

Пути повышения продуктивности оросительной воды при возделывании продовольственных культур

Стулина Г. В., Хорст М.Г.

Реферат

Прогнозируемое изменение климата в регионе в сторону аридизации, может привести к негативным последствиям : увеличению испарения , активизации миграции солей , истощению запасов подземных вод , к существенному снижению водности рек. В связи с этим необходимо изучить возможности адаптации сельхозпроизводства продовольственных сельхозкультур к изменению климата путем применения комплекса технических и агротехнических мероприятий и водосбережения.

Исследования было направлены на поиск возможных путей повышения продуктивности орошения, на примере орошения кукурузы на зерно в условиях Ферганской долины.

Показано, что мульчирование гребней борозд светлой полиэтиленовой пленкой позволяет снизить затраты воды от 9% (при поливе в каждую борозду) до 39 % (при поливе через междурядье). Затраты на мульчирующие почву покрытия пленкой вполне могут компенсироваться приростом урожайности (на 26 % при поливе через междурядье и до 47 % при поливе каждого междурядья). относительно нынешнего традиционного полива.

Продуктивность оросительной воды при мульчировании и поливе через междурядье составляет 187\$/тыс.м³, что на 44% выше, чем при поливе в каждую борозду без мульчирующих покрытий.

Введение

На высокую естественную климатическую изменчивость в бассейне Аральского моря накладываются различные антропогенные воздействия, влияющие на климат, как глобальные (повышение концентрации парниковых газов в атмосфере), так и локальные (урбанизация, значительное увеличение за последние 30 лет площадей орошаемых массивов, создание крупных водохранилищ и озер – водоприемников коллекторно-дренажных вод, сокращение объема и площади Аральского моря) .

Прогнозируемое многими исследователями изменение климата может привести к дополнительным негативным последствиям : увеличению испарения , активизации миграции солей , истощению запасов подземных вод , сокращению гумидных ландшафтов , росту минерализации бессточных озер, а самое главное, к существенному снижению водности рек (Агальцева, Боровикова , 2002; Спекторман , 2002; Climate Change, 1995).

В связи с этим, актуален поиск возможных путей адаптации сельхозпроизводства и в первую очередь продовольственных сельхозкультур к вероятным изменениям климата, с оценкой положительных сторон прогнозируемых процессов и разработкой предложений по снижению отрицательных последствий этих процессов.

Исходя из этого, основной целью предпринятых в период 2003-2004 гг. исследований был поиск возможных путей повышения продуктивности орошения, на примере орошения кукурузы на зерно, в условиях прогнозируемой в регионе аридизации климата.

Соответственно этой цели, основными задачами исследований были поставлены:

1. Изучить возможности адаптации сельхозпроизводства продовольственных сельхозкультур к изменению климата путем применения комплекса технических и агротехнических мероприятий и водосбережения.

2. Изучить характеристики развития и роста растений в условиях прогнозируемого повышения температуры и парникового эффекта с применением моделирования климатических изменений, в частности повышения температуры.
3. Оценить возможности повышения продуктивности водно-земельных ресурсов.

Предварительные расчеты возможных сроков сева и продолжительности вегетационных периодов показали что прогнозируемое даже незначительное увеличение весенней температуры на 1-2 C⁰ создает условия более ранним на 4-7 дней срокам сева и уборки. С другой стороны, с потеплением климата возрастает опасность возникновения стресса у растений при увеличении максимальной температуры в летний период.

Чтобы смоделировать возможные сценарии повышения температуры мы воспользовались пластиковой пленкой в виде мульчирующего покрытия.

Многими экспериментами использования пленки в отечественной и западной практике подтверждено повышение под пленкой температуры воздуха, температуры почвы и влажности почвы (Вишнякова, 1974

Другим негативным фактором изменения климата является увеличение испарения в летний период, отрицательный эффект от которого должен быть снижен. Использование мульчи, которая предотвращает непроизводительное физическое испарение влаги из почвы, способствует сохранению почвенной влажности и более продуктивному использованию оросительной воды В этой связи, оценивалось влияние на продуктивность использования оросительной воды при возделывании кукурузы на зерно с покрытием гребней борозд светлой пленкой, в качестве мульчирующего покрытия. Эти эксперименты проводились на фоне поливов в каждую борозду и с чередованием поливаемых и сухих междурядий.

Объекты исследования

Исследование проводились в фермерском хозяйстве, расположенном на территории коллективного хозяйства «им. Рахмонова» и в фермерском хозяйстве «Азизбек-І».

Коллективное хозяйство «им. Рахмонова» расположено на расстоянии 17 км севернее города Маргилан в Ахунбабаевском районе Ферганской области. Общая площадь хозяйства составляет 2979 га, из них пашня составляет 2152 га. Основные выращиваемые культуры – хлопок, пшеница, кукуруза, бахча. Площадь фермерского хозяйства, в котором проводились эксперименты, 2 га, в этом контуре выращиваются арбузы и кукуруза на зерно.

Хозяйство «Азизбек-І» расположено на территории бывшего совхоза «им. Ниязова» в Ахунбабаевском районе Ферганской области, в 25 километрах западнее города Фергана. Общая площадь фермерского хозяйства составляет 160 га , основные культуры: хлопчатник, озимая пшеница, кукуруза на зерно и на силос, овощные.

Методы исследований

До проведения исследований в хозяйствах экспериментальные поля были тщательно обследованы с выполнением геодезических и почвенных съемок.

С использованием известных методологий (Вадюнина , Корчагина , 1973; FAO, 1989) почвенные образцы были проанализированы на местах и в лаборатории на физические, химические и гидрофизические почвенные характеристики: зависимость потенциала почвенной влаги pF и влажности, механический состав почв, предельная полевая влагоемкость, влага завядания, легкодоступная влага. Эти параметры входят в расчет режима водопотребления культур. Кроме того, был выполнен анализы полного состава водной вытяжки, содержания гумуса, NPK. В период вегетации на экспериментальных полях проводился мониторинг агротехнических мероприятий, почвенной влажности,

температуры почвы и фенологии. Методы определения влажности: термостатно-весовой и зондирование нейтронным влагомером. Влажность определялась в метровом слое, по 10-20 см слоям. Объемы поданной и отведенной воды на каждом из вариантов измерялись с помощью трапецеидальных водосливов WCH-30, для замеров водоподачи, WCH-20 для замера водоподачи и сброса и водоизмерительными лотками, при оценках бороздных расходов. Сроки проведения поливов назначались фермером. Поливы кукурузы проводились соответственно программе в каждую борозду и через борозду.

Фенологические наблюдения осуществлялись в начале и середине каждого месяца на фенологических площадках с этикетированными растениями. Фиксировались: рост растений, глубина корневой системы, количество цветов и плодоземелентов, затененность поверхности.

Метеопараметры получены с метеостанции “Фергана” и полевой метеостанции.

Схема расположения вариантов опыта и структура исследования были аналогичными для двух лет

Участок 5 - кукуруза под пленкой с поливом в каждую борозду

Участок 6 - кукуруза под пленкой с поливом через борозду

Участок 7 - кукуруза без пленки с поливом в каждую борозду, контроль

Участок 8 – кукуруза без пленки с поливом через борозду, контроль

Результаты

Агротехнические мероприятия

Агротехнические мероприятия и измерения на экспериментальных участках организовывались по рекомендациям эксперта-агронома, в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. Агротехнические мероприятия на экспериментальных участках

Дата	Операция	Дата	Операция
20.02.03	вспашка	20.11.03	вспашка
24.02.03	внесение суперфосфата	5.03.04	планировка
17.03.03	планировка	9.03.04	нарезка рядов
21.03.03	чизелевание	9.03.04	влагозарядка
25.03.03	нарезка рядов	8.04.04	сев
30.03.03	нарезка борозд	10.04.04	покрытие пленкой
1.04.03	покрытие пленкой	1.05.04	междурядная культивация
2.04.03	сев	15.05.04	внесение мочевины
1.05.03	междурядная культивация	19.05.04	начало поливов
15.05.03	прореживание	9.08.04	начало уборки
15.05.03	междурядная культивация		
3.06.03	внесение мочевины		
19.06.03	начало поливов		
19.09.03	начало уборки		

Подготовка почвы на всех участках проводилась идентично и состояла из первичной обработки почвы: вспашки на глубину 35 см, планировки и вторичной: (подготовки семенного ложа): чизелевания и нарезки рядков и борозд... Сев кукурузы в 2003 году был осуществлен 2 апреля, сортом «Узбекская зубовидная» после укладки пленки (20-30 μk). и изготовления в ней отверстий вручную. На поле под кукурузу в зимний период вносился суперфосфат и в вегетационный период (3 июня) мочевина в виде подкормки. Вследствие поражения посевов хлопковой совкой были применены ядохимикаты (сера, долгит).

Поливы проводились по бороздам. Режим орошения устанавливался, исходя из потребности культур в воде.

Сев кукурузы сорта «Узбекская зубовидная» в 2004 был осуществлен 8 апреля, затем 10 апреля культуры были покрыты (вручную) перфорированной пленкой. Мочевина вносилась в виде подкормки в вегетационный период (15 мая). Были применены пестициды (ВІ-58, фосфорин). Ширина покрытия пленкой составляет на кукурузе 0.3 м.

Температурный режим

Температура почвы замерялась на глубине 5 см, 10 и 20 см температурными датчиками-дисками для измерения температуры каждые 2 часа. Наиболее интересны и важны величины температуры почвы в момент сева и в течение периода сев-всходы. При сопоставлении всех вариантов опыта (рис 1.) показано, что температура почвы под пленкой выше, чем на контроле на 2-3 градуса, что способствует более раннему прорастанию семян и развитию растений.

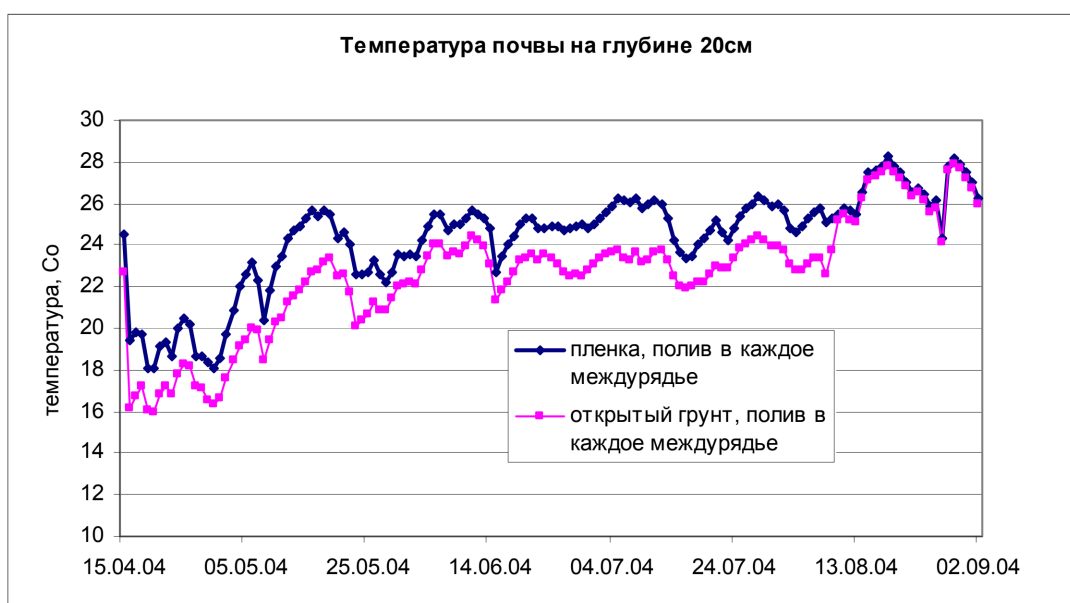


Рис 1. Температурный режим почв

Почвенная влажность.

Влажность почвы определялась до полива и каждые 5 дней в межполивной период. При анализе данных внимание уделялось сопоставлению вариантов с мульчированием и без него, с поливом через междурядье и в каждое междурядье. На **рис. 2** показано изменение влажности в течение вегетации, в целом можно сказать, исключив влияние осадков, что влажность почвы в слое 30см под пленкой выше, чем на открытом грунте. Влажность в слое 0-70 см в течение вегетации в неполивной борозде поддерживалась на уровне 25-32 % объемной влажности при уровне грунтовых вод от 2.1 м до 1.4 м. Скважина для замера уровня грунтовых вод была установлена в середине каждого участка

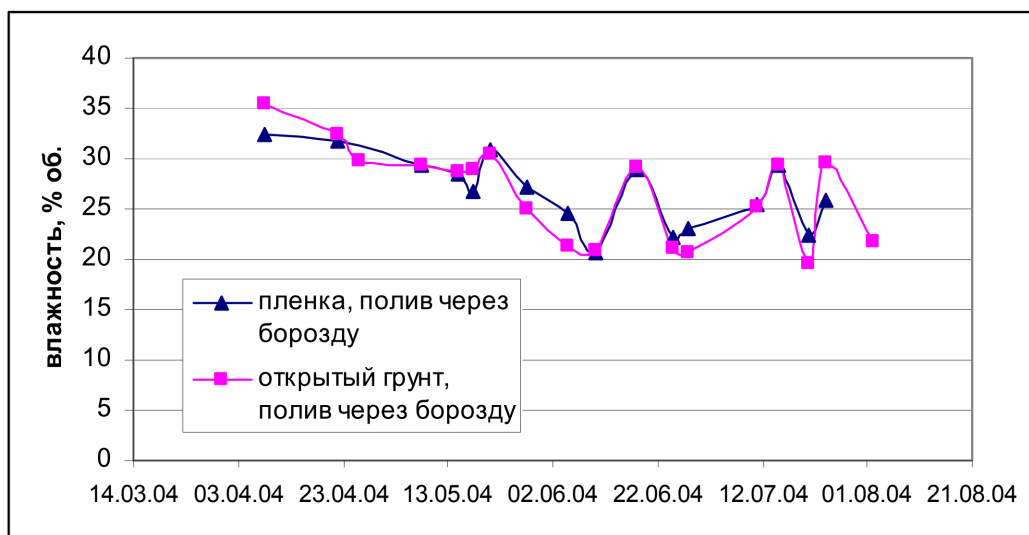


Рис 2. Режим влажности почвы

Развитие культуры и урожайность.

Температурные и влажностные условия в начальный период, созданные под светлой пленкой, благоприятно сказались на росте и развитии растений. В своем развитии растения под светлой пленкой значительно опережали развитие растений на контроле, что было зафиксировано по всем фенологическим показателям: росту растения, глубине корневой системы, количеству цветов и плодозементам. Урожай кукурузы на участках с покрытием пленкой превышал контрольный вариант на 20-40% (рис.3)



Рис 3. Урожай кукурузы

Продуктивность орошения кукурузы и возможные эффекты водосбережения

В периоды вегетации 2003-2004гг. на поле изучались четыре варианта поливов кукурузы (Рис.4.):

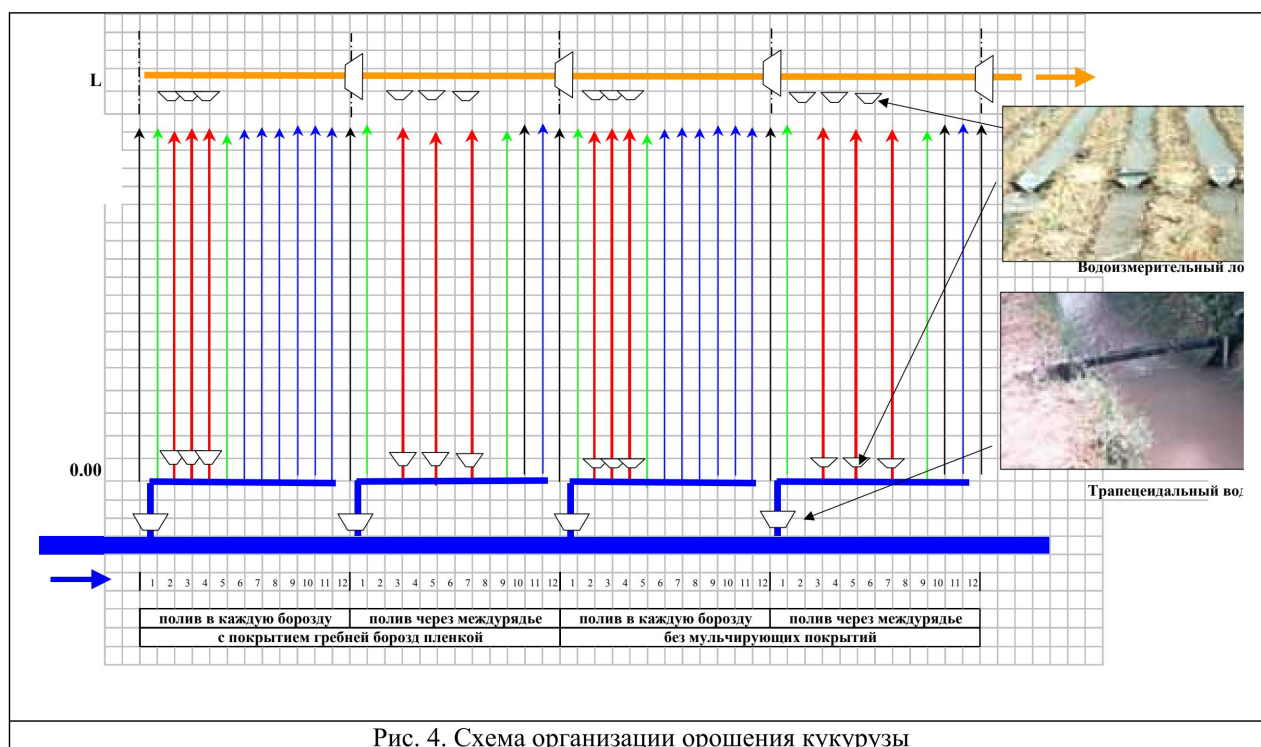
А - полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой)

В - полив через борозду (с покрытием гребней пленкой)

С - полив в каждую борозду (без пленки)

Д - полив через борозду (без пленки).

Для иллюстрации достигнутых результатов остановимся на исследованиях вариантов полива, проведенных в вегетацию 2004 года в фермерском хозяйстве «Азизбек-І».



Площадь каждого из вариантов составляла 0.1 га. Длина сквозных борозд – 100 м. В период с 19 мая по 22 июля было проведено пять вегетационных поливов кукурузы на зерно.

Оценка результатов относительно контрольного варианта (полив в каждую борозду без мульчирующих покрытий гребней борозд) приведена в Таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Сравнительная оценка вариантов полива кукурузы относительно контрольного варианта

Варианты поливов	Удельный объем водоподачи м ³ /га	Изменение затрат воды относительно контрольного варианта		Урожай кг/га	Изменение урожайности относительно контрольного варианта		Продуктивность орошения кг/м ³	Изменение продуктивности орошения относительно контрольного варианта	
		%	м ³ /га		%	кг/га		%	кг/м ³
А - полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой)	3502	-9	-362	7330	47	2330	2.1	62	0.8
В - полив через борозду (с покрытием гребней пленкой)	2340	-39	-1524	6300	26	1300	2.7	108	1.4
С - полив в каждую борозду (без пленки)	3864	0	0	5000	0	0	1.3	0	0
Д - полив через борозду (без пленки)	2405	-38	-1459	3560	-29	-1440	1.5	14	0.2

Таблица 3. Сопоставление эффектов при орошении кукурузы относительно контрольного варианта

Варианты поливов	Эффект водосбережения	Эффект продуктивности земли	Эффект продуктивности орошения
	м ³ /га	кг/га	кг/м ³
А - полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой)	+ (9%)	+ (47%max)	+(62%)
В - полив через борозду (с покрытием гребней пленкой)	+ (39% max)	+ (26%)	+(108%max)
С - полив в каждую борозду (без пленки)	0	0	0
Д - полив через борозду (без пленки)	+(38%)	-(-29%min)	+ (14%)

Сопоставительная оценка вариантов относительно контроля (вариант С - полив в каждую борозду без мульчирующих покрытий) по трем параметрам эффективности: эффект водосбережения; эффект продуктивности использования земельных ресурсов и эффект продуктивности использования водных ресурсов показал явное преимущество варианта В - полив через борозду с покрытием гребней борозд пленкой. Относительно варианта С в этом варианте на 1524 м³/га (на 39 %) уменьшены затраты воды, на 13 центнеров выше урожайность (на 26 %) и соответственно продуктивность орошения выше на 1.3 кг/м³ (на 108 %). Аналогичное сопоставление было проведено относительно средних из достигнутых на четырех вариантов показателей (Таблицы 4 и 5).

Таблица 4. Сравнительная оценка вариантов полива кукурузы относительно средних показателей

Варианты поливов	Удельный объем водоподдачи	Изменение затрат воды	Урожай	Изменение урожайности относительно среднего по вариантам	Продуктивность орошения	Изменение продуктивности орошения относительно среднего по вариантам			
	м³/га	%	м³/га	кг/га	%	кг/га	кг/м³	%	кг/м³
A - полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой)	3502	16	+474	7330	32	1783	2.1	11	0.2
B - полив через борозду (с покрытием гребней пленкой)	2340	-23	-688	6300	14	753	2.7	42	0.8
C - полив в каждую борозду (без пленки)	3864	28	+836	5000	-10	-548	1.3	-32	-0.6
D - полив через борозду (без пленки)	2405	-21	-623	3560	-36	-1988	1.5	-22	-0.4
Средние показатели	3028			5548			1.9		

Таблица 5. Сопоставление эффектов при орошении кукурузы относительно средних показателей

Варианты поливов	Эффект водосбережения	Эффект продуктивности земли	Эффект продуктивности орошения
	м ³ /га	кг/га	кг/м ³
А - полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой)	- (-16%)	+ (32%max)	+(11%)
В - полив через борозду (с покрытием гребней пленкой)	+ (23% max)	+ (14%)	+(42%max)
С - полив в каждую борозду (без пленки)	-(-28% min)	-(-10%)	- (-32% min)
Д - полив через борозду (без пленки)	+(21%)	-(-36%min)	- (-22%)

Сопоставительная оценка вариантов орошения кукурузы относительно средних показателей для четырех вариантов по трем параметрам эффективности также показала явное преимущество варианта В - полив через борозду с покрытием гребней борозд пленкой. Относительно средних значений по всем вариантам в этом варианте на 688 м³/га (на 23 %) уменьшены затраты воды, на 7.5 центнеров выше урожайность (на 14 %) и соответственно продуктивность орошения выше на 0.8 кг/м³ (на 42 %). Максимальная урожайность кукурузы 73.3 ц/га была достигнута на варианте А- полив в каждую борозду (с покрытием гребней пленкой).

Это послужило гарантией получения самой высокой валовой прибыли -541\$/га. На вариантах В,С и D она составила соответственно 429\$/га, 401\$/га, 250\$/га. Как следует из приведенных данных, валовая прибыль, полученная на участках с пленочным покрытием, выше чем при выращивании кукурузы в открытом грунте. Наибольшая отдача на использование оросительной воды, которая определялась отношением валовой прибыли к объему затраченной воды, получена на варианте В- 187 \$/тыс.м³ на варианте А- 155\$/тыс.м³ (с мульчированием), в сравнении с вариантами открытого грунта С и D, на которых продуктивность оросительной воды составила 105\$/тыс.м³ и 104\$/тыс.м³ соответственно.

Заключение

Сопоставительная оценка вариантов относительно контроля (вариант С - полив в каждую борозду без мульчирующих покрытий) по трем параметрам эффективности: эффект водосбережения; эффект продуктивности использования земельных ресурсов и эффект продуктивности использования водных ресурсов показал явное преимущество варианта В - полив через борозду с покрытием гребней борозд пленкой.

Покрытие гребней борозд пленкой при возделывании кукурузы пленкой позволяет снизить затраты воды от 9% (при поливе в каждую борозду) до 39 % (при поливе через междурядье).

При поливе через междурядье с покрытием гребней борозд пленкой (вариант В) поддерживается благоприятный для растений водно-воздушный режим в почве.

Затраты на мульчирующие почву покрытия пленкой вполне могут компенсироваться приростом урожайности (на 26 % при поливе через междурядье и до 47 % при поливе каждого междурядья) относительно нынешнего традиционного полива.

Эффект снижения затрат оросительной воды станет более ощутимым для фермеров в условиях платного водопользования.

Литература

1. Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Комплексный подход к оценке уязвимости водных ресурсов в условиях изменения климата / Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень N 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.
- 2.Спекторман Т.Ю. Динамика показателей засушливости территории Узбекистана в связи с изменением климата. / Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень N 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.-
3. Climate Change 1995, The Science of Climate Change. Contribution of Working Group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change /Edited by

- J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callinder, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell. - Cambridge: University Press, 1995. - 572 pp.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств и грунтов, Москва, Высшая школа, 1973.
5. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation system, FAO, N45, Rome, 1989
6. Вишнякова Н.М. Микроклимат растений под пленкой, Л., Гидрометеиздат, 1974