 см до 25-40 см к концу вегетационного периода. Это условие связано с применением больших оросительных норм, составляющих для различных климатических

зон Центральной Азии от 10 до 35 тыс. м³/год. При этом фактические затраты воды на выращивание риса намного превосходят биологическую потребность растений, так как значительная часть воды неизбежно теряется при фильтрации, испарении и подпитывании грунтовых вод. В частности, по данным ряда исследований, на первоначальное насыщение почвенного слоя расходуется 1-2 тыс. м³/га, объемы суммарного испарения составляют от 5 до 14 тыс. м³/га, а потери на боковую и вертикальную фильтрацию порой превышают 10 тыс. м³/га. Таким образом, хотя при возделывании риса способ полива затоплением считается основным, но его ключевые недостатки связаны со значительным водопотреблением, реальные возможности сокращения которого ограничены.

Необходимо учитывать также, что формирование рисовых чеков требует существенных первоначальных затрат, кроме того, данный способ полива способствует разрушению структуры почвы и образованию уплотненной сухой корки, а для ликвидации последствий этих процессов необходимы дополнительные затраты ручного труда. На этом фоне результаты современных экспериментов в КР по замене полива риса способом затопления на полив по бороздам хотя и заслуживают некоторого внимания, но пока представляются недостаточно убедительными.

Эти обстоятельства позволяют предположить, что в условиях растущего дефицита водных ресурсов значительное расширение посевов риса с использованием способа полива затоплением в КР вряд ли возможно.

Способ полива по бороздам

Как уже отмечалось выше, различные модификации способа полива по бороздам в Кыргызстане наиболее изучены. Например, установлено, что этот способ может успешно применяться для полива любых пропашных культур, в том числе технических, овощных, зернобобовых и др., а также многолетних насаждений на орошаемых массивах с уклонами до 0,05. На участках с большими уклонами полив этим способом возможен в случае использования контурных борозд. В зависимости от уклона поливного участка, состава пропашных сельхозкультур и показателей водопроницаемости почвы, ширина междурядий может составлять от 45 до 90 см, для многолетних насаждений – до нескольких метров. Исходя из величины уклона участка и ширины междурядий, борозды делают различной глубины: на больших уклонах и узких междурядьях – мелкие (8-12 см), на малых уклонах с шириной более 45 см – средние (12-15 см) или глубокие (18-20 см). При этом борозды бывают сквозные или тупые, короткие (60 - 80 м) или длинные (до 500 м). При поливе по бороздам почву необходимо увлажнить равномерно по всей ширине междурядья и на глубину не менее 40 см. С этой целью при ручном способе обработки почвы борозды нарезаются кетменем или лопатой посередине междурядий, но при ширине междурядья свыше 70 см их чаще нарезают на расстоянии 20-25 см по обеим сторонам ряда.

В зависимости от уклона участка, структуры почвы и вида поливных культур, расход воды в голове борозд может варьироваться в пределах от 0,1 до 4 л/с. Расход воды выбирается тем меньше, чем больше уклон борозды. При этом в разных регионах Республики применяются различные способы подачи воды, например постоянной или переменной струей. Например, при поливе без сброса по глубоким тупым бороздам глубиной 25- 30 см на уклонах до 0,02 борозды заполняют водой, затем подачу её прекращают, пока вода впитывается в почву. В конце поливной карты устраивают соединительную борозду для перехвата остатков воды. При поливе по глубоким бороздам без сброса, с наполнением их примерно на две трети, при средних уклонах 0,002-0,004, пуск воды прекращают раньше, чем струя достигнет конца борозды, остальная её часть по

длине увлажняется стекающей водой. При поливе по проточным бороздам глубиной 8-25 см со сбросом, при уклонах более 0,004, часть воды, не впитавшейся в почву, поступает в оросительные и сбросные каналы и затем повторено используется для орошения нижерасположенных полей. Полив по бороздам-щелям глубиной до 35-40 см чаще применяется при влагозарядковых и предпосевных поливах на участках с недостаточно ровной поверхностью и на почвах со слабой водопроницаемостью. При таком поливе с расходом, увеличенным в 2-3 раза, по сравнению с обычным, быстрее и равномернее увлажняется почва. Полив кукурузы нередко осуществляется через борозду. Подобные приемы полива ранее были хорошо известны поливальщикам, особенно на юге Республики, но теперь новому поколению жителей сельской местности их зачастую приходится осваивать заново.

Преимущества бороздкового полива, как и других способов поверхностного полива, заключаются в сравнительно низких затратах на первоначальные капиталовложения и эксплуатацию оборудования, возможности полива культур, чувствительных к заболеваниям листьев и при сильном ветре. Бороздковый полив также имеет преимущество в случае, если поливная вода содержит много илов и песков. Судя по предшествующему опыту, он допускает возможность применения различных средств механизации агротехнических работ и поливного оборудования, существенно увеличивающих производительность труда, но при одновременном увеличении капитальных затрат.

Ключевыми недостатками этого способа является невозможность применения на участках со сложным рельефом, значительные потери воды на фильтрацию и испарение и неравномерность увлажнения почвы. Эти недостатки имеют общий характер, поскольку автоморфный режим увлажнения почв требует частых поливов малыми нормами, не превышающими влагоёмкости корнеобитаемого слоя ($500-700 \text{ м}^3/\text{га}$). Бороздковая техника полива в принципе не в состоянии обеспечить соблюдение этих норм при достаточной равномерности распределения влажности по всей площади поля и это вызывает неэффективное использование воды (при её наличии), либо посушку посевов из-за повышенных межполивных периодов (при дефиците воды). Сбросы «лишней» воды с полей вызывают эрозию почв со снижением её плодородности и последующее загрязнение источников водных ресурсов и окружающей среды. В то же время достичь ощутимой экономии воды вполне возможно при более тщательной дозировке водоподачи способом «переменной струи» с применением известных типов поливных агрегатов, передвижных поливных трубопроводов и даже простейшего поливного инвентаря, например, сифонов.

Способ внутрпочвенного полива

Изучение архивных материалов показало, что в 1960-1970г.г. в Кыргызстане неоднократно планировалась реализация пилотных проектов по опытному внедрению систем внутрпочвенного орошения, но свидетельств их осуществления не обнаружено. Однако в других республиках СССР в эти и более поздние годы был наработан достаточный опыт строительства и эксплуатации таких систем, что позволяет объективно оценить их достоинства и недостатки. В разное время опробовалось их применение при возделывании овощных культур, винограда и хлопчатника, преимущественно на плоских участках, а также на склонах с рыхлым почвенным покровом, но позднее они стали использоваться, в основном, для поливов многолетних плодовых насаждений. При внутрпочвенном орошении вода (как правило, с питательными веществами удобрений) подается непосредственно к корням растений. Наиболее эффективно способ зарекомендовал себя на почвах, не подверженных засолению, с хорошо выраженными

капиллярными свойствами, при относительно глубоком залегании грунтовых вод, более 2,0м.

Внутрипочвенный полив осуществляется по трубам-увлажнителям диаметром 20-40мм и длиной до 200м, расположенным в почве на глубине 0,15-0,6 м, на расстоянии друг от друга, соответствующем ширине междурядий, обычно - от 0,45 до 1,5м. Трубы-увлажнители подсоединяются в верхней части к распределительному трубопроводу, а в нижней - к сбросному (промывному) трубопроводу или к открытой траншее. Перфорированные трубы или гибкие шланги, чаще всего полиэтиленовые, имеют круглые (диаметром 2-3 мм) или щелевые отверстия (длиной 5-10 мм и шириной 1-2 мм), располагаемые через каждые 20-40 см. По способу подачи воды системы подпочвенного орошения подразделяют на вакуумные (адсорбционные), безнапорные и напорные. Чаще всего вода в распределительные и увлажнительные трубопроводы подается под небольшим давлением, при напоре порядка 0,3-0,5м и расходах воды в головной части увлажнителя в диапазоне 0,2-0,6 л/с.

По сравнению со способами поверхностного полива, внутрипочвенное орошение имеет ряд преимуществ, в том числе:

- обеспечивается возможность применения различных средств механизации и автоматизации процесса полива;
- обеспечивается более экономное использование поливной воды;
- обеспечивается насыщение почвы кислородом, в результате чего создаются благоприятные условия для роста корней и питания растений, а следовательно и для повышения урожайности. При этом поверхность почвы не уплотняется и остается рыхлой, уменьшается засоренность полей и, таким образом заметно сокращаются затраты труда на прополку сорняков и культивацию почвы;
- внутрипочвенный полив не мешает проведению других садово-огородных работ на участке;
- реже развиваются грибковые заболевания растений.

Вместе с тем, сравнительно слабое распространение этого способа обусловлено прежде всего высоким уровнем затрат на приобретение и монтаж комплекта оборудования и эксплуатацию оборудования. К прочим недостаткам можно отнести:

- ограничения использования на легких (песчаных), просадочных и засоленных почвах;
- слабое увлажнение верхнего слоя почвы, что ухудшает условия всходов и приживаемости рассады овощных и других культур;
- большие потери воды на фильтрацию в горизонты ниже активного слоя почвы;
- необходимость проведения дополнительных работ, предотвращающих возможное засорение внутрипочвенных увлажнителей и перфорационных отверстий мусором, частицами почвы или илом, например, путём применения сетчатых, гравийных или песчаных фильтров и/или обеспечивающих периодическую промывку всех трубопроводов осветленной водой;
- значительно более высокие требования к качеству оросительной воды (размеры твердых частиц не более 1мм, мутность воды не более 0.05г/литр), по сравнению с поверхностными способами полива, во избежание заиливания распределительных и увлажнительных трубопроводов.

Следует отметить, что в последние годы разработаны более совершенные комплекты оборудования для систем подпочвенного орошения, позволяющие заметно уменьшить стоимость и сроки строительства с применением механизированной технологии бестраншейной укладки пластмассовых труб. Дополнительное

модернизированное оборудование позволяет также вносить на поля вместе с водой растворенные минеральные удобрения и очищенные животноводческие и бытовые сточные воды. Вместе с тем, высокая стоимость и современных систем внутрисочвенного орошения является решающим фактором, затрудняющим возможность их применения в Кыргызстане в ближайшие годы.

Способ полива дождеванием

Как уже отмечалось выше, в Кыргызстане, начиная с середины 1960-х годов, был накоплен значительный опыт применения различных видов дождевальной техники. Это было связано с тем что данный способ полива мог использоваться там, где другие способы затруднены, например, на неспланированных участках со сложным микрорельефом. Дождевальная техника получила наибольшее распространение в северных регионах Республики – Чуйской, Иссык-Кульской и Нарынской областях для полива зерновых колосовых, овощных культур и многолетних трав. При этом использовался широкий спектр насадок на дождевальные машины - короткоструйные с шириной захвата 5-8м, среднеструйные (15-35м) и дальнеструйные (40-100м). Однако в первые годы внедрения наибольшее распространение получили простые и относительно дешёвые дальнеструйные агрегаты ДДН-70 и ДДН-100 и, особенно, короткоструйные двухконсольные установки ДДА-100М, используемые на базе тракторов ДТ-75. Несколько позднее в СССР был освоен серийный выпуск прочных тонкостенных труб из стали и алюминиевых сплавов, что позволило создать более совершенные образцы дождевальной техники. Вследствие этого в Республике, наряду с навесными агрегатами, стали всё более использоваться дождевальные машины фронтального перемещения, например, типа «Волжанка» и «Днепр», а также кругового перемещения типа «Фрегат». Следует отметить, что в отличие от указанных, широкозахватные фронтальные установки «Кубань», переносные дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД-15, ДД-30 и их модификации, а также импортируемые поливные машины, например «Сигма» производства Чехословакии, нашли применение в стране в качестве единичных опытных образцов. Также нашли ограниченное применение, в основном, в теплицах, системы мелкодисперсного (сплинькерного) дождевания. Как правило, источником воды для полива дождеванием являются открытые каналы либо скважины подземных месторождений. Создание необходимого напора воды обеспечивается с помощью дизельных передвижных насосных установок автономного типа или смонтированных на тракторах, а также с помощью электрифицированных насосов, установленных на скважинах.

Обобщение обширного практического опыта применения различных видов дождевальной техники в КР позволяет сделать объективные выводы об их достоинствах и недостатках. В частности, основные преимущества способа полива дождеванием заключаются :

- в возможности применения на полях со сложной топографией и больших уклонах, а также на песчаных и слаборазвитых почвах без проведения или при минимуме планировочных работ;
- в пригодности для полива большинства пропашных культур;
- в экономном использовании воды (порядка 10-25%) и обеспечении равномерного увлажнения поливного участка, по сравнению с поверхностными способами полива,
- в высокой мобильности оборудования и возможности обеспечения высокой производительности труда при поливе;
- в возможности оперативного регулирования объемов водоподачи и интенсивности полива, в зависимости от периода развития растений, характеристик почв и мелиоративного состояния земель;
- в возможности более точного контроля расхода воды на участке;

- в увеличение коэффициента земельного использования путём уплотнения посевов сельскохозяйственных культур, с соблюдением оптимального режима питания и освещения;

- в возможности орошения с одновременным внесением удобрений при подкормках и ядохимикатов при борьбе с вредителями и болезнями, а также при дефолиации листьев растений перед уборкой;

- в возможности проведения поливов в любое время суток и малыми поливными нормами, начиная с 30 м³/га.

Наряду с указанными преимуществами, способ полива дождеванием имеет и ряд недостатков, основными из которых являются:

- высокие начальные капиталовложения на приобретение дорогостоящей поливной техники и строительство подводящих коммуникаций;

- дополнительные затраты на электроэнергию или дизельное топливо для насосных установок, создающих необходимые напоры для дождевальных установок;

- высокая вероятность уплотнения верхнего слоя почвы и образования корки на поверхности почвы;

- отрицательное воздействие на лиственный покров растений (ожог листьев);

- неравномерность распределения воды в поле при ветре;

- значительные потери воды на периферии поливных участков, в особенности на участках прямоугольной формы, при использовании поливной техники кругового перемещения, например, типа «Фрегат».

Будет полезным отметить также, что эффективная эксплуатация дождевальной техники предполагает высокий уровень квалификации обслуживающего персонала и тщательного соблюдения всех агротехнических приемов и режимов орошения. К примеру, приходится учитывать, что поливные нормы при поливе дождеванием обычно ниже, по сравнению с нормами, рассчитанными для способов поверхностного полива (в благоприятных условиях - до 400-800 м³/га). При таких нормах не всегда обеспечивается нужная глубина промачивания почвы, поэтому приходится увеличивать число поливов. Это удорожает проведение поливов и приводит к росту потерь воды. Основной принцип полива дождеванием – это соблюдение условия, при котором интенсивность дождя должна соответствовать скорости впитывания воды почвой, а всякое отклонение от оптимального режима орошения связано с негативными последствиями: либо подсушкой растений, либо к образованию на участке луж и поверхностного стока, заплыванию почвы, вытеснению из неё воздуха и даже к развитию заболеваемости растений, а в конечном счете – к снижению урожайности. Однако реализация этого принципа достигается только вследствие многолетней практики.

В целом, из перечисленных недостатков наиболее заметно способствовали трендам деградации систем дождевального полива такие факторы, как высокая стоимость поливной техники, многократное увеличение стоимости дизельного топлива и тарифов на потребление электроэнергии, нехватка квалифицированных кадров, а также последствия земельной реформы, в результате которой малые размеры земельных наделов у фермерских и крестьянских хозяйств зачастую делают невозможным применение многих типов дождевальных агрегатов. Впрочем, это обстоятельство не исключает возможность применения на малых поливных участках компактных дождевальных установок стационарного, барабанно-шлангового и т.п. типов.

Способ полива капельным орошением

Хронология применения технологий капельного орошения в КР насчитывает несколько характерных этапов – период первых экспериментов, начиная с 1979г., период

опытного внедрения на небольших участках в середине 1980-х годов, кратковременный период устойчивого применения в конце 1980-х годов, когда общая площадь садов, поливаемых этим способом достигла почти 800га и последующий, более чем десятилетний период застоя и деградации. После 2010г., в связи с возрастающим дефицитом водных ресурсов, в Кыргызстане вновь отмечается активизация действий по применению систем капельного орошения. Как следствие, в 2014г. зарегистрировано использование этого способа для полива фасоли в Таласской области на площади 2га, для полива фруктового сада в Ошской области на косогорном участке площадью 2га, для полива овощей в теплицах Чуйской области на общей площади 0,6га. Однако в ближайшее время планируется более интенсивное применение этого способа например, в Кара-Бууринском районе Таласской области осуществляется строительство системы для полива картофеля площадью 20га, а в Тонском районе Иссык-Кульской области – ещё более масштабный проект полива сада на площади 85га. Уже накопленный в КР опыт, наряду с обобщением практики применения систем капельного орошения за рубежом, позволяет сформулировать некоторые предварительные выводы.

По существу, капельное орошение является более совершенной модификацией указанного ранее способа подпочвенного полива. Поэтому ему в полной мере свойственны ключевые преимущества и недостатки, отмеченные выше, однако имеются и некоторые различия. В частности, при капельном орошении подача воды производится непосредственно к корневой системе растения через специальные микроводовыпуски - капельницы с очень малыми расходами, обычно от 1 до 4 л/час. Этим обеспечивается возможность полива малыми поливными нормами и с короткими межполивными периодами. Вместе с поливной водой при необходимости можно подавать растворенные удобрения путём впрыска их в магистральный трубопровод с помощью инжектора.

Многообразие разработанных к настоящему времени технологий капельного орошения позволяет применять их на участках различной конфигурации сложного рельефа, в том числе на крутых склонах, не требующих тщательной планировки. Вместе с тем, область их использования ограничена незасоленными почвами и уровнями грунтовых вод более 2м от поверхности, а при высокоминерализованных грунтовых водах – более 4м. В отличие от способа полива дождеванием, капельное орошение можно проводить при любых климатических условиях, даже при сильном ветре, и выполнять различные виды сельскохозяйственных работ непосредственно во время орошения.

Ещё одним показателем эффективности этого способа полива является возможность использования при орошении различных видов сельхозкультур. Однако высокая стоимость оборудования и эксплуатации систем капельного полива предполагает целесообразность их преимущественного применения при возделывании высокорентабельных многолетних насаждений (садов, виноградников, ягодников) и однолетних овощных и бахчевых культур широкорядного посева (с междурядьями шириной 0,7 - 6м), в условиях ограниченных водных ресурсов.

Последнее условие характеризует важнейшее преимущество данного способа – значительная экономия оросительной воды в результате снижения потерь на фильтрацию за пределы корнеобитаемой зоны, испарение, поверхностный сток, а также из-за устранения неравномерности полива. Поэтому практика показывает, что капельное орошение позволяет сокращать потери воды до 50% воды, а по максимальным оценкам - уменьшать в 2-3 раза оросительные нормы, по сравнению с поверхностными способами полива и дождеванием.

Вместе с тем следует учитывать серьезные препятствия для широкого внедрения систем капельного орошения, связанные с высокими требованиями к качеству поливной воды, даже по сравнению с другими способами подпочвенного орошения, не говоря уже о технологиях поверхностного полива. Поэтому комплект оборудования капельного орошения должен, как правило, включать устройства для очистки воды. Но хотя в Кыргызстане уже накоплен достаточный опыт очищения оросительной воды в отстойниках от донных наносов и взвешенных частиц, в то же время эффективные приёмы уменьшения жесткости (минерализации воды соединениями кальция и магния) пока не отработаны, что существенно снижает показатели надежности капельного оборудования. В связи с этим возрастают риски частой засоряемости капельниц-водовыпусков отложениями солей и планктоном, образующимися в течение межполивного интервала в трубопроводах-увлажнителях, как следствие-неравномерности увлажнения поливного участка. Это вызывает необходимость регулярной промывки всей системы препаратами, не всегда полезными для возделываемых культур. Кроме того, применение капельного орошения связано и с рядом других специфических проблем, например, с возможностью повреждения пластмассовых капельных лент при культивации почвы или даже грызунами.

Но всё же, наряду с прочими факторами, в настоящее время основными причинами ограниченного применения систем капельного орошения являются наиболее высокие, по сравнению с другими способами полива, затраты на приобретение, монтаж и эксплуатацию оборудования. Это обусловлено необходимостью монтажа густой сети трубопроводов, увлажнителей, большого количества капельниц-водовыпусков, применения дополнительного оборудования для очистки воды. Очевидно, что значительные первоначальные инвестиции и последующие эксплуатационные расходы доступны ныне только для наиболее успешных фермерских хозяйств Кыргызстана. Но и более крупные сельскохозяйственные предприятия смогут добиться быстрой окупаемости капитальных вложений только в случае радикальной модернизации всего спектра агротехнических технологий и структуры посевов. Это заключение подтверждается и результатами сравнительных испытаний, проводимых в последние годы в Кыргызстане в рамках обучающих программ ряда международных проектов для персонала АВП. В частности, эти результаты доказывают возможность достижения ощутимой экономии воды при использовании водосберегающих технологий полива, но при этом резко возросли удельные затраты, по сравнению с традиционными методами полива. Важно отметить, что проведенные опыты продемонстрировали заметный рост урожайности культур, поливаемых с помощью водосберегающих технологий, а следовательно и полученной прибыли, только в случаях дополнительной подкормки растений минеральными и органическими (методом «шербет суу») удобрениями и более тщательной обработки почвы.

V. Обобщение международного опыта развития передовых технологий полива сельскохозяйственных культур

1. Введение

Наличие достаточных запасов водных ресурсов в странах Центральной Азии является ключевым фактором развития всех отраслей экономики. При этом аридный тип климата обуславливает возможность эффективного сельскохозяйственного производства исключительно благодаря передовым и эффективным методам орошения. С другой стороны, снижение водообеспеченности, интенсификация процессов засоления и других видов деградации земель при глобальном и региональном изменении климата также влияет на уровень урожайности всех культур. В странах ЦА наиболее важно вовремя оценить воздействие изменения климата на аграрный сектор, как основной потребитель

водных ресурсов. Известно, что потепление ведет к увеличению основной расходной статьи водного баланса - испарения и как следствие, вызывает увеличение числа и норм вегетационных, влагозарядковых и промывных поливов. Для дальнейшего снижения степени негативного воздействия и смягчения последствий климатических изменений на окружающую среду необходимо рациональное использование водных ресурсов, внедрение передовых водосберегающих технологий в орошаемом земледелии, таких как дождевание и капельное орошение. При существующей в настоящее время ситуации в орошаемом земледелии изменение климата приведет в итоге к усилению водного дефицита и дополнительным рискам для сельского хозяйства.

Поэтому информация о инновационных методах орошения имеет важное значение для оценки перспективных потребностей аграрного сектора КР в водных ресурсах, а также с точки зрения возможного роста урожайности сельхозкультур.

Вместе с этим, с ростом экономического потенциала стран ЦА, в некоторых из них возникнут серьезные проблемы, связанные с водоснабжением и очисткой сточных вод. Эти процессы, конечно, связаны также с происходящими организационно структурными реформами и в особенности, в сельском хозяйстве включая введение платного водопользования с целью покрытия реальных расходов за водоподачу.

Но оросительная вода это не только жизнь, она и в некотором смысле угроза в поле. Избыточный полив часто приводит к тому, что скрытые до поры в глубине почвы соли, подтягиваются с грунтовыми водами к самой поверхности почв, делая их абсолютно непригодными для использования. С другой стороны, использование высокоминерализованной оросительной воды приводит к деградации орошаемых земель, особенно при использовании технологически не эффективных методов орошения. Общее положение усугубляется еще и тем, что орошаемые земли региона на значительных площадях находятся в неудовлетворительном мелиоративном состоянии.

Анализируя и обобщая мировой опыт и тенденции развития технологий полива нельзя не отметить, что на международном уровне принято сравнивать страны по природной **водобеспеченности**. По определению ООН черта водного дефицита составляет 1700 куб.м. воды на человека в год, а красная линия в районе 500-700 куб.м., так что конкретные решения развития во многом зависят от этой статьи. По официальным данным ФАО (AQUASTAT, 2002г.), удельная водобеспеченность в **Кыргызстане** на человека составляет **4,182 м³/год** за счет естественных (водообновляемых) водных ресурсов [Water resources: total renewable per capita] в то время как в Казахстане – 6,778; Таджикистане - 2,625; Туркменистане - 5,218; Узбекистане – 2,026; Египте – 859; Индии – 1,880; Турции – 3,439; Китае – 2756; Израиль – 276.

Для сравнения важно отметить также данные по **водопотреблению** на душу населения (включающие компоненты сельскохозяйственного, промышленного и хозяйственно-питьевого потребления), но сильно отличающиеся от предыдущих данных:

- Кыргызстан – 1, 717 м³/ на человека в год;
- Казахстан – 1,436;
- Узбекистан – 1,536;
- Туркменистан- 3,596;
- Таджикистан – 1,016;
- Египет- 485;
- Израиль – 191.

Так как сравнение аграрных стран по эффективности водопотребления принято вести по **усредненной норме полива в м³/га в год**, то в случае Кыргызстана, получим сценарий, отличающийся по методологии от приведенных выше :

- По данным ФАО в 2006 году водоподача в с/х сектор КР составила **7,447 млн. м³** воды (т.е. 93% от общего водопотребления равного в тот год **8,007 млн.куб.м.**). В таком случае **усредненная норма полива** составила по этим данным приблизительно **7,300 м³/га в год**, а такой результат можно считать вполне приемлемым по сравнению с соседними странами региона и отражающим потребности доминирующих сельхоз-культур корзины.

- Принимая во внимание, что данный результат включает в себя также потери поливных вод в магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных системах, оцениваемых на 45-50% получим, что **водоподачу на орошение** можно оценить приблизительно в количестве **4.1 куб.км в год**, а уточненный результат усредненной нормы полива (нетто на поле) в размере **4,000 куб. м. га в год**. Такой анализ неожиданно приближает нас к почти фактическим результатам **водоподачи на орошение** по данным ДВХиМ за 2014 год равным **4.438 куб.км. год на площади 914 тыс. гектаров** орошаемых земель с усредненной, в данном случае, нормой полива на поле в размере **4,850 куб.м. га в год**.

С другой стороны базируясь на рекомендуемых в Кыргызстане оросительных нормах (по усредненным цифрам нетто-поле) в размере:

- Хлопчатник 4,800-6,700 м³/ га в год;
- Кукуруза на зерно 3,800-5,600;
- Озимая пшеница 2,500-3,800;
- Люцерна 5,800-7,900;
- Сады 6,300.

И подставляя эти данные в известную корзину с/х культур (по данным МСХиМ) получим приблизительно **водоподачу на орошение** в размере **5.5 км³ в год**, а **водоподачу в с/ х сектор** (с учетом признанных потерь) в количестве **10.0 км³ в год**.

В заключение можно отметить, что по данному сценарию, получим усредненную норму полива в размере **9 – 10 тыс. м³/ на гектар в год**, отражающую более реальный результат для стран ЦА.

Эти данные еще раз подчеркивают необходимость уточнения информации по водному балансу КР, учитывая потребности в обеспечении продовольственной независимости. Такой баланс рекомендуется планировать уже в настоящее время на 2020, 2030, 2040 и даже 2050г.г., учитывая потребности всех отраслей страны. Данная информация позволит также реальней взвесить рекомендации по внедрению передовых технологий орошения на базе развития необходимых для этой цели инфраструктур с/х сектора.

2. Обзор современных передовых и эффективных технологий орошения

Важнейшим мероприятием, нацеленным на повышение продуктивности земельных угодий в засушливых зонах, является орошение. Оптимальность используемого способа орошения и техническое совершенство гидромелиоративной системы оценивают по минимальному расходу оросительной воды и максимальной урожайности. Эта задача может решаться комплексно, созданием технически совершенной водосберегающей,

внутрихозяйственной системы с применением эффективного оборудования и передовых технологий.

Выбор рациональных технологий полива и оборудования для данных конкретных условий следует проводить поэтапно. Вначале следует определить техническую приемлемость той или иной поливной технологии, а затем выбрать наиболее целесообразную экономически для данной области (бассейна) с учетом доминантной с/х культуры.

Техническая применимость зависит от ряда природно - хозяйственных факторов или климатических условий (1), почвенных (2), рельефных (3), гидрогеологических (4), хозяйственных (таких как, расчетная глубина корневой системы и поливной нормы) и от количества квалифицированных поливальщиков.

- (1) дефицит испаряемости, скорость ветра
- (2) скорость впитывания за первый час, глубина почвенной толщины.
- (3) максимальный уклон объем планировочных работ
- (4) глубина залегания пресных и минерализованных грунтовых вод.

Экономическая оценка целесообразности применения того или иного оборудования и современных технологий полива устанавливается сопоставлением ряда технико-экономических показателей, важнейшие из которых: размер капитальных вложений и срок их окупаемости. Примеры по этой статье приведены ниже.

Капельное орошение

Особенности систем капельного орошения

Многие международные фирмы, вложили немало усилий и средств в исследование и развитие капельного орошения. Полученные положительные результаты способствовали быстрому распространению капельного орошения во многих других странах. В результате технологических усовершенствований, на протяжении всех этих лет были разработаны капельные увлажнители (капельницы) и другое высоконадежное оборудование капельной системы, пригодное для воды любого состава (качества) и различных полевых условий.

При капельном орошении почва увлажняется водой, подаваемой точечными источниками воды малого расхода, в результате чего увлажняется только малая часть общего объема почвы, но и в этом объеме содержание почвенной влаги неравномерно. Поэтому и корневая система растений развивается соответственно этому неравномерному содержанию влаги.

Разветвленная и относительно неглубокая корневая система развивается в объеме почвы (чаще всего выраженном конусом с формой «луковицы») с высоким содержанием влаги, приближенном к точечному источнику воды (капельнице). По мере отдаления от источника воды уменьшается содержание почвенной влаги, и соответственно уменьшается развитие корневой системы.

При переходе от других типов орошения к капельному, процесс адаптации корневой системы проходит быстро и без проблем.

Капельное орошение является наиболее эффективной системой для питания растений. Быстрое и интенсивное поглощение питательных веществ происходит вследствие большой развитости корневой системы на участке вокруг корней. Благодаря тому, что вода в почве циркулирует по капиллярному принципу, она почти не вытесняет

воздух. Макропоры почвы в основном остаются сухими, с хорошей аэрацией, и уровень влажности лишь незначительно превышает полевую влагоемкость, за исключением небольшого насыщенного водой участка вблизи капельницы. Это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающегося во время или непосредственно после орошения.

Еще одной отличительной чертой капельного орошения является возможность и, чаще всего, необходимость полива и внесения удобрений с короткими интервалами, что дает возможность достичь высокой урожайности с более эффективным использованием воды, по сравнению с любым другим методом орошения.

Капельное орошение позволяет также использовать под полив минерализованные воды, но в данном случае следует придавать особое внимание солевому распределению в почвенном растворе.

Ввиду особенности движения и распределения влаги от точечного источника, концентрация солей на границе смоченного района («конуса») может быть выше концентрации солей в поливной воде или концентрации в районе непосредственно под капельницей.

Использование минерализованных вод создает районы повышенной солевой концентрации также на поверхности почвы вокруг капельницы и в глубине почвы под смоченным фронтом. Поэтому в случае аккумуляции солей необходимо проводить их искусственную промывку ниже основного корневого слоя с помощью добавления воды к поливной норме в конце сезона (учитывая также естественную промывку дождем).

Необходимо также отметить повышенную чувствительность капельных систем к засорению, поэтому в этих системах особое внимание уделяется фильтрационным установкам и химической обработке поливной воды.

Движение воды от точечного источника

Основными силами, действующими на движение воды в почве, являются сила гравитации и капиллярные силы, обеспечивающие движение во всех направлениях. Взаимосвязи между двумя этими силами влияют на распределение воды в почве.

Для почв с низкой гидравлической проводимостью (скоростью инфильтрации) и высокой полевой влагоемкостью (таких, как глина или пылевая глина), принято представлять конфигурацию смоченного объема воды под капельницей как «луковицу». Для почвы с высокой скоростью инфильтрации (с низкой доступной почвенной влагой) смоченный профиль представлен в форме продолговатой «морковки».

Картина распределения как содержания почвенной влаги, так и концентрации солей в почвенном растворе смоченного контура зависит от:

- 1) свойств почвы;
- 2) расхода капельницы;
- 3) расстояния между капельницами;
- 4) концентрации солей в поливной воде;
- 5) нормы полива;
- 6) условий начальной влажности.

В зоне непосредственно под капельницей создаются условия насыщения, и скорость инфильтрации снижается. Обычно считают, что диаметр этого насыщенного района достигает определенного постоянного размера.

В легких почвах с высоким содержанием крупных частиц (песок), отличающихся высокой скоростью инфильтрации (даже в условиях насыщения), непосредственно под капельницей образуется небольшой переходный район насыщения.

В тяжелых же почвах (глина) с высоким содержанием мелких частиц и низкой скоростью впитывания воды в почву (скоростью инфильтрации) этот переходный район насыщения под капельницей может достичь относительно больших размеров.

Важно запомнить, что максимальный диаметр этого района для определенного типа почв зависит от расхода капельницы и не зависит от продолжительности поливочного периода.

Аэрация в этом районе недостаточная, и большой его размер может отрицательно влиять на развитие растений.

Фронт увлажнения (смоченный «конус») разных почв после оросительного процесса одинаковой поливной нормой различен и распространяется на большую глубину в легких почвах, по сравнению с тяжелыми. Эти положения очень важны для выбора расхода капельницы и расстояния между ними.

Поэтому чем тяжелее почва, тем самым возможно увеличить расстояния между смежными капельницами (за счет капиллярного движения воды). На легких же почвах рекомендуется сокращать эти расстояния, т.к. в этом случае на движение воды в смоченном районе доминирующее действие оказывает сила гравитации.

С помощью математических моделей можно подобрать наилучшее соотношение между расходом капельницы и расстоянием между ними, в зависимости от вида почвы и растения.

Следует отметить, что при промывке солей, аккумулирующихся в смоченном «конусе» в случае легких почв (песок), происходит их постепенное накопление на границе смоченного фронта, в случае же суглинка соли распределяются в довольно-таки широкой полосе, параллельной смоченному фронту.

Технические характеристики капельниц

Как отмечалось выше, капельные системы относятся к орошению под давлением. Роль капельницы заключается в подаче воды из поливной трубы (диаметром от 12 до 25 мм и толщиной стенки от 0.25 мм до 1.2 мм) в атмосферу в форме капель без энергии.

Конструкция лабиринта потока с его малыми размерами является сердцем капельницы, и этот лабиринт соответствует контролируемому снижению давления. Лабиринт характеризуется тремя параметрами: формой, поперечными размерами и длиной. Эти параметры определяют расход капельницы в зависимости от давления, позволяя построить соответствующие характеристики Q/P , и влияют на способность капельницы противостоять засорению. Размеры сечения лабиринта одной из распространенных капельниц расходом 2.3 л/с: глубина – 1.2 мм, ширина – 1.2 мм, длина – 15 мм.

Номинальный расход капельницы, как правило, отражает расход при давлении в 1Атм (10 метров). В сельском хозяйстве наиболее распространены капельницы с расходом от 1.2 л/ч до 4 л/час.

Качество капельницы выражается способностью обеспечивать номинальный расход при определенном давлении, в однородности расхода капельниц и в меньшей чувствительности к засорению.

На протяжении многих лет конструкторы капельниц вынуждены были преодолевать два противоречивых требования: с одной стороны, проектирование лабиринта с большой длиной потока и узкими размерами сечения для получения низких расходов, а с другой – стремление увеличить размеры сечения и сократить длину потока в лабиринте с целью уменьшения чувствительность к засорению.

В последние годы создан целый ряд капельниц, обладающих вышеупомянутыми качествами – короткими лабиринтами с относительно большими сечениями и турбулентным режимом потока, обеспечивающим низкий расход и незначительную чувствительность к засорению.

Особое внимание при конструировании капельниц уделяется созданию в ней встроенного фильтровального компонента.

Характеристика работы капельниц

- Капельницы конвенционального действия (без компенсации расхода) – расход капельницы изменяется с изменением давления.
- Капельницы компенсационного действия – расход капельницы остается постоянным в относительно широком диапазоне давлений (6-40 метров).

Следующей формулой можно представить связь между расходом капельницы и давлением на ее входе:

$$q = kP^e,$$

где:

q – расход капельницы (л/ч);

k – постоянная капельницы;

P – давление на входе в капельницу (в метрах);

e – коэффициент, зависящий от режима течения в лабиринте.

Для примера представим расчет одной конкретной интегральной капельницы при давлении P = 10 м и P = 20 м:

$$Q = 0.911 \times P^{0.48} \text{ л/ч,}$$

Где	P = 10 м	Q = 0.911 × 10 ^{0.48} = 2.75 л/ч,
	P = 20 м	Q = 0.911 × 20 ^{0.48} = 3.84 л/ч,

В капельницах с турбулентным движением потока воды расход изменяется по квадратному корню от давления и коэффициент e = 0.5. В этом случае, при проектировании капельных систем допускается отклонение по давлению между экстремально расположенными капельницами в размере 20%, обеспечивая соответственно 10%-ное отклонение по расходу.

В капельницах с ламинарным движением коэффициент $\epsilon = 0.7-0.8$, и допускаются соответственно максимальные отклонения только размером $\delta P = 15\%$, $\delta q = 7\%$.

Принято считать, что чем коэффициент ϵ меньше (приближаясь к 0.4), тем турбулентное движение более выраженное, а расход капельницы становится менее чувствительным к изменению давления.

Практическое значение этого положения заключается в возможности проектирования систем капельного орошения с большим отклонением по давлению, сохраняя при этом отклонение по расходу в требуемом режиме, но не больше 10%.

Для капельниц компенсационного действия принимают коэффициент $\epsilon = 0.05$, а в компенсационном диапазоне $\epsilon = 0$ (для той же капельницы).

Принцип действия капельниц с компенсацией давления

Вода в капельных трубопроводах, находящаяся под определенным давлением, проходя через лабиринт капельницы, поступает в камеру компенсации давления. В нормальных условиях работы, когда давление воды в капельном трубопроводе выше давления, при котором начинается процесс компенсации, в самой камере будет царить давление ниже рабочего давления трубопровода. Гибкая мембрана, смонтированная в капельнице и находящаяся между двумя уровнями давления, начнет прогибаться в сторону выходного отверстия компенсационной камеры, в результате чего изменится также и размер выходного отверстия, который в свою очередь находится в обратной зависимости от давления в поливном (капельном) трубопроводе.

С увеличением давления в поливном трубопроводе уменьшается размер выходного отверстия; таким образом, сохраняется постоянным расход капельницы, не зависимо от изменения давления в широком спектре давлений.

Типы капельных (поливных) трубопроводов

Существует три основных способа присоединения капельниц к поливному трубопроводу, определяющие его типы:

- Интегральные трубы капельного орошения. В этом случае капельница «приваривается» ко внутренней стенке полиэтиленового поливного трубопровода в процессе его производства.
- Вмонтированные в линию (линейные) капельницы. Самостоятельные капельницы, соединяющиеся с полиэтиленовой поливной трубкой при помощи зазубренного ниппеля с двух сторон капельницы.
- Установленные на линии боковые капельницы. (Так называемые кнопочные капельницы с компенсацией давления и конценциональные).

Внутрипочвенное капельное орошение

Одно из основных преимуществ внутрипочвенной укладки капельных (поливных) трубопроводов заключается в предохранении капельного оборудования от повреждений, связанных с ежегодной раскладкой и уборкой в конце сезона, а также повреждений механизированной техникой и животными. Кроме того, внутрипочвенная укладка

значительно сокращает увлажнение поверхности почвы, тем самым значительно сокращаются потери влаги на испарение и прорастание сорняков.

Сочетание этих преимуществ с другими, присущими капельному орошению, оправдывает в некоторых случаях целесообразность внедрения внутрипочвенного капельного орошения, несмотря на его высокие первоначальные капиталовложения.

Проектирование систем внутрипочвенного капельного орошения обязано быть на самом высоком профессиональном уровне, так как после укладки и введения в действие почти отсутствует возможность каких-либо изменений и поправок.

Одной из проблем, связанных с внутрипочвенной укладкой капельных трубопроводов, является неспособность проведения предпосевного полива. В этом случае необходимо применять дополнительные дождевальные системы орошения.

Основной особенностью внутрипочвенной капельницы, по сравнению с уложенной на поверхности почвы, является характеристика распределения влаги вокруг капельницы.

В случае внутрипочвенной укладки, вода, выходя из капельницы, движется во всех направлениях, и смоченный район принимает форму эллипса, напоминающую яйцо, с расширенной стороной вверх.

В почвах с высоким содержанием мелких частиц (глина) смоченный район (объем) приобретает форму, приближающуюся к шару. В легких почвах с высоким содержанием крупных частиц (песок), вертикальное движение воды в глубину от капельницы более значительно, по сравнению с горизонтальным.

В случае одинаковых поливных норм, содержание почвенной влаги в смоченном контуре от капельницы при поверхностной ее укладке будет больше, чем вокруг внутрипочвенной. Объясняется это тем, что в этом случае объем почвы, в котором аккумулируется влага, меньше, чем смоченный объем вокруг внутрипочвенной капельницы. В результате радиус увлажненного контура внутрипочвенной капельницы меньше радиуса смоченного района под капельницей, уложенной на поверхности почвы.

Дополнительным отличительным явлением внутрипочвенно-проложенной капельной линии является снижение расхода капельниц, по сравнению с номинальным, ввиду противоположного давления, возникающего в процессе орошения и направленного в сторону выпуска воды (отверстия) из капельниц. Причиной возникновения противоположного давления является разница между расходом капельницы и скоростью впитывания воды в почву от точечного источника. Вода, выходящая из капельницы, должна протолкнуть в уже находящуюся вокруг капельницы воду.

В начале оросительного периода скорость инфильтрации относительно высока, и вода, выходящая из капельницы, встречает незначительное сопротивление. С увлажнением смоченного контура в процессе орошения уменьшается обычно скорость впитывания. В этих условиях вода, выходящая из капельницы, встречает значительное сопротивление, т.е. высокое противоположное давление, в результате чего уменьшаются расходы капельниц.

Уровень этого противоположного давления зависит от расхода капельницы и свойств почвы. Чем больше расход капельницы, тем больше сопротивление. В почвах с низкой скоростью инфильтрации противоположное давление выше, чем в песчаных

почвах. Расход капельницы с компенсацией давления менее чувствителен встречному сопротивлению по сравнению с конвенциональной капельницей.

Противоположное давление может оказать значительное влияние на равномерность распределения влаги в поле, ввиду того, что этот фактор зависит от скорости впитывания воды в почву и может изменяться в большом диапазоне.

Существуют модели, позволяющие выбрать глубину укладки капельных линий соответственно расходу капельниц и расстоянию между ними. Существует определенная зависимость между глубиной залегания, расходом капельниц и свойствами почвы.

Дождевание

Основные положения

Поток воды поступает в сопло дождевателя под определенным давлением, выпускается из него в виде струи в атмосферу, придавая при этом каплям их первоначальную скорость за счет преобразования удельной энергии давления в удельную кинетическую энергию (соответствующую скоростному напору). При этом степень разложения струи на капли с учетом траектории зависит от диаметра сопла, давления воды, скорости вращения дождевателя и угла (траектории) «полета».

Принято считать, что:

- при одинаковых давлениях капли «расщепляются» сильнее с уменьшением диаметра сопла;
- если диаметр сопла постоянный, то капли расщепляются сильнее с увеличением давления;
- в ударных возвратно-поворотных дождевателях радиус траектории увеличивается с уменьшением скорости поворота и с увеличением угла полета;
- при проектировании дождевателей, как правило, стремятся достичь максимального увеличения радиуса траектории и тем самым максимального расстояния (шага) между смежными дождевателями с учетом наилучшего коэффициента равномерности полива.

У каждого дождевателя (с одним или двумя соплами) есть область оптимальных давлений, в которой дождеватель (при тех или иных расстояниях между смежными разбрызгивателями) может орошать в приемлемом диапазоне коэффициентов равномерности полива. Область оптимальных давлений шире у ударных возвратно-поворотных дождевателей, однако эта область сокращается для сопел меньшего диаметра, и, соответственно, увеличивается для сопел большего диаметра. Следует учесть, что сопла малого диаметра при высоких давлениях значительно расщепляют капли струи (силона), а работа дождевателей с большим диаметром сопла при низких давлениях приводит к образованию чрезмерно крупных капель.

«Ударные» дождеватели имеют, как правило, одно или два сопла диаметром 2-6 мм (до 8.5 мм), а в дальноструйных аппаратах с расстановкой, к примеру, 36 x 48 метров, соответственно 18.0 x 9.5 x 4.0 мм. Дождеватели с двумя соплами, как правило, предназначены для больших размеров, чем дождеватели с одним соплом. Сопло меньшего диаметра служит для разбрызгивания, а сопло большего диаметра – для создания траектории.

Для орошения надкroновым дождеванием поливных культур и садов пользуются чаще всего дождевателями с углом (траекторией) струи в пределах 20-30° (иногда также в пределах 9-14° для орошения овощей). При подкroновом орошении садов и плантаций рекомендуют выбирать угол в пределах 4-7°.

Следует отметить, что оптимально спроектированный дождеватель не всегда обеспечивает равномерное распределение воды в поле, условием этому будет правильный подбор оптимального режима давлений, расстояния (шага) между смежными дождевателями и учет направления и скорости ветра.

Рекомендуемый диапазон рабочих давлений:

- Микродождеватели с расходом 20-100 л/час – 2.0-4.0 Бар.
- Микродождеватели с компенсацией давления или регулированием расхода – 1.2-4.0 Бар (Атм).
- Дождеватели надкroнового (овощные позиции) орошения с расходами 150-400 л/ч – 2.0-4.0 Бар.
- Дождеватели на полевые культуры с расходом 1.3-3.5 м³/ч и расстояниями до 18 м – рабочее давление 3.0-5.0 Бар.
- Дождеватели на полевые культуры с расходом 2.5-5.5 м³/ч и расстояниями до 24 м – рабочее давление 4.0-6.0 Бар.

Равномерность распределения воды при поливе

Равномерность полива является одним из наиболее важных факторов, определяющих высокую урожайность сельскохозяйственных культур и успешного роста садового растительного покрова. Наилучшие результаты достигаются при равномерном увлажнении профиля земли до уровня залегания основного корневого слоя. На практике абсолютной равномерности достичь нельзя. Основными факторами, влияющими на равномерность полива, являются сила и направление ветра, а также давление. Ввиду того, что расход дождевателя зависит от давления, рекомендуется придерживаться требований однородности дождевателей (по типу и размеру сопла) на всем участке, а также поддерживать рабочее давление в оптимальном режиме (диапазоне).

Расстановка дождевателей

Большинство дождевателей подают наибольшее количество воды непосредственно у стояка/ разбрызгивателя, и это количество постепенно сокращается до нуля на кромке смоченного периметра, поэтому:

1. Рекомендуется обеспечивать максимальное совмещение смоченных профилей смежных дождевателей как на поливном трубопроводе, так и между параллельными линиями (трубопроводами).
2. Уменьшение отрицательного влияния ветра на равномерность распределения воды при дождевании достигается в случае необходимости сокращением расстояний между смежными дождевателями вдоль поливочного трубопровода и между параллельными позициями в соответствии с рекомендациями в Таблице 8.

Таблица 9. Рекомендуемые расстояния между смежными увлажнителями, в зависимости от скорости ветра и конфигурации поля

Расположение	Скорость ветра, м/с	Расстояния
Квадратное или прямоугольное	Безветрие	60% от радиуса увлажнения
	2 м/с	50% от радиуса увлажнения
	3.5 м/с	40% от радиуса увлажнения
	более 3.5 м/с	30% от радиуса увлажнения
Треугольное	Безветрие	65% от радиуса увлажнения
	2 м/с	55% от радиуса увлажнения
	3.5 м/с	45% от радиуса увлажнения
	более 3.5 м/с	30% от радиуса увлажнения

3.Рекомендуется проектировать расположение поливочного трубопроводов перпендикулярно направлению ветра, преобладающему в период дождей.

4. Рекомендуется устанавливать дождеватели на 30 см выше поливаемой культуры.

5. Поливочные трубопроводы следует располагать параллельно, а расстояние между дождевателями должно быть равным.

6. Следует отметить, что наилучший профиль (форма) кривой распределения воды вокруг дождевателя в вертикальном разрезе представляется «треугольником» или «трапецией» (Distribution pattern), позволяющей достичь наилучшего совмещения профилей и равномерного распределения воды.

Методы оценки равномерности распределения воды при орошении дождеванием

Один из методов оценки был предложен в пятидесятые годы Ж.И. Христиансенем.

Коэффициент равномерности полива в данном случае определяется по статистической формуле и используется в частности для определения правильной расстановки дождевальных аппаратов.

$$Cu\% = 100 \left(1 - \frac{\sum |Xi - \bar{X}|}{\bar{X} \times n} \right)$$

где:

X_i – измеренное количество воды в экспериментальной емкости (сосудах) в см³

$\bar{X}$ - среднее значение показателей количества воды в сосудах в см³

n – число сосудов (показаний)

$\sum$ - общая абсолютная величина отклонений от средней величины

Минимальное приемлемое значение коэффициента $Cu = 85\%$.

Второй метод оценки равномерности при орошении относится к коэффициенту Du , выражающему отношение средней величины 25% наименьших измерений к среднему значению всех показателей.

$Du = 100 \times \text{среднее значение четверти наименьших измерений}$

среднее значение всех измерений

Этот метод позволяет выявить конкретную площадь поливаемого участка, получающего минимальную норму полива. Этот коэффициент позволяет рассчитать норму полива и требуемую надбавку на базе участка, получающего минимальное количество поливной нормы.

Микроорошение (подкрановое дождевание)

Способы микроорошения являются наиболее эффективными для садов, плантаций, полей по выращиванию овощей и др. культур, в особенности на землях со сложным рельефом и острым дефицитом водных ресурсов, где применение других методов полива затруднено или невозможно.

Отличительной особенностью микроорошения по сравнению с конвенциональным равномерным распределением воды в процессе дождевания является неспособность в большинстве случаев обеспечить полный охват и равномерное распределение воды по всему орошаемому участку. В данном случае ставится иная цель – достичь равномерной подачи воды к каждому дереву и стремиться к оптимальному распределению воды в соответствии с расположением основной корневой системы.

Использование систем микроорошения обеспечивает:

- повышение урожайности
- экономию поливной воды
- возможность освоения маломощных, малопродуктивных почв и склонов
- сокращение затрат труда на обслуживание систем за счет автоматизации процессов управления поливом и контроля за работой систем
- внесение удобрений с поливной водой
- отсутствие увлажнения нижнего листового покрова деревьев и предохранение тем самым от ожогового влияния поливных вод с высокой минерализацией;
- уменьшение проникновения нитратов (от удобрений) в грунтовые воды;
- орошение небольшими (тонкими) каплями обеспечивает легкое прорастание и всходы, а также не создает уплотняющей корки на поверхности земли.

При выборе микродождевателей следует учитывать взаимосвязь между расходом дождевателя, смоченных диаметром и нормой орошения. Поэтому, если смоченный диаметр мал, а запроектированная норма полива высока, возможно просачивание влаги ниже глубины залегания основного корневого слоя. Орошение же площади с большим диаметром разбрызгивания может привести к незначительному увлажнению почвы (по глубине) и способствовать ее засолению.

Следует отметить, что интенсивность орошения (дождевания), рассчитанная на основании расстояний между смежными микродождевателями (без совмещения смоченных фронтов) дает меньше результатов, чем в действительности.

1. Сравнение эффективности передовых технологий полива

Подытоживая вышесказанное, нельзя не согласиться с тем, что в странах ЦА преобладает неэффективное водопользование в аграрном секторе, как наследие устаревших систем водоснабжения, а также из-за отсталой методики и технологии орошения и технологических потерь при подаче по самотечным открытым каналам, в результате чего растения получают всего около 40-45% от общего объема водозабора.

Усугубляющийся дефицит водных ресурсов определяет необходимость разработки новых подходов к водообеспеченности устойчивого развития государств региона с ориентацией на эффективное использование всех имеющихся на территории водных ресурсов. Вполне очевидно, что в сложившейся обстановке, восполнение дефицита возможно, прежде всего, за счет совершенствования технологического уровня гидромелиоративных систем и перевода сельского хозяйства на водосберегающие способы и технологии орошения. Поэтому остро ставится вопрос обоснования и рекомендации таких способов и технологий полива, которые обеспечат наиболее экономное и рациональное использование оросительных вод с их минимальными непроизводственными потерями и со значительным повышением урожайности.

В настоящее время международные специалисты в наибольшей степени занимаются вопросами внедрения современных эффективных методов полива таких как дождевание и капельное орошение; внедрением дозаторной арматуры (позволяющей подачу поливной воды по количеству); реконструкцией насосных станций; подающих и распределительных трубопроводов и каналов; регулированием давления в соответствии с техническими требованиями того или иного оросительного оборудования; рекомендацией по фильтрационным установкам; внедрением автоматизации и повторного использования дренажных вод (содержащих частично удобрения, внесенные в процессе фертигации). Развитие и внедрение средств автоматизации в аграрном секторе является важным дополнительным фактором в эффективном использовании поливочной воды, позволяющим сэкономить 15-20% от поливочных норм.

Кроме того, на протяжении последних десятилетий, были внедрены дополнительные технологии орошения, посредством микро и макродождевателей. К ним относятся микродождеватели подкранового орошения плантаций и фруктовых садов, сменившие надкрановое, менее эффективное орошение. Широкое распространение при выращивании овощей на небольших площадях фермеров, получили также макродождеватели, достигающие высокого коэффициента равномерности полива.

Сегодня уже не оспаривается тот факт, что использование воды при капельном орошении более эффективно по сравнению с другими технологиями полива. Принято считать что эффективность капельного орошения превышает более 90%. Внедрение капельного орошения позволяет сэкономить следующие количества воды в отношении к принятым поливочным нормам:

- 20 – 23% при поливе виноградников
- до 50% при поливе помидоров
- до 27% при поливе хлопка

Одновременно достигается увеличение урожайности на 48%, 39%, 53% для соответствующих культур.

Как известно, эффективность орошения (Irrigation Efficiency – IE) можно представить, как отношение между прибавкой влаги в корневом слое к поливочной норме, где поливочная норма включает в себя прибавку влаги в корневом слое, испарение, поверхностный сток, инфильтрацию в глубину почвы и потери воды в бороздах (трубопроводах) на орошаемом участке.

Как отмечалось выше, орошение является одним из главных элементов в успехе выращивания сельхозкультур и их экономичности. Ввиду этого, оно требует особого внимания, изучения и обобщения международного опыта включая современные

тенденции развития технологий полива. Поэтому еще раз представим сконцентрированные таблицы сравнения наиболее распространенных на сегодняшний день технологий орошения:

Таблица 10. Сравнение систем орошения (агротехническое)

А. Поверхностное орошение

№	Преимущества	№	Недостатки
1.	Низкие капиталовложения	1.	Большие потери воды.
2.	Низкие затраты на энергию (напор)	2.	Низкая эффективность полива.
3.	Низкие эксплуатационные затраты	3.	Возможность распространения заболеваний растений.
4.	Возможность полива при ветре.	4.	Данный способ не приемлем на неблагоприятных уклонах
5.	Подходит для полива растений, чувствительных к заболеваниям листьев.	5.	Не приемлем как освежительный и противозаморозковый полив.

Б. Дождевание

№	Преимущества	№	Недостатки
1.	Возможно на полях со сложной топографией, где невозможно применить поверхностное орошение	1.	Высокие начальные капиталовложения
2.	Подходит для полива большинства культур	2.	Дополнительные затраты на энергию, потребляемую на создание нужных напоров в оросительных системах.
3.	Возможно экономное использование воды, высокая эффективность полива, повышение урожаев	3.	Неравномерность распределения воды в поле при ветре
4.	Обеспечивает широкую механизацию всех сельхозработ и их выполнение в сжатые сроки.	4.	Полив минерализованными водами отрицательно воздействует на лиственный покров (ожог листьев), снижая урожай
5.	Широкий диапазон выбора размера копла дождевателей облегчает проектирование и регулировку интенсивности полива	5.	Проблемы уплотнения верхнего слоя почвы, связанного с образованием корки на поверхности почвы, и повышенный сток
6.	Дает возможность точного измерения расхода воды на участке.	6.	Потери воды на границах участка.
7.	Увеличивает коэффициент земельного использования.	7.	Усложняет проведение сельхозработ на орошаемом участке (вспашка, опрыскивание, уборка урожая).
8.	Высокая мобильность систем орошения		
9.	Подходит ко всем вспомогательным поливам.		
10.	Подходит для промывки полей в профиль		
11.	Возможность достижения одинаковой		

1.	интенсивности полива на орошаемом участке (равномерное распределение воды в поле)		
1 2.	Удобство внесения удобрений с поливной водой.		

В. Капельное орошение

№	Преимущества	№	Недостатки
1.	Возможна более высокая урожайность, сопровождаемая экономией поливных норм, затраты воды на единицу продукции ниже	1.	Не пригодно как противозаморозковое орошение
2.	Потери влаги за счет испарения меньше, чем при дождевании или поверхностном орошении (меньше поверхность увлажняемого участка)	2.	Не приемлемо для вспомогательных технических поливов
3.	Ветер не влияет на распределение влаги	3.	Проблематично для орошения молодых деревьев (посадок) в засушливых районах с песчаными почвами и сильными ветрами
4.	Не требует тщательной планировки поливного участка, предотвращает поверхностный сток даже в сложных топографических условиях	4.	Кардинальный вопрос при выборе оросительной системы – оправдано ли увеличения урожая и экономия воды капиталовложением на приобретение капельных систем орошения
5.	Дает возможность проведения сельхозработ во время орошения (в садах, виноградниках и др.)	5.	
6.	Обеспечивает подачу удобрений непосредственно в корнеобитаемый слой		
7.	Нет периферийной потери воды		
8.	При достаточных осадках, засолении не представляет проблем. При недостаточных осадках нужна дополнительная поливная норма, чаще всего подаваемая дождеванием.		
9.	Возможность полива малыми поливными нормами и с короткими межполивными периодами		
1 0.	Количество сорняков меньше, чем при других методах орошения		

Экономические модели сравнения передовых технологий орошения

Подытоживая информацию международного опыта, можно отметить существенное преимущество современных передовых технологий орошения, как дождевание и капельное, по сравнению с поверхностным поливом. К примеру, по доходам нетто на картофеле доходы увеличиваются почти в два раза; на дынях в 4 раза; на луке в 1.5-3 раза, а на помидорах в 2 раза.

К сожалению, очень трудно получить для сравнения подобную дополнительную информацию даже у ведущих международных фирм по орошению и поэтому к ней надо относиться только информативно, ввиду того, что на конечные результаты влияют множество местных компонентов, способных существенно изменить картину, **но направление ясно.**

Обобщая современные тенденции развития и внедрения передовых технологий полива нельзя не упомянуть наиболее уточненную и актуальную статистическую работу, проведенную в Калифорнии, США (Survey of Irrigation Methods in California in 2010):

Эта работа подытожила опрос 10-ти тысяч фермеров в Калифорнии в период с 1991 по 2010 год и дает надежную картину тенденций развития технологий орошения по различным культурам включая поверхностный полив, дождевание, микродождевание и капельное орошение.

За этот период с одной стороны наблюдалось постоянное увеличение доли капельного орошения и микродождевания, а с другой, уменьшение площадей под поверхностный полив почти по всем выращиваемым культурам. Наиболее отличившимися культурами были овощные, фруктовые сады и виноградники, с соответствующим увеличением на 32%; 28% и 33%.

Несмотря на выше сказанное в Калифорнии на 2010 год поверхностные способы орошения остаются доминирующими на ряде с/х культур, таких как кукуруза с 78%; хлопок с 73%; зернобобовые (фасоль бобы) с 66%; сахарная свекла с 85%; постоянные пастбища с 69%; люцерна с 77%; тыква с 50%; зерновые с 79%. В тоже время поверхностный полив на картофеле составил всего 2% от всех орошаемых полей, на помидорах 33-44%, а на луке 19%.

Для наглядности приводятся также очень интересные результаты эксперимента в соседней республике, подтверждающие еще раз преимущества капельного орошения по сравнению с бороздковым способом поливом овощей (Табл.11).

Таблица 11. Расход поливной воды и затраты ее на единицу полученной продукции томаты, перцы и огурцы (2007-2010 гг.)

Способ полива	Коли чест во поливов	Ороси тель ная норма, м ³ /га	Средняя поливная норма, м ³ /га	Средняя урожайн ость, ц/га	Продуктивность использования воды урожаем	
					на 1 тонну урожая затрачено воды, м ³	на 1м ³ воды получено урожая, ц
Томаты						
Бороздковый	9	5120	569	433	118	0,68
Капельный	23	3912	170	563	69,5	1,15
Огурцы						
Бороздковый	10	5125	512	368	139	0,63
Капельный	13	3752	289	497	75,5	1,17
Перцы						
Бороздковый	10	5130	513	96	53	0,88
Капельный	22	3886	177	125	31.08	1,93

Источник: Капельное орошение овощных культур в условиях центрального Таджикистана. Д. Силтонмамадов ГУ «ТаджикНИИГиМ», Республика Таджикистан

Резюме

Совокупность данных, собранных и систематизированных в рамках настоящего проекта, очередной раз убедительно свидетельствует, что социально-экономическое развитие Кыргызстана в немалой степени зависит от состояния водных ресурсов. Общеизвестно, что для Кыргызстана, как и для других стран, расположенных в аридной зоне, наличие достаточных запасов водных ресурсов приемлемого качества является решающим фактором для устойчивого развития – для комфортных условий проживания, удовлетворения всесторонних потребностей населения в воде, обеспечения продовольственной безопасности и сохранения окружающей среды. Но в последнее десятилетие в Республике становятся всё более отчетливыми признаки возрастающего дефицита водных ресурсов, связанного с глобальным потеплением климата, в особенности, после 2012г., в связи с негативными проявлениями цикла маловодных лет. Эти тревожные симптомы дополнительно усугубляются вследствие высоких темпов роста численности населения, а следовательно и водопотребления, а также чрезмерных потерь воды во всех звеньях национальной водохозяйственной инфраструктуры.

Поскольку наметившиеся тренды сокращения запасов водных ресурсов, (в частности, выражающиеся в Кыргызстане заметным уменьшением объемов ледников и снежников, а также ежегодного речного стока), будут иметь долгосрочный характер, становится очевидной необходимость планирования и реализации адекватных превентивных мер на общегосударственном уровне. Если же принимать во внимание, что около 90% объемов внутреннего водопотребления КР используется на нужды орошаемого земледелия, то не может вызывать сомнений очевидный вывод –

большинство потенциальных резервов экономии водных ресурсов можно продуктивно использовать путём сокращения потерь воды в подводящих звеньях ирригационных систем и непосредственно на орошаемых массивах, на основе применения передовых технологий орошения сельхозкультур.

Вместе с тем, ещё на первой стадии обоснования подобных мер целесообразно выделить коренные причины современного неудовлетворительного состояния аграрной отрасли в целом и тесно связанного с ней ирригационного сектора. Уместно подчеркнуть - чаще всего к основной проблеме причисляется хроническая нехватка инвестиций, направляемых на цели развития сельскохозяйственного производства, а также модернизацию и содержание ирригационной инфраструктуры. Однако представленные в настоящем отчете материалы позволяют заключить, что неадекватно низкие объемы ежегодных капиталовложений являются не первопричиной, а скорее следствием воздействия более фундаментальных факторов. Поэтому представляется более уместным обозначить в качестве основополагающего фактора недостаточно продуманную земельную реформу начала 1990-х годов. Как было отмечено выше, вследствие этой реформы произошло разделение крупных пахотных массивов на мелкие участки в качестве земельных долей, закрепленных за отдельными крестьянскими хозяйствами. При этом не принималось во внимание, что на обособленном участке орошаемой пашни со средней площадью менее 2 га крайне затруднительно, а чаще всего невозможно осуществлять рентабельное производство продукции растениеводства в условиях жесткой конкуренции с издавна налаженным агробизнесом в других странах. Ситуация дополнительно осложнилась в связи с тем, что в сферу аграрного производства было вынужденно вовлечены более половины трудоспособных жителей сельской местности, получивших земельные наделы, но обладавших ранее ограниченными знаниями и практическим опытом земледелия только в пределах своих приусадебных участков. Таким образом, к середине 1990-х годов число работников аграрного сектора КР насчитывало более 30% от общей численности населения республики, в то время, как в большинстве экономически развитых государств планеты эта доля составляет не более 5%. В этих условиях уже вскоре после проведения аграрной реформы, процесс обнищания значительной части фермерских и крестьянских хозяйств приобрел необратимый характер, повлекший за собой следующие последствия:

- массовую миграцию наиболее активной части сельского населения в города или за пределы страны (на постоянное место жительства, либо на временное трудоустройство);

- в свою очередь, отток трудовых ресурсов из сельской местности привел к стихийному (т.е. не контролируемому государством) переделу земельных отношений, как в цивилизованной форме, например, путём продажи или сдачи пригодных для обработки земельных участков в аренду, так и путём самовольного захвата земельных наделов;

- основная часть фермерских и крестьянских хозяйств, пытающихся развивать свой агробизнес, но не имеющих для этого первоначальных накоплений и доступа к дешевым кредитам, объективно вынуждена использовать преимущественно малозатратные агротехнические приемы для выращивания зерновых и кормовых культур, попутно – картофеля, овощей и фруктов и др. для удовлетворения собственных нужд. При отсутствии возможностей для приобретения минеральных удобрений, средств защиты растений, качественного семенного материала, не говоря уже о дорогостоящих механизмах и поливной техники, эти субъекты аграрного сектора в состоянии поставлять на внутренние и внешние рынки только незначительные излишки своей продукции растениеводства, поскольку зачастую функционируют в режиме пресловутого «натурального хозяйства». К тому же, в условиях низкой рентабельности сельскохозяйственного производства, этот вид деятельности всё чаще начинает иметь у

фермеров и крестьян второстепенное значение, поскольку они вынуждены совмещать её с торговлей, ремесленничеством и другими, более доходными способами выживания;

- в конечном счете, в результате многолетнего «естественного отбора» в Кыргызстане к настоящему времени только начал формироваться класс производителей рентабельной товарной сельскохозяйственной продукции. В основном, он состоит из немногочисленных аграрных предприятий, созданных на базе избежавших ликвидации колхозов и совхозов, так называемых «подсобных хозяйств», ведомственных и муниципальных тепличных предприятий, вновь созданных сельскохозяйственных кооперативов и др. объединений, а также наиболее крупных фермерских и садоводческих хозяйств. По различным ориентировочным оценкам, площадь орошаемых земель, имеющихся в распоряжении таких, сравнительно успешных сельхозпредприятий пока составляет менее 5-10% от общей орошаемой площади. В связи с этим современный потенциал для внедрения инновационных водосберегающих технологий орошаемого земледелия представляется весьма ограниченным.

Не вызывает сомнений, что указанные тенденции имеют в КР системный характер, а их преодоление возможно только при комплексной реорганизации условий производственной деятельности в секторе растениеводства. Основные направления этих реформ в республике хорошо известны (во всяком случае, уже достаточно проработаны на экспертном уровне) и предполагают:

- ускоренное развитие прозрачного вторичного рынка земель сельскохозяйственного назначения;

- ускоренное развитие сельскохозяйственных кооперативов на базе фермерских и крестьянских хозяйств;

- создание рыночной инфраструктуры, обеспечивающей тесную взаимосвязь и устойчивость всех звеньев технологической цепи аграрного производства, включающих кредитование, материально-техническое снабжение, выращивание и сбор урожая, его сбыт, оптовую закупку и глубокую промышленную переработку и далее - вплоть до реализации конечным потребителем.

- создание эффективных механизмов государственной поддержки сельским производителям.

Реализовать все предлагаемые меры будет возможно только в течение длительного периода. Поэтому в качестве первоочередных задач уместно наметить активизацию усилий по формированию сельскохозяйственных кооперативов и организовать массовое обучение жителей сельской местности более совершенным, но в то же время доступным технологиям орошаемого земледелия. При этом достаточное внимание должно быть уделено вопросам сохранения плодородия почв, пропаганде замены традиционных сельхозкультур на высокоурожайные и доходные, экологическим аспектам землепользования и т.п. Если исходить из позитивных результатов подобных обучающих мероприятий, проводимых в последние годы в КР в рамках ряда международных проектов, развитие этого направления вполне может дать ощутимый эффект при ограниченных затратах.

Изложенное выше краткое обобщение ситуации позволяет лишь судить о коренных причинах, препятствующих развитию национального аграрного сектора в целом. Возвращаясь к основной тематике настоящего отчета, можно заключить, что дробление в ходе земельной реформы ранее созданных крупных орошаемых земельных массивов прямо или косвенно повлекло за собой ряд негативных последствий для всех звеньев ирригационной инфраструктуры. Это утверждение можно обосновать следующими аргументами.

В настоящее время подавляющее большинство субъектов водопользования в сельской местности – это бедные крестьянские хозяйства, в силу своего неустойчивого экономического положения не способные адекватно оплачивать услуги по поставке оросительной воды (ПИУ) со стороны государственных водохозяйственных организаций. Поэтому современный удельный вклад основных потребителей поливной воды в содержании и эксплуатации межхозяйственного звена ирригационных систем составляет лишь около 12% от фактических затрат структурных подразделений ДВХиМ на цели УэиТО и менее 5% от расчетных потребных затрат. Сравнивая эти показатели с опубликованными данными статистики ФАО, легко убедиться, что в Кыргызстане доля затрат субъектов орошаемого земледелия на указанные цели в несколько раз меньше, по сравнению со средними показателями других стран, расположенных в аридной зоне. Вследствие этого основное бремя расходов на управление и эксплуатацию межхозяйственной ирригационной инфраструктуры вынужден брать на себя государственный бюджет, а капитальные ремонты и новое строительство ирригационных объектов преимущественно инвестируются за счет средств внешней кредитной и грантовой поддержки. Однако даже существенная финансовая помощь со стороны международных организаций позволяет лишь стабилизировать техническое состояние оросительных систем, но не обеспечивает их дальнейшее развитие. Пока же, вследствие повреждений и физического износа ирригационных сооружений и коммуникаций прослеживаются тренды увеличения потерь воды в магистральных и межхозяйственных каналах во всех регионах Республики. Как правило, эти потери не удается существенно сократить в ходе текущих ремонтов отдельных участков каналов, а масштабное проведение капитальных ремонтов будет и в ближайшие годы затруднено из-за дефицита финансовых средств. Поэтому, исходя из прагматических соображений, вряд ли можно планировать резкое сокращение потерь (например, более 5%) в межхозяйственном звене ирригационной сети. Тем не менее, достижение экономии водных ресурсов и здесь возможно при реализации сравнительно малозатратных мер, например, путём стабилизации водоподачи с помощью ранее построенных бассейнов суточного и декадного регулирования, усиления контроля использования воды, предотвращения случаев самовольного водопользования и др.

Представленные в отчете расчетные данные свидетельствуют, что наибольшая часть воды теряется в пределах внутрихозяйственного звена оросительных систем. Уместно пояснить, что рост этих потерь обусловлен двумя основными причинами. Первая из них является прямым следствием неоднократно отмеченного ранее процесса дробления орошаемых массивов на малые земельные наделы. При этом значительно увеличилась протяженность распределительной сети, начиная от водовыпусков из межхозяйственного звена и вплоть до выделов в каждое хозяйство, соответственно возросли потери воды на фильтрацию, испарение и транспирацию сорной растительностью. В итоге средние показатели КПД внутрихозяйственной оросительной сети Кыргызстана оказались наихудшими, по сравнению с соседними странами Центральной Азии. Другая же причина связана с отсутствием у водопользователей аграрного сектора ощутимых побудительных мотивов для экономии оросительной воды. При сохраняющихся в КР на протяжении длительного периода размерах тарифов оплаты услуг по поставке воды на уровне 1-3 сома/100м³ режим платного водопользования имеет скорее символический характер, поскольку в суммарном годовом выражении издержки на оплату воды редко превышает 2-3% от расходной части бюджета среднего хозяйства. В таком случае рассуждения о непомерно тяжком бремени, возложенном на крестьян из-за введения платы за воду вряд ли имеют веские основания, тем более, что доходность орошаемого земледелия обычно многократно увеличивается, по сравнению с богарным земледелием. Напротив, неадекватно низкая цена поставки воды наряду с отсутствием эффективных механизмов ответственности за её рациональное использование лишь способствуют росту потерь

воды. При этом зачастую объемы технологических потерь, связанных с нарушениями правил водопользования (например, самовольным перерегулированием водоподачи вплоть до захвата водных ресурсов, несанкционированным сбросом воды из каналов и др.) превышают объемы естественных потерь воды на фильтрацию из внутрихозяйственных каналов. Подобные факты приводят к заключению о проблематичности достижения существенной экономии водных ресурсов на внутрихозяйственной оросительной сети только путём её реконструкции, без одновременного использования экономических, нормативных и административных механизмов стимулирования. Например, расчеты, произведенные ранее консультантами проекта Всемирного Банка ПУУВР, продемонстрировали целесообразность увеличения тарифных ставок ПИУ хотя бы до уровня порядка 20 сом/100 м³. В таком случае при средней оросительной норме брутто около 7- 10 тыс. м³/га в год, ежегодные удельные затраты типичного хозяйства на оплату поставок оросительной воды не превысят 2 тыс. сом/га. Для сравнения следует отметить, что современные размеры платы за аренду одного гектара орошаемой пашни в КР обычно многократно превышают указанную сумму. Этот простой пример показывает, что для наиболее активных производителей сельхозпродукции, стремящихся развивать свой бизнес, увеличение тарифов за поставку воды хотя бы до указанного уровня не явится слишком обременительным, но в то же время будет стимулировать применение водосберегающих технологий. Вместе с тем, увеличение тарифов вызовет, скорее всего, недовольство среди слабых крестьянских хозяйств, но в дальнейшем будет способствовать развитию нового этапа передела собственности на землю, а также развитию кооперативных структур в орошаемом земледелии. Подобные последствия и связанные с ними политические и экономические риски, несомненно, должны приниматься во внимание при принятии соответствующих решений. Например, исходя из мирового опыта проведения подобных реформ, во избежание обострения политической обстановки в стране, реализации таких решений должны предшествовать масштабные информационные кампании, превентивные меры социальной поддержки наиболее бедных слоев сельского населения, обучение и/или переориентация их профессиональной деятельности.

Представленные выше краткие обобщения и выводы были акцентированы на установлении ключевых факторов, вызывающих потери воды в двух ключевых звеньях подводящих коммуникаций ирригационных систем. Однако, учитывая тематику данного проекта, причины вызывающие потери оросительной воды непосредственно на полях, а также возможные способы более эффективного использования водных ресурсов требуют более детального анализа. Прежде всего, следует пояснить, что четкое разделение потерь воды на орошаемых массивах на естественные и технологические не всегда корректно, поскольку оба этих вида тесно связаны между собой и зависят от местных почвенных и климатических условий, применяемых способов агротехники и полива, а также от соблюдения оптимальных режимов орошения.

Для обоснования этого вывода уместно сузить область дальнейшего анализа, предполагая, что для условий Кыргызстана наиболее перспективными могут являться три способа полива: **а) усовершенствованный полив по бороздам, б) полив дождеванием и в) полив способом капельного орошения.** Такое ограничение можно объяснить следующими доводами:

- распространенные в КР способы поверхностного полива напуском или затоплением относятся к числу наименее эффективных с точки зрения экономии водных ресурсов и в дальнейшем их применение должно быть предельно сокращено;

- в условиях растущего дефицита водных ресурсов заметное расширение посевов такой влаголюбивой культуры, как рис в южных регионах Республики вряд ли возможно. Поэтому способ поверхностного полива риса по чекам в дальнейшем будет

использоваться, как максимум, на 1-2% от общей орошаемой площади и его нельзя рассматривать в качестве перспективного;

- способ мелкодисперсного (сплинкерного) орошения, как разновидность способа полива дождеванием, с учетом климатических условий КР может применяться преимущественно в тепличных хозяйствах;

- способ подпочвенного полива с помощью подземных трубопроводов может рассматриваться, как упрощенная разновидность капельного орошения, со свойственными ему достоинствами и недостатками.

К настоящему времени уже накоплен достаточный объем опытных данных в странах дальнего зарубежья, Центральной Азии и, в частности, в Кыргызстане позволяющих объективно оценить виды и структуру потерь оросительной воды на поле, в зависимости от применения каждого из трех выбранных способов полива. Ключевые выводы на основании этих данных можно кратко сформулировать следующим образом:

Потери воды на испарение относительно велики в случаях применения способов полива по бороздам и дождеванием и возрастают при высоких температурах воздуха и сильном ветре, в особенности, при использовании дальнотруйных дождевальных агрегатов. Для систем капельного орошения этот вид потерь может быть почти полностью устранен. Однако и при бороздковом поливе можно достичь существенного сокращения потерь на испарение путем тщательного рыхления верхнего слоя почвы после полива или мульчирования поверхности почвы пленкой. Вместе с тем, подобные меры требуют дополнительных затрат материалов и физического труда. При поливе дождеванием потери на испарение можно несколько сократить подбором наиболее эффективного оборудования из широкого ассортимента дождевальной техники, а также оптимизации времени полива в течение суток.

Потери воды на транспирацию сорной растительностью особенно заметны в случаях применения способов полива по бороздам и дождеванием но имеют место и при капельном поливе. Очевидно, что в относительном выражении эти потери не столь велики и могут быть устранены путем внесения гербицидов и регулярной прополки сорняков. Однако в настоящее время высокая стоимость гербицидов ограничивает их широкое применение, а малые размеры большинства поливных участков не позволяют повсеместно использовать механизированные способы культивации почвы. В связи с этим ручная прополка сорняков обычно требует огромных усилий физического труда и не позволяет полностью ликвидировать этот вид потерь.

Потери воды, связанные с неравномерным увлажнением поливных участков наиболее характерны для поверхностных способов полива, включая полив по бороздам. Их величина преимущественно зависит от качества планировки поливных участков и способов подачи воды. В частности, на возвышенных и концевых участках полей обычно наблюдается недостаточное увлажнение почвы, а на головных участках и локальных понижениях рельефа местности – чрезмерное увлажнение почвы, вплоть до заболачивания. В этих случаях, как правило, требуется более тщательная планировка поливных участков, наряду с использованием технологий полива переменной струей или менее протяженных борозд. При использовании дождевальной техники малые поливные нормы чаще всего вызывают недостаточное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы. Но повышение интенсивности дождя вызывает неравномерное увлажнение почвы, особенно в ветреную погоду, приводит к разрушению структуры почвы и ее уплотнению, а также к образованию луж и появлению поверхностного стока на поле. В свою очередь, это вызывает рост потерь на испарение и сбросы, а также провоцирует развитие болезней у овощных и плодовых культур. Поэтому применение дождевальной техники требует

высокой квалификации и практических навыков у обслуживающего персонала. Кроме того, применение дождевальных машин кругового действия на полях прямоугольной формы вызывает дополнительные проблемы, связанные с увлажнением угловых участков, не охваченных поливом. В случае же применения способа капельного полива указанный вид потерь удастся почти полностью устранить.

Фильтрационные потери воды на поле зависят от ряда факторов: характеристик водопроницаемости плодородного слоя почвы и подстилающих грунтов, уровней грунтовых вод, видов возделываемых сельхозкультур с точки зрения толщины корнеобитаемого слоя почвы и физиологических потребностей в воде, а также от применяемых способов полива. В конечном счете, при прочих равных условиях, относительно большие фильтрационные потери свойственны бороздковому поливу, в меньшей степени – поливу дождеванием, а в системах капельного орошения они могут быть сведены к минимуму. Последнее обстоятельство объясняется тем, что технологии капельного орошения обеспечивают доставку дозированных объемов воды непосредственно к корневой системе растений. Однако указанное обстоятельство может вызвать и негативные эффекты, например, капельный полив способствует ускоренному развитию поверхностной корневой системы, особенно у садовых культур, одновременно ослабляя стержневую составляющую корней, необходимость в которой постепенно утрачивается. Это нередко способствует массовой гибели фруктовых деревьев при сильном ветре, а также при холодных, но малоснежных зимах.

Потери вследствие сбросов воды с полей, как правило, бывают связаны с природными или технологическими причинами: вследствие суточной неравномерности подачи воды из-за колебаний расходов воды в поверхностных источниках, несанкционированного перехвата или сброса воды другими водопользователями, временным прекращением поливов в ночное время и т.п. При этом сложные рельефы местности, характерные для Кыргызстана, далеко не всегда позволяют повторно использовать сбросные воды для орошения нижележащих массивов. В этом отношении современные технические средства дождевания и капельного орошения позволяют осуществлять оперативную регулировку объемов водоподдачи на поле и таким образом минимизировать сбросной сток с полей. Однако и для таких надежных систем нельзя исключать возможные риски технологических сбоев, например, вызванных внезапным прекращением энергоснабжения. Между тем в сельской местности Кыргызстана в последние годы длительные отключения электроэнергии уже стали обыденным явлением.

Разумеется, ограниченный формат данного отчета не позволяет скрупулезно изложить большинство особенностей применения каждого из трех способов полива. Тем не менее, изложенные выше данные позволяют заключить, что с точки зрения экономии водных ресурсов и производительности труда технологии капельного орошения обладают неоспоримым преимуществом даже по сравнению с поливом дождеванием, тем более – по сравнению с бороздковым поливом. Вместе с тем, для обоснования массового применения того или иного способа полива указанные два показателя являются недостаточными, поскольку необходимо учитывать такие факторы, как соотношение цены и качества, соответствие инновационных технологий разнообразию местных условий применения и др. В этом отношении опрометчивые ссылки на мировой опыт не всегда могут служить весомыми аргументами. Это заключение можно пояснить несколькими примерами, заимствованными из доступных публикаций ФАО, МКИД и Российского НИИ проблем мелиорации.

- например, в США, где орошаемое земледелие наиболее развито, почти половина (44%) площадей орошается поверхностными способами полива, но при этом уровень механизации и автоматизации полива достигает 90%. Удельный вклад капельного

орошения составляет около 5,5%, а дождевания – примерно 50%. Стоит отметить, что из применяемого в США разнообразия дождевальной техники около 50% приходится на широкозахватные дождевальные машины, в то время, как на двухконсольные передвижные установки – всего 0,2%, а на шланго-барабанные установки – более 15%. В то же время в одном из штатов США – Калифорнии доля капельного орошения составляет около 42%;

- в отличие от США, на Африканском континенте орошение применяется только на 4% культивируемых земель. При этом более 70% орошаемых земель поливается поверхностными способами полива: по чекам, контурам или бороздам. Однако в одной из наиболее развитых стран континента – Южно-Африканской Республике системы капельного полива применяются уже на 71% орошаемых площадей;

- в 11 странах Азиатского региона, где орошение имеет многовековые традиции, способами поверхностного полива охвачено 96% орошаемых земель и лишь 2% - системами капельного орошения и дождеванием. При этом следует принимать во внимание, что страны Юго-Восточной Азии преимущественно ориентированы на выращивании риса, поливаемого по чекам. Хотя, к примеру, в Индии и Китае в последние годы отмечается интенсивное освоение способа капельного орошения, а суммарная площадь, орошаемая этим способом составляет, соответственно, 2.5 и 3.0 млн.га, а в Саудовской Аравии – 78.1% площадей поливается способами дождевания и микроорошения. Что же касается Израиля, эта страна является общепризнанным лидером в области разработки и внедрения систем капельного орошения. Поэтому капельный полив там является основным и применяется, по разным оценкам, на 74-90 % культивируемых земель;

- в европейских государствах, в среднем, 82% орошаемых площадей поливается с помощью дождевальных и капельных систем и лишь 14% - с помощью поверхностных способов. При этом полив дождеванием наиболее распространен в странах с умеренным климатом, а в южных странах континента, испытывающих нехватку водных ресурсов, капельное орошение наиболее распространено, например, в Испании оно применяется на более, чем 21%, в Италии – на 14%, во Франции – на 7% и в Греции - на 9% орошаемых площадей;

- в Российской Федерации доля орошаемых земель, охваченных поверхностными способами полива, примерно соответствует среднеевропейским показателям и составляет примерно 15%, доля капельного орошения оценивается в пределах 2-4%, а преимущественное значение имеет способ полива дождеванием – около 80%.

Приведенные выше сведения позволяют заключить, что ни один из наиболее эффективных способов полива не может претендовать на абсолютную универсальность при чрезвычайном разнообразии специфических условий, характерных для различных регионов и стран планеты. В то же время будет не лишним отметить общемировую тенденцию: за последние 20 лет наибольшее развитие (более чем в 6,5 раза) получили именно системы капельного орошения, которыми ныне охвачено более 10 млн. гектаров или 3% от общей орошаемой площади. Впрочем, это обстоятельство ещё не доказывает необходимость неукоснительного развития орошения в Кыргызстане в прямой зависимости от мировых трендов. Безусловно, следует принимать во внимание и другие показатели, в первую очередь – относительные издержки на приобретение и эксплуатацию тех или иных видов поливной техники.

Следует отметить, что такие сравнительные оценки вызывают затруднения, поскольку рыночные цены даже на однотипное поливное оборудование с примерно идентичными техническими характеристиками могут различаться в несколько раз даже для фирм-производителей одной страны. Тем не менее, при сопоставлении данных различных источников информации удастся установить, что осредненные удельные

затраты на внедрение системы капельного полива примерно в 1,2-4 раза превышают затраты на применение дождевальной техники и в 6-12 раз затраты на полив по бороздам с ограниченным применением механизированного оборудования. Разумеется, при столь широком диапазоне ценовых показателей можно получить лишь общее представление о соотношении затрат. В качестве характерного примера можно указать, что для условий Российской Федерации или Украины ориентировочные удельные затраты на применение дождевальной техники составляют широкий диапазон \$0,6-2,5 тыс./га, в то время, как в США и европейских странах они оцениваются в \$2-10 тыс./га. Ограниченный опыт внедрения сравнительно недорогих комплектов оборудования для капельного полива в Кыргызстане также показал, что в ценах 2013г. удельная стоимость таких систем для полива садов составила порядка \$0,8-1,0 тыс./га, а для полива овощей - около \$2,0 тыс./га. Обычно ежегодные издержки на эксплуатацию дождевальных и капельных систем составляют порядка 10-15% от первоначальных инвестиций на приобретение и монтаж комплектов оборудования. Из предшествующего сравнительного анализа можно сделать вывод, что суммарные издержки на приобретение и эксплуатацию оборудования для дождевального и капельного полива примерно на порядок выше, по сравнению с аналогичными затратами на бороздковый полив. Столь внушительная разница в издержках при рентабельном орошаемом земледелии может быть компенсирована только за счет адекватного роста урожайности высокодоходных сельхозкультур.

Систематизированные результаты исследований, выполненных командой экспертов проекта, позволяют сформулировать следующие **выводы и рекомендации**:

1. Активизация мер по внедрению более совершенных способов полива в Кыргызстане является актуальной задачей, способствующей экономии водных ресурсов, увеличению продуктивности сектора орошаемого земледелия, повышению плодородия поливных земель, росту производительности труда, а также проявлению сопутствующих положительных эффектов, связанных с предотвращением эрозии почв и загрязнения окружающей среды.
2. До настоящего времени применение инновационных поливных технологий сдерживалось вследствие воздействия ряда негативных факторов, подробно рассмотренных в настоящем отчете. Поскольку большинство этих факторов имеет системный характер, необходимо заранее предусматривать комплекс превентивных мер, обеспечивающих благоприятные условия для масштабного внедрения этих технологий. К числу приоритетных действий в этом плане относятся:
 - дальнейшее реформирование земельных отношений, стимулирующее укрупнение орошаемых земельных массивов;
 - создание на базе малых фермерских и крестьянских хозяйств кооперативных объединений водопользователей и/или независимых аграрных предприятий;
 - формирование эффективных мотиваций у субъектов аграрного сектора, способствующих более рациональному использованию водных ресурсов и внедрению водосберегающих технологий полива. При этом могут использоваться известные экономические, нормативно-правовые и административные рычаги стимулирования, прежде всего – связанные с заметным увеличением тарифов ПИУ;
 - кардинальные изменения сложившейся к настоящему времени структуры растениеводства путем преимущественного применения более урожайных и доходных сортов сельхозкультур – плодовых, ягодных, овощных и т.п. вместо наиболее распространенных зерновых культур. При этом необходимо добиваться более амбициозных целей, чтобы конкретные виды сельскохозяйственной продукции Кыргызстана, например, фасоль, фрукты, ягоды и др., приобрели устойчивый сбыт на внешних продовольственных рынках в качестве брендов;

- развитие рыночной инфраструктуры аграрного сектора, обеспечивающей устойчивое материально-техническое снабжение, производство, закупку, переработку, транспортировку и реализацию (сбыт) продукции растениеводства.
- развитие мощностей предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственное сырьё с целью существенного увеличения прибавочной стоимости продукции растениеводства.

3. Исходя из прагматической оценки современной социально-экономической обстановки в Кыргызстане и состояния национального аграрного сектора, **было бы опрометчивым предлагать в качестве единственного приоритетного направления повсеместное внедрение в краткосрочной перспективе таких высокочрезвычайных способов полива, как дождевание и капельное орошение. Более уместно в условиях дефицита инвестиционных ресурсов осуществлять постепенное продвижение указанных инновационных технологий, одновременно расширяя применение различных модификаций бороздкового полива, имеющих значительный, но недостаточно использованный ранее потенциал с точки зрения экономии водных ресурсов и роста производительности труда.** Увеличение удельной доли бороздкового способа полива вполне возможно в случае планомерного сокращения площадей, отведенных под зерновые культуры, обычно поливаемые напуском/по полосам, и их замены на более доходные овощные, зернобобовые, бахчевые и др. культуры.
4. Обширный опыт применения бороздкового способа полива в Кыргызстане, в других странах Центральной Азии и дальнего зарубежья убедительно демонстрирует, что достичь существенной экономии воды удастся относительно простыми и дешевыми общеизвестными приемами, например, подбором оптимальной длины борозд, поливом переменной струей, мульчированием, более тщательной дозировки водоподачи с помощью переносного инвентаря и т.п. Вместе с тем, бороздковый полив обеспечивает широкие возможности для роста производительности труда поливальщиков и качества полива путем применения разнообразных технических средств, начиная с простейшего оборудования – сифонов, переносных водовыпусков и перемычек, и вплоть до автоматизированных систем регулирования машинной водоподачи. Хотя в общем случае удельные затраты на проведение бороздкового полива примерно на 30-40% выше, по сравнению со способами полива напуском/по полосам, компенсировать эти дополнительные издержки вполне возможно за счет повышения урожайности и закупочных цен при выращивании более доходных сельхозкультур.
5. Недостаточное распространение способов капельного и дождевального способов полива в КР, а также механизированных технологий бороздкового полива в немалой степени объясняется слабой осведомленностью значительной части субъектов орошаемого земледелия об их преимуществах и особенностях применения, по сравнению с примитивными способами полива. Следовательно, более широкому их применению может способствовать проведение повсеместных информационно-пропагандистских компаний и обучающих мероприятий, с учетом позитивного опыта, накопленного при реализации ряда международных проектов в Кыргызстане.
6. Предположения о том, что бороздковый полив будет наиболее распространенным в ближайшей перспективе отнюдь не исключает возможность одновременного расширения площадей, охваченных дождевальным и капельным орошением. Как уже отмечалось ранее, на современном этапе использование дождевальных и

капельных систем, скорее всего, будет предпочтительным у крупных и устойчивых в экономическом отношении хозяйств и их кооперативных объединений, причем при условии обязательного выполнения всех агротехнических мероприятий, связанных с качественной обработкой почвы, защитой растений, внесением удобрений, удалением сорняков, а при возделывании пропашных культур - и с введением плановых севооборотов. Например, практика внедрения систем капельного орошения в Центральной Азии показывает, что только при неукоснительном выполнении обязательных агротехнических приемов удастся достичь роста урожайности плодовых культур и винограда до 50-60%, а овощных культурах – как минимум, на 50-80%. Вместе с тем, это обстоятельство лишний раз подчеркивает необходимость превентивного развития мер информационного обеспечения и массового обучения производителей сельскохозяйственной продукции по широкому спектру агрономических, мелиоративных, инженерных, экономических и маркетинговых и др. вопросов.

7. Поскольку животноводство традиционно является одной из ключевых и наиболее доходных отраслей Кыргызстана, кормовые культуры и в обозримом будущем будут занимать значительную часть посевных площадей. Обширный опыт 1970-1980-х годов обосновал ряд преимуществ полива кормовых культур способом дождевания, в особенности, в северных регионах Республики. Однако в дальнейшем применение дождевальной техники заметно сократилось вследствие её физического износа, а также резкого удорожания дизельного топлива и электроэнергии. Тем не менее, и в настоящее время дождевальные установки успешно используются для полива около сотни тысяч гектаров орошаемых земель. Это показывает, что экономически обоснованный возврат к использованию дождевального способа полива кормовых и овощных культур в КР вполне возможен, особенно учитывая появления на мировых рынках более дешевой и экономичной номенклатуры дождевальной техники. Можно предположить, что более тщательные маркетинговые исследования позволят обосновать эту гипотезу.
8. Что же касается технологий капельного полива, то приведенные в отчете данные демонстрируют их несравненное преимущество, по сравнению с альтернативными способами по ряду объективных показателей. Однако значительные затраты на приобретение и содержание капельного оборудования, а также повышенные требования к квалификации обслуживающего персонала будут являться в ближайшие годы основными сдерживающими факторами для масштабного внедрения в Кыргызстане. Тем не менее, учитывая указанный ранее вектор общемировых трендов развития ирригации, опытно-промышленное внедрение различных модификаций систем капельного полива не только желательно, но и целесообразно с точки зрения наработки необходимого опыта. Но в любом случае на первом этапе внедрения потребуются существенная поддержка со стороны государства.