

**ВЫПУСК
№ 4
ISSUE**

ПОГОДА И УРОЖАЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ В ПЛАНИРОВАНИИ ОРОШЕНИЯ

DEZA DIREKTION FÜR ENTWICKLUNG UND ZUSAMMENARBEIT
DDC DIRECTION DU DEVELOPPEMENT ET DE LA COOPERATION
DSC DIREZIONE DELLO SVILUPPO E DELLA COOPERAZIONE
SDC SWISS AGENCY FOR DEVELOPMENT AND COOPERATION
COSUDE AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACION



IWMI
International
Water Management
Institute



Эффективность орошения зависит не только от правильной подачи воды на поле или от правильной техники полива, она во многом зависит и от складывающегося климата. Процесс орошения - это комплекс долгосрочных (расчет общего объема предполагаемой подачи воды на поле в период вегетации) и краткосрочных мероприятий (когда и сколько воды надо подать на орошение). Но климат является диктующим элементом при планировании орошения и выращивании сельхозкультур. Например, от климатических условий зависят:

- процессы роста и развития растений;
- режим орошения и количество подаваемой воды;
- сроки внесения удобрений;
- сроки сева и уборки урожая сельхозкультур;
- качество выращенного урожая и т.д.

Почему климат является диктующим (доминирующим) фактором? Потому, что водными ресурсами, подаваемыми на орошение, можно управлять, а климатическими факторами, к сожалению, нет. Именно поэтому мы должны принимать решения с учетом складывающихся климатических условий, так чтобы они не оказали отрицательного влияния на сельскохозяйственные посевы и могли быть направлены на полезное использование в наших целях. В этой связи важно учитывать позиции, при которых климатическая информация даст наибольший эффект:

- месторасположение орошаемых земель;
- тип выращиваемой культуры;
- режим орошения сельхозкультур.

Поэтому, очень важно заранее знать погодные условия и соответственно планировать наши действия. Прогноз погоды или среднемноголетние климатические данные являются важным источником информации для водопользователей и одним из инструментов при планировании орошения. Для этого нам надо ответить на вопрос «Что такое прогноз?»

Многие слышали выражение «прогноз погоды», или же «климат». Мы почти каждый день встречаемся с этими понятиями. Например, по телевизору можно услышать «прогноз погоды» на следующий день. Газеты печатают прогнозы на неделю.

К сожалению, официальные прогнозные данные трудно найти, и поэтому данная брошюра предлагает метод получения прогнозных данных используя интернет-технологии. Эта брошюра даст возможность фермерам, специалистам консультативных служб и работникам АВП и управлений магистральных каналов возможность:

- получения текущих прогнозов погоды посредством Интернета;
- узнать, какие основные параметры прогноза погоды можно получить;
- узнать на какие периоды можно получить прогнозы погоды;
- как превратить эти параметры в практическое и полезное использование в планировании орошения и выращивания сельхозкультур;
- получить рекомендации по распространению климатических прогнозов.



Климат - это условия средних значений погоды на длительный период. Климат может указывать на влажный зимний период, холодную зиму или жаркое и засушливое лето. Все решения, принимаемые на основе климатических прогнозов, носят стратегический характер и требуют подготовленности до наступления сезона. Эти мероприятия могут включать в себя изменение вида выращиваемых культур, изменение расположения полей, закупку необходимого оборудования для предотвращения негативных воздействий климата. Климат включает в себя информацию о средних значениях осадков и температуры за длительный период. Например, в таблице №1 приводятся, среднемесячные значения осадков по метеостанции Федченко (Фергана) за 1930-1992 гг.



Таблица №1. Среднемесячные значения осадков (1930-1992 гг.),мм.

Метеостанция	Средняя по месяцам												Всего за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Федченко	24	28	33	22	18	10	6	3	2	16	23	21	206

Среднегодовое значение осадков за рассматриваемый период (206 мм, сумму за год, делим на 12 - количество месяцев в году) является 17 мм.

Ту же таблицу некоторые гидрометслужбы предоставляют в виде графика (Рис.1).

Но не следует забывать, что климат и погода изменчивы. Они непостоянны и прогнозы часто могут не соответствовать действительной погоде.

Поэтому, климатическим прогнозом можно назвать статистические расчеты вероятности возможных условий атмосферных явлений на основе многолетних наблюдений. В нашем примере среднемесячные значения осадков приводилось за 1930-1992 годы. Таким образом, прогноз является результатом расчетов и предположением возможности свершения того или иного явления.

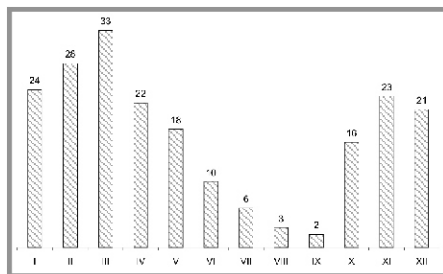


Рис.1. Среднемесячные значения осадков за 1930-1992 гг. по метеостанции Федченко, мм.

Практическое занятие:

Пожалуйста, на основе приведенной таблицы приведите в табличной форме среднемесячные значения температуры воздуха и рассчитайте среднегодовое значение для того региона, где вы проживаете. По результатам составьте график среднемесячных значений. Сравните графики и таблицу с результатами других участников.

	Ходжент	Фергана	Ош
Январь	-0.4	-1.2	-1.9
Февраль	1.7	1.2	0.8
Март	8.5	8.3	8.3
Апрель	16.2	16	16.3
Май	21.7	20.8	21.7
Июнь	26.8	25.3	26.2
Июль	28.2	27	27.2
Август	26.1	25	24.7
Сентябрь	20.7	20	19.6
Октябрь	13.8	13.1	12.8
Ноябрь	7.3	6.5	6
Декабрь	2	1.2	0.6

Погода - ежедневное взаимодействие поверхности Земли и атмосферы, т.е. изменение атмосферных условий происходит ежедневно. Принимаемые же решения на основе изменения погодных условий являются оперативными по своей натуре и включают в себя мероприятия, которые должны проводиться в очень короткие периоды времени (меньше чем раз в неделю). Это такие мероприятия как орошение, защита от заморозков, сроки внесения удобрений и сбора урожая. Примеры ежедневного прогноза погоды приведены в таблицах 2, 3, 4 и на рис.2.

То есть прогноз погоды это оценка погодных условий по оперативным наблюдениям и предположение погоды на ближайший (короткий) период (на 2-3 дня вперед). Погода, как уже говорилось выше, не постоянна. Например, дни могут отличаться друг от друга и характеризоваться «солнечными», «пасмурными» или «прохладными».

Прогнозы погоды обычно точны, если они прогнозируют погодные условия на ближайшие несколько дней, т.е. 1-2 дня. Но тем не менее, степень точности прогноза может уменьшаться, если прогнозируемый период увеличивается до 3, 4, 5 и больше суток. Поэтому, рекомендуется перепроверка длительных прогнозов с учетом приближающихся дней и фактически складывающимся погодными условиями.

Таблица №2. Прогноз погоды в г.Ош на 3 суток.

Погода в г. Ош (7/6/2006 0:00 UTC)											
Gismeteo	Вечер 7 июл Ср	Ночь 8 июл Чт	Утро 8 июл Чт	День 8 июл Чт	Вечер 8 июл Чт	Ночь 9 июл Пт	Утро 9 июл Пт	День 9 июл Пт	Вечер 9 июл Пт	Ночь 10 июл Сб	Утро 10 июл Сб
Облачность											
Осадки											
Атмосферное давление, мм	688 686	690 688	689 687	688 686	688 686	688 686	688 686	687 685	688 686	689 687	688 686
Температура воздуха, °C	+16 +14	+10 +8	+8 +6	+18 +16	+18 +16	+12 +10	+9 +7	+17 +15	+16 +14	+10 +8	+8 +6
Влажность воздуха, %	31	52	54	23	24	42	52	32	38	60	66
Ветер, метр/сек	С-3 2-5	Ю 1-3	Ю 1-3	С-3 1-3	С-3 2-5	Ю-В 1-3	штиль	С-3 2-5	С-3 2-5	штиль	штиль
Комфорт, °C	+16 +14	+10 +8	+8 +6	+18 +16	+18 +16	+12 +10	+9 +7	+17 +15	+16 +14	+10 +8	+8 +6

Источник: <http://www.gismeteo.ru/> - Центр ФОБОС (лицензия Росгидромета Б 420854 от 18 февраля 2005 г). Прогнозы погоды до 10 суток.

Таблица №3. Прогноз погоды на 4 суток Узгидромета.

Прогноз на четверо суток Центра гидрометеорологической службы при КМ Республики Узбекистан

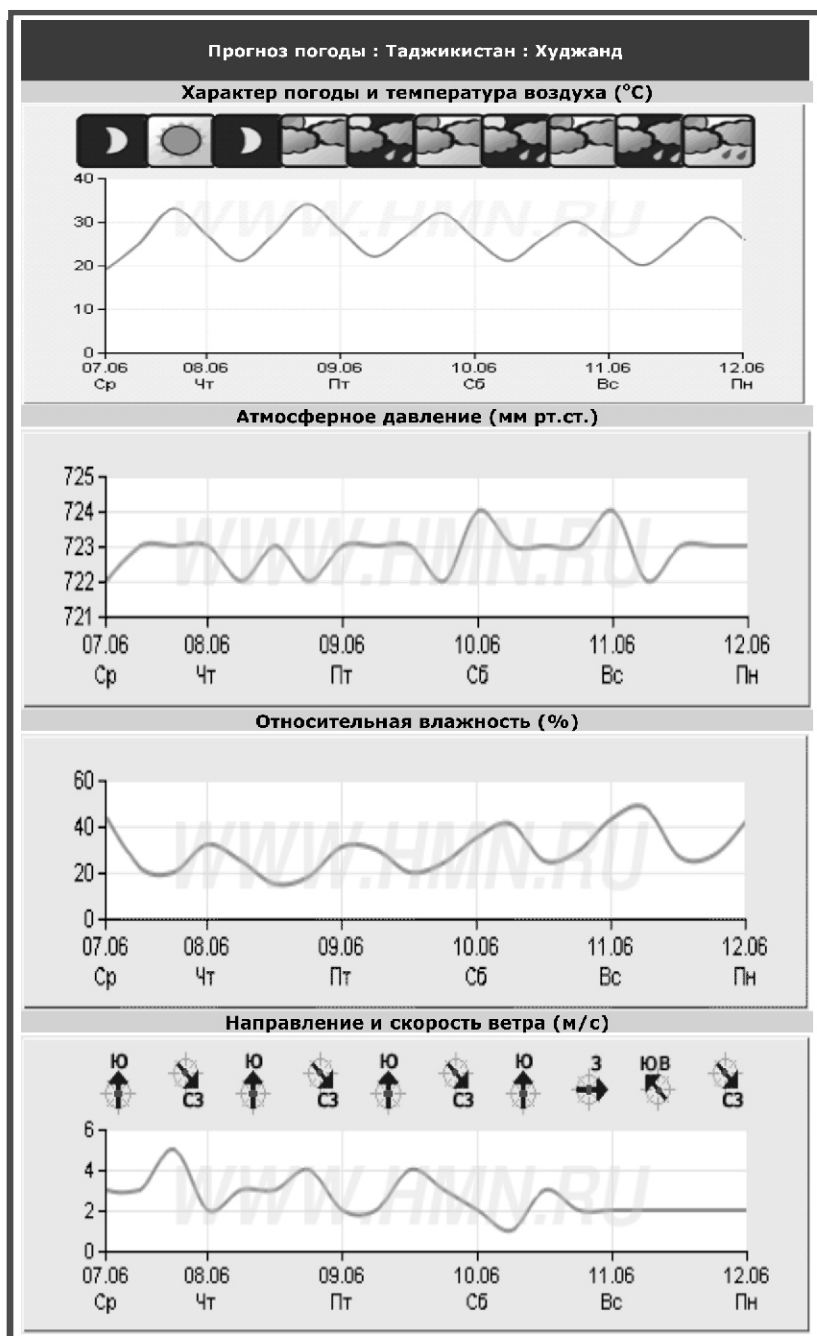
ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА 4-7 ФЕВРАЛЯ

АНДИЖАНСКИЙ, НАМАНГАНСКИЙ, ФЕРГАНСКИЙ ВИЛОЯТЫ

Переменная облачность, 4 и 6-7 февраля без осадков, 5 февраля - дождь. Местами туман. Ветер западный 7-12 м/с. Температура ночью - 2° мороза - 3° тепла, днем - 3-8° тепла.

Источник: <http://www.meteo.uz/rus/index.php> - Центр Гидрометеорологической службы при Кабинете Министров Республики Узбекистан (Узгидромет). Прогнозы погоды до 4-х суток.

Рис. 2. Прогноз погоды на 5 суток по г. Худжанд.



Источник: <http://www.hmn.ru/> - Российский сайт «МетеоНовости». Прогнозы погоды до 14 суток.

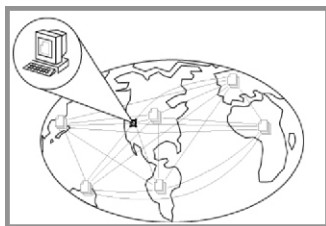
Таблица №4. Прогноз погоды на неделю в г. Фергана.

Узбекистан, г. Фергана	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье	Понедельник	Вторник	Среда
	08 июня	09 июня	10 июня	11 июня	12 июня	13 июня	14 июня
Атмосферное давление ночью / днем, мм рт.ст.	711 / 713	711 / 713	712 / 714	712 / 714	711 / 714	709 / 710	708 / 710
Температура воздуха ночью / днем, °С	14 / 31	16 / 31	17 / 31	17 / 33	16 / 35	19 / 35	18 / 36
Комментарий к погоде	Солнечно, без осадков	Переменная облачность, без осадков	Переменная облачность, небольшой дождь	Переменная облачность, без осадков	Переменная облачность, без осадков	Переменная облачность, без осадков	Солнечно, без осадков
Осадки, мм	0	0	1	0	0	0	0
Вероятность осадков (если они прогнозируются) / отсутствия осадков (если осадки не прогнозируются), %	72	55	57	55	63	64	98
Направление ветра	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю	Ю	Ю	Ю
Скорость ветра, м/с	7	4	2	2	5	8	9

Источник: <http://meteoinfo.ru/forecasts> - Гидрометцентр Российской Федерации. Прогнозы погоды до 7 суток.

Практическое задание: сравните прогноз погоды в разных городах на разные периоды в таблицах 2-4 и на рис. 2.

Где получить эти прогнозы? ОТВЕТ: через интернет!



Интернет является инструментом, который позволяет эффективно распространять информацию на большое количество пользователей. В нашем случае это водопользователи, т.е. фермеры. Но что же такое Интернет? Все очень просто. Интернет - это много-много компьютеров, соединенных между собой проводами (или какими-нибудь другими каналами связи, это сейчас не самое главное). Обычно соединяют сначала небольшое количество компьютеров, не более тысячи, образуется так называемая локальная сеть.

А затем полученные сети уже соединяют между собой в более крупные образования, ну, а их уже в еще более крупные конгломераты. И так до тех пор, пока компьютеры всего мира не окажутся соединенными между собой, иными словами, объединенными в глобальную сеть. Вот и все! Теперь остается совсем немного сделать так, чтобы это все заработало.

СРЕДСТВО ПРОСМОТРА

Microsoft Internet Explorer представляет собой средство просмотра. Возможно Internet Explorer использовать для просмотра Интернет-страницы прямо сейчас.

Подобно тому, как Microsoft Word является средством для работы с текстом или Microsoft Excel - средством для работы с электронными таблицами, Internet Explorer является средством просмотра, предназначенным для выполнения переходов и получения доступа к сведениям Интернет. Эта программа есть во всех компьютерах «интернет-кафе», и 1 час работы в «кафе» стоит примерно 0.5 доллара США (цены примерно одинаковы в Фергане, Оше и Ходженге).

Теперь запустим Internet Explorer для того, чтобы начать просмотр страниц в интернете (Рис.3).



Рис.3.

НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КНОПКИ
 Панель инструментов содержит ряд функций и команд для управления средством просмотра (Рис.4). Строка адреса под панелью инструментов отображает адрес текущего узла, к которому осуществляется доступ (Рис.5). Для перехода на новый узел введите адрес узла (в формате URL, к примеру:

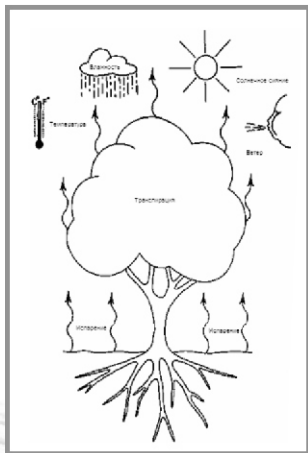
http://meteoinfo.ru/forecasts5000/uzbekistan/fergana) непосредственно в поле адресной строки. После завершения ввода нажмите на клавиатуре клавишу Enter.

После обращения, вашему взору предстанет страница, на которой отображены данные по погоде в вашем регионе (Рис.6).

Данные по погоде в вашем регионе, предоставленные Гидрометцентром, возможно использовать для дальнейшей статистики, расчётов и пр. (Рис.7).

Узбекистан	Фергана		
Версия для печати	Вторник 20 июня	Среда 21 июня	
Атмосферное давление ночью / день, мм рт.ст.	711 / 713	711 / 714	
Температура воздуха ночью / день, °С	21 / 38	21 / 37	
Погода			
	Переменная облачность, Комментарий к погоде	Переменная облачность, без осадков	Переменная облачность, без осадков
Осадки, мм	0	0	
Вероятность осадков (если они прогнозируются) / отсутствия осадков (если осадки не прогнозируются), %	67	55	
Направление ветра	Ю-Ю	Ю-Ю	
Скорость ветра, м/с	9	9	

Рис.7.



Простота использования сети интернет, обилие информации и её актуальность делают данную сеть незаменимой в повседневной работе.

ВАЖНОСТЬ КЛИМАТА ПРИ ОРОШЕНИИ КУЛЬТУР

Все растения нуждаются в почве, воде, воздухе и в свете (солнечное сияние) для прорастания. Почва дает стабильность растениям и среду для хранения воды и питательных веществ, которые растения всасывают через корни.

Свет передает растениям солнечную энергию необходимую для роста. Воздух дает растениям возможность «дышать».

Без воды растения не могут расти. Чрезмерное количество воды также является губительным (кроме тех растений, которые растут на воде).

Основными факторами, влияющими на развитие культуры, являются осадки, температура воздуха и солнечное сияние.

В местах, где выпадает ограниченное количество осадков, растительный покров наблюдается в минимальном количестве или вообще отсутствует, а в местах с повышенным количеством осадков, наоборот, существуют очень плотные растительные сообщества.



Рис.4.

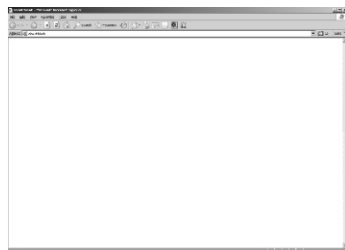


Рис.5.

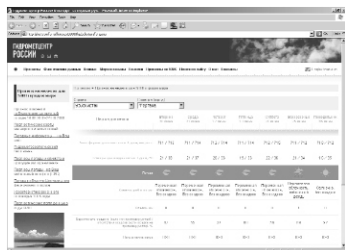


Рис.6.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ КУЛЬТУРЫ С ПОМОЩЬЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Таблица №5. Влияние основных климатических факторов на потребность растения в воде.

Климатические факторы	Потребность растения в воде	
	Высокая	Низкая
Солнечное сияние	Солнечно (без облачно)	Облачно (не солнечно)
Температура	Жарко	Прохладно
Влажность	Низкая (сухо)	Высокая (влажно)
Скорость ветра	Ветрено	Низкая ветреность

Из таблицы №5 ясно, что для орошения одного и того же растения, выращиваемого в разных климатических зонах, потребуется разное количество воды. Так, например, кукуруза, выращиваемая в холодных зонах России, требует меньше воды, чем кукуруза возделываемая в Ферганской долине. Для определения потребности одного того же растения в воде, в разных климатических зонах, ученые ввели понятие эталонной культуры. В качестве эталона принято считать обычную (стандартную) траву. В таблице № 6 приведены среднесуточные значения потребности травы в воде.

Таблица №6. Среднесуточное потребление воды эталонной травой в мм.

Климатическая зона	Среднесуточные значения температуры		
	Низкая (менее 15°C)	Средняя (15-25°C)	Высокая (более 25°C)
Пустынная/ аридная	4-6	7-8	9-10
Суб-аридная	4-5	6-7	8-9
Суб-гумидная	3-4	5-6	7-8
Гумидная	1-2	3-4	5-6

Согласно таблице №6, трава, растущая в суб-аридной климатической зоне при среднесуточной температуре в 20°C, потребляет 6.5 мм воды в сутки. Та же трава, выращиваемая в суб-гумидной зоне с суточной температурой воздуха в 30°C потребляет 7.5 мм воды в день.

Таблица №7. Потребность различных растений в критических периодах по сравнению с потребностью стандартной травы.

-30%	-10%	Одинаково с травой	+ 10%	+20%
Цитрусовые, оливковые, виноградники	Огурцы, редиска, тыквенные.	Крестоцветные (капуста, петная капуста, брокколи и т.д.), морковь, кочанный салат (лиственный), бахчевые, лук, арахис, перец, шпинат, трава, фруктовые деревья (яблоня), сафлор, сорго, соевый боб, сахарная свекла, подсолнечник, табак, пшеница.	Бобовые, ячмень, кукуруза, лён, злаковые, хлопчатник, помидоры, баклажаны, чечевича, просо, овес, горох, картошка	Рис, сахарный тростник, бацац, плодовые деревья с кожурой.

Пример: предположим, что в Ферганской области трава потребляет 5.5 мм воды в сутки. Значит, согласно таблице №9, в том же месте кукуруза потребляет на 10% больше воды. 10% от 5.5 мм составляет = 0.55 мм. Тогда, суточная потребность кукурузы составит = 5.5 мм + 0.55 мм = 6.05 мм. Можно округлить и сказать 6.1 мм/сутки.

Практическое задание: предположим, что в Андижанской области суточное потребление воды для травы составляет 7.0 мм. Найдите потребление следующих культур в той же местности:

- 1) виноградник;
- 2) пшеница;
- 3) хлопчатник;
- 4) рис;
- 5) кукуруза.

Требуемое количество воды для орошения - это разница между потребностью культуры в воде и частью осадков (эффективная), которая используется растением полезно (для роста).

ПОТРЕБНОСТЬ РАСТЕНИЯ В ВОДЕ

Орошение = Потребность растения в воде - эффективная часть осадков

Влияние климата на потребность растения в воде обозначается через значение эвапотранспирации (суммарного испарения) эталонного растения, можно кратко - эталонная эвапотранспирация, т.е. ET_o .

ET_o - эта величина суммарного испарения (испарение с поверхности почвы и транспирация растениями) с большого участка земли (площади), где растет зеленая трава высотой 8-15 см, которая активно развивается, полностью покрывает земную поверхность и не нуждается в воде.

А как определить эталонную эвапотранспирацию? Существует много методов, но приведем теоретический метод, который является очень простым, но и дает примерный результат. Этот метод называется методом Бланей-Кридла:

$$ET_o = p * (0.46 * T_{\text{сред}} + 8)$$

ET_o - эталонная эвапотранспирация (мм/сут), как среднесуточное значение данного месяца;

p - среднее процентное соотношение дневных часов в году;

$T_{\text{сред}}$ - среднесуточная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

ШАГ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕСУТОЧНОГО ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ - $T_{\text{СРЕД}}$

Метод Бланей-Кридла основывается на среднемесячных значениях температуры и ET_o . Например, если в марте 2006 г. средняя температура составила 28°C , то метод считает, что каждый день марта месяца характеризовался суточной температурой в 28°C .

Если же имеются данные метеостанций, у которых фиксируются максимальные и



минимальные значения суточных температур, то среднесуточное значение температуры рассчитывается следующим образом:

$$T_{\max} = \frac{\sum T_{\max}^{\text{сут}}}{n_{\text{дней}}}$$

$$T_{\min} = \frac{\sum T_{\min}^{\text{сут}}}{n_{\text{дней}}}$$

$$T_{\text{сред}} = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}$$

ШАГ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ Р - СРЕДНЕЕ ПРОЦЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДНЕВНЫХ ЧАСОВ В ГОДУ.

Для определения p используется таблица №8, по которой можно определить процентное соотношение солнечного стояния в году. Но для этого необходимо знать широту местности. Пример: надо определить значение p для июня месяца для Кувинского района Ферганской области. По карте Кувинский район располагается:

40°Ш (С), 72°Д (В), т.е. 40 градусов северной широты и 72 градусов восточной долготы.

Таблица №8. Средние процентные соотношения солнечного стояния (p) в году в разных широтах мира.

Широта	Север	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
	Юг	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	June
60°		.15	.20	.26	.32	.38	.41	.40	.34	.28	.22	.17	.13
55		.17	.21	.26	.32	.36	.39	.38	.33	.28	.23	.18	.16
50		.19	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.20	.18
45		.20	.23	.27	.30	.34	.35	.34	.32	.28	.24	.21	.20
40		.22	.24	.27	.30	.32	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
35		.23	.25	.27	.29	.31	.32	.32	.30	.28	.25	.23	.22
30		.24	.25	.27	.29	.31	.32	.31	.30	.28	.26	.24	.23
25		.24	.26	.27	.29	.30	.31	.31	.29	.28	.26	.25	.24
20		.25	.26	.27	.28	.29	.30	.30	.29	.28	.26	.25	.25
15		.26	.26	.27	.28	.29	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.25
10		.26	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.26
5		.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.27	.27	.27
0		.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27

ШАГ 3. РАСЧЕТ ET_o.

$$ET_o = p * (0.46 * T_{\text{сред}} + 8)$$

Пример: для условий Кувинского района, максимальная температура для июня равна 49°С, а минимальная 32°С, широта (северная) - 40°.

Вопрос: найдите значение ET_o (мм/сут) для июня месяца.

Решение: по формуле находим среднюю температуру за июнь:

$$T_{\text{сред}} = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} = \frac{49 + 32}{2} = 40.5^{\circ}\text{C}$$

Зная, что Кувинский район находится в 40° северной широты, из таблицы №10 находим значение p :

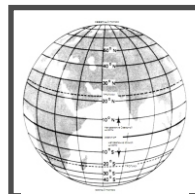
$$p = 0.34$$

Значение ET_0 находим по формуле:

$$ET_0 = p * (0.46 * T_{сред} + 8) = 0.34 * (0.46 * 40.5 + 8) = 9.05 \text{ мм / сут}$$

Рис 8. Изображение широты.

Отношение между эталонной эвапотранспирацией и фактическим водопотреблением данного растения выражается через фактор культуры, так называемым коэффициентом культуры - K_c .



$$ET_{растения} = ET_0 * K_c$$

$ET_{растения}$ - количество эвапотранспирации данной культуры, или же потребность данного растения в воде (или водопотребление данной культуры) в мм/сут;

ET_0 - эталонная эвапотранспирация (мм/сут), как среднесуточное значение данного месяца;

K_c - коэффициент культуры, который зависит от трех элементов:

- типа культуры (растения);
- фазы развития растения (таблица №9);
- климата.

Практическое занятие:

Дано: северная широта - 30°;

Максимальные и минимальные температуры

Найти: среднюю температуру за 12 месяцев, значение - p , и рассчитать ET_0 .

Месяцы года	T_{min} (°C)	T_{max} (°C)	$T_{сред}$ (°C)	P (табл №10)	ET_0 , мм/сут
Январь	15.5	32.1			
Февраль	18.8	35.8			
Март	21.8	38.0			
Апрель	24.5	39.0			
Май	26.0	38.0			
Июнь	25.0	36.9			
Июль	22.7	35.7			
Август	22.0	32.6			
Сентябрь	23.0	30.8			
Октябрь	21.3	34.8			
Ноябрь	18.7	35.0			
Декабрь	16.6	32.0			

Как уже говорилось выше, K_c зависит от климата, т.е. от относительной влажности воздуха и скорости ветра. Значения K_c должны быть уменьшены на величину 0.05, если стоит очень высокая относительная влажность воздуха ($ОВ > 80\%$) и отмечается низкая скорость ветра ($u < 2$ м/сек), т.е. если K_c составлял 1.15 мм/сут, то сейчас значение уменьшится на 0.05 и составит 1.20 мм/сут. Если же $ОВ$ низкая ($ОВ < 50\%$) и скорость ветра высокая ($u > 5$ м/сек), то значение K_c увеличивается на значение 0.05.

Составим форму:

Хозяйство:

Дата:

Влажность воздуха (высокая, средняя, низкая):

Скорость ветра (высокая, средняя, низкая):

Название культуры:

Дата посева:

Общее количество дней развития культуры.

Расчетная продолжительность фаз развития (сутки):	Даты по фазам:	Коэффициент культуры по фазам:
Начальная фаза:		
Развитие:		
Середина сезона:		
Конец сезона:		

Таблица №9. Примерная пропорция различных фаз развития растений, в сутках.

Сельхозкультура	Общее количество дней (max и min)	Различные фазы развития растений			
		Начальная	Развитие	Середина сезона	Конец сезона
Ячмень, овес, пшеница	120	15	25	50	30
	150	15	30	65	40
Бобовые	95	15	25	35	20
	110	20	30	40	20
Капуста	120	20	25	60	15
	140	25	30	65	20
Морковь	100	20	30	30	20
	150	25	35	70	20
Хлопчатник	180	30	50	55	45
	195	30	50	65	50
Огурцы	105	20	30	40	15
	130	25	35	50	20
Баклажаны	130	30	40	40	20
	140	30	40	45	25
Злаковые	150	20	30	60	40
	165	25	35	65	40
Кукуруза	80	20	25	25	10
	110	20	30	50	10
Бахчевые	120	25	35	40	20
	160	30	45	65	20
Просо	105	15	25	40	25
	140	20	30	55	35
Лук репчатый	150	15	25	70	40
	210	20	35	110	45
Арахис	130	25	35	45	25
	140	30	40	45	25
Горох	90	15	25	35	15
	100	20	30	35	15
Перец	120	25	35	40	20
	210	30	40	110	30
Картошка	105	25	30	30	20
	145	30	35	50	30
Редиска	35	5	10	15	5
	40	10	10	15	5
Шпинат	60	20	20	15	5
	100	20	30	40	10
Свекла	160	25	35	60	40
	230	45	65	80	40
Подсолнечник	125	20	35	45	25
	130	25	35	45	25
Помидоры	135	30	40	40	25
	180	35	45	70	30

В таблице приведены сведения только для посеянных растений, а фазы развития посаженных растений будет, соответственно, меньше.

Таблица №10. Коэффициенты культуры для разных растений в зависимости от разных фаз развития.

Культура	Начальная	Развитие	Середина сезона	Конец сезона
Ячмень, овес, пшеница	0.35	0.75	1.15	0.45
Бобовые	0.35	0.70	1.10	0.30
Капуста, морковь	0.45	0.75	1.05	0.90
Хлопчатник	0.45	0.75	1.15	0.75
Огурцы	0.45	0.70	0.90	0.75
Баклажан, помидор	0.45	0.75	1.15	0.80
Злаковые	0.35	0.75	1.10	0.65
Чечевица	0.45	0.75	1.10	0.50
Шпинат	0.45	0.60	1.00	0.90
Кукуруза	0.40	0.80	1.15	0.70
Бахчевые	0.45	0.75	1.00	0.75
Просо	0.35	0.70	1.10	0.65
Репчатый лук	0.50	0.75	1.05	0.85
Арахис	0.45	0.75	1.05	0.70
Перец	0.35	0.70	1.05	0.90
Картошка	0.45	0.75	1.15	0.85
Редиска	0.45	0.60	0.90	0.90
Сорго	0.35	0.75	1.10	0.65
Свекла	0.45	0.80	1.15	0.80
Подсолнечник	0.35	0.75	1.15	0.55
Табак	0.35	0.75	1.10	0.90

ЭФФЕКТИВНАЯ ЧАСТЬ ОСАДКОВ

Осадки являются источником воды для орошения, ими можно орошать культуры, а также можно совмещать с орошением из канала (поверхностного источника). Если же осадки дают достаточное количество влаги растениям, чтобы покрывать их потребность, то искусственное орошение производить не обязательно. Если же осадки покрывают только какую-то часть потребности растения, то дополнительно к осадкам производят орошение культуры, но в конечном счете, сумма количества осадков и воды подаваемой на орошение должна покрывать потребность растений в воде. Следует помнить, что не все количество осадков выпадаемое на поверхность земли используется растениями. Часть осадков просачивается ниже корневой зоны, часть

перетекает по почвенной поверхности на другие участки - их можно назвать неэффективной частью осадков. А оставшаяся часть влаги в толще почвы, в корневой зоне, которую растения могут использовать, называется эффективной частью осадков.

Ниже приведена ориентировочная таблица №11, по которой можно судить о количестве эффективно использованной воды растениями в зависимости от общего количества выпавших осадков.

Есть две очень простые формулы для определения эффективной части осадков:

$$P_e = 0.8P - 25 \text{ если } P > 75 \text{ мм/месяц}$$

$$P_e = 0.6P - 10 \text{ Если } P < 75 \text{ мм/месяц}$$

P_e - эффективная часть осадков, мм/месяц;

P - фактические осадки, мм/месяц.

Таблица № 11. Эффективная часть выпавших осадков, мм.

Количество выпавших осадков, в мм	10	20	30	40	50	60	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250
Эффективная часть осадков, в мм	0	2	8	14	20	26	32	147	63	79	95	111	127	143	159	175

Практическое занятие:

заполните таблицу внизу, используя вышеупомянутые формулы:

Количество выпавших осадков, в мм	Эффективная часть осадков, в мм
35	
90	
116	
5	
260	
75	

КАК ИЗМЕРИТЬ КОЛИЧЕСТВО ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ?

Это очень просто. Надо взять сосуд с плоским дном и неизменной шириной или радиусом (для этих нужд подойдет жестяная банка от консервов), устойчиво прикрепить его к деревянному столбику и разместить рядом или же в центре вашего поля. При выпадении осадков, вы должны измерить высоту скопившейся в банке воды. Для этого заранее необходимо нарисовать измерительные деления вдоль высоты банки (с помощью линейки начертите прямую вертикальную линию вдоль банки). Далее нанесите с помощью фломастера продольные отметки через каждые 5 мм для визуального измерения. После дождя с помощью такого приспособления можно измерить



высоту воды в банке в мм. Например, если выпало 10 мм осадков, то умножив на 10 (переводной коэффициент в м^3) получим 100 м^3 воды на каждый гектар, это значит, что в виде осадков поле получило 100000 литров воды на каждый гектар посевной площади.

Используя данные такого самодельного осадкомера можно фиксировать выпавшие осадки, остальные климатические показатели следует выбрать в Интернете и заполнить специальную форму фактических данных для АВП.

Таким образом, одним из источников воды для растений

являются атмосферные осадки. Возникает два естественных вопроса: что делать, если количество осадков слишком много? И что делать, если количества осадков не хватает для полноценного орошения? Если слишком много воды в почве, то все поры заполняются водой и растениям не хватает воздуха. Лишняя вода должна быть отведена. Отвод лишней воды от поверхности земли или же от корневой зоны производится с помощью дренажа. Если же осадков не хватает, то недостаток воды следует восполнить из других источников - это мероприятие называется орошением. Количество подаваемой на орошение воды зависит не только от количества выпавших осадков, но и от целого ряда климатических, почвенных факторов, а также от вида растений. Вода всасывается через корни растения и растворенные в воде минеральные вещества служат источником питания. Некоторая часть потребленной воды растением остается в теле растения, но наибольшая часть испаряется через листья в виде паров в атмосферу, (этот процесс называется транспирацией). Вода также испаряется и с поверхности почвы, это называется просто испарением. Поэтому для того, чтобы определить потребность растения в воде надо только просуммировать испарение и транспирацию. Это сумма является потребностью растения в воде, которую называют эвапотранспирацией.

Рост и развитие растений зависит не только от наличия воды, но и от погодных условий (в большинстве случаев от солнечного сияния и температуры). В некоторые периоды года (холодные периоды) или в возвышенных местностях (в горных районах) рост растения ограничивается низкой температурой воздуха. В некоторых районах с жарким климатом повышенная температура воздуха также может являться фактором, препятствующим росту растений. Некоторые культуры, выращиваемые в условиях солнечного и жаркого климата, требуют больше воды за день, чем те, которые выращиваются в облачных и прохладных местах. Существуют другие факторы кроме солнечного сияния и температуры - влажность и скорость ветра. Когда влажность воздуха высокая, то потребность растения в воде ниже, чем при сухой погоде. При ветренной погоде растение потребляет значительно больше воды, чем в спокойных

условиях. Таким образом, высокие потребности растений в воде наблюдаются на территориях с жаркими, сухими, ветреными и солнечными условиями погоды. А низкие потребности в воде наблюдаются в регионах с прохладным, влажным, облачным и безветренным климатом. Из выше сказанного ясно, что одна и та же культура при разных климатических условиях потребляет разное количество воды. В таблице №12, приводится классификация климатических зон по количеству выпадаемых осадков.

Таблица №12. Климатические зоны по количеству осадков.

Климатическая зона	Климатическая характеристика (осадки)
Гумидная	Осадки более 1200 мм/год. Количество осадков хватает покрывать потребности всех культур в воде. Избыток влажности порождает проблемы с подтоплением, требуется дренаж.
Суб-гумидная и суб-аридная	Осадки 400-1200 мм/год. В жаркие сезоны, запасы влаги недостаточны для покрытия потребности культур и поэтому требуется искусственное орошение культур – ирригация.
Суб-аридная, аридная, пустынная	Менее чем 400 мм/год. Основным видом орошения является искусственное, роль осадков минимальна.

СКОЛЬКО ВОДЫ НАДО ДЛЯ ОРОШЕНИЯ?

Орошение = Потребность растения в воде - эффективная часть осадков

$$\text{Орошение} = ET_{\text{растение}} - P_e$$

Таким образом, количество воды, требуемое для орошения данной культуры, определяется по выше указанным формулам и расчеты сводятся в таблицу № 13.

Таблица №13. Определение потребности растения в орошении с учетом осадков.

Месяцы	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
ET _о (мм/сут)												
Фазы развития												
K _c по фазам												
K _c по месяцам												
ET _{растение} (мм/сут)												
ET _{растение} (мм/месяц)												
Осадки, P (мм/месяц)												
P _e (мм/месяц)												
Орошение (ET _{растение} - P _e) мм/мес												
Орошение, мм/сут												

Таким образом, в данной брошюре были приведены самые простые и практические методы получения информации по прогнозу погоды посредством Интернета. Были приведены источники и ссылки на сайты официальных и национальных метеослужб в Центральной Азии. Была сделана попытка по описанию важности климатических факторов на рост растения и потребляемое количество воды.

Таблица №14. Количество потребляемой воды.

Вид культуры	Потребность в воде (в мм за весь период)
Люцерна	800-1600
Бананы	1200-2200
Пшеница/ ячмень/ овсяна	450-650
Бобовые культуры	300-500
Капуста	350-500
Цитрус	900-1200
Хлопок	700-1300
Кукуруза	500-800
Бахчевые	400-600
Лук	350-550
Арахис (орех)	500-700
Горох	350-500
Перец	600-900
Картошка	500-700
Рис	450-700
Сорго/ просо	450-650
Соевый боб	450-700
Свекла	550-750
Сахарный тростник	1500-2500
Подсолнечник	600-1000
Помидоры	400-800



Таблица №15. Форма для ведения записи фактического прогноза для АВП.

Время наблюдений	Направление ветра	Скорость ветра	Температура	Осадки	Официальный прогноз	Фактические погодные условия
Понедельник Время: ____						
Вторник Время: ____						
Среда Время: ____						
Четверг Время: ____						
Пятница Время: ____						
Суббота Время: ____						
Воскресение Время: ____						

Температуры необходимые для прохождения основных фаз развития сельхозкультур.

Хлопчатник (средневолокнистый)

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Бутонизация – цветение	Плодообразование	Созревание	
Количество дней	35 – 40	28 -30	55	60	178 -185
Общее количество температур, °С	590	680	1520	1145	3935
Сумма эффективных температур, (выше + 10 °С)	235	390	970	545	2140

Рекомендуемая дата сева - 1-2 декада апреля.

Зерноколосовые (озимые)

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Развитие колоса и цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	40	35	50	20	230 (из них 80 – 90 дней зимнего покоя)
Общее количество температур, °С	375	415	883	435	2108
Сумма эффективных температур, (выше + 5 °С)	175	240	633	335	1383

Рекомендуемая дата сева - 2 декада октября.

Кукуруза на зерно

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	50	20	30	40	140
Общее количество температур, °С	823	560	805	938	3126
Сумма эффективных температур, (выше + 10 °С)	323	360	505	538	1726

Рекомендуемая дата сева - 1 декада апреля.

Рис

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	45	35	25	20	125
Общее количество температур, °С	900	955	630	490	2965
(выше + 10 °С)	450	605	380	290	1725

Рекомендуемая дата сева - 3 декада апреля.

Бахчевые культуры

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	40	25	30	20	115
Общее количество температур, °С	810	650	775	320	2635
Сумма эффективных температур (выше + 10 °С)	490	400	475	120	1485

Рекомендуемая дата сева - 1 декада мая.

Люцерна (кормовые травы)

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	60	15	60	70	205
Общее количество температур, °С	679	318	1500	1680	4177
Сумма эффективных температур (выше + 10 °С)	79	168	900	980	2127

Рекомендуемая срок сева - 1 декада марта (5-6 скашиваний за вегетацию или уборка по мере отрастания при цветении 25% растений в посеве).

Картофель

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Начало вегетации	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	20	40	50	10	120
Общее количество температур, °С	552	1040	870	134	2596
Сумма эффективных температур (выше + 10 °С)	352	638	368	34	1392

Виноград (плодоносящий)

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Начало вегетации	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	55	25	60	40	180
Общее количество температур, °С	837	576	1625	925	3963
Сумма эффективных температур (выше + 10 °С)	287	326	1025	525	2163

Сад (плодоносящий)

Показатели	Фазы развития культуры				Всего
	Вегетативная	Цветение	Формирование урожая	Созревание	
Количество дней	60	20	60	45	185
Общее количество температур, °С	940	520	1650	970	4080
Сумма эффективных температур (выше + 10 °С)	310	320	1050	520	2230

Таблица №15. Необходимые для агротехники метеорологические данные.

№	Вид агротехники	Климатические данные	Описание
1.	Подготовка почвы	Влажность почвы Температура почвы Осадки Скорость ветра	Готовая почва (влажность меньше 80% ППВ) Выше 0 °С Меньше 1 мм Меньше 13 м/сек
2.	Химическая обработка почвы (нематоды, сорняки и почвенные грибки)	Влажность почвы Температура почвы Осадки Скорость ветра	40-80% ППВ до 3 м глубины 13-27 °С в 15 см глубины Меньше 3 мм Меньше 10 м/сек
3.	Посев сельхоз культур (семена)	Влажность почвы Температура почвы Осадки Скорость ветра	40-80% ППВ в 50-100 мм глубине Больше 5 °С (для хлопка больше 15 °С) Меньше 1 мм Меньше 10 м/сек
4.	Посадка овощей (помидоры, перец, баклажаны) рассадой	Влажность почвы Температура почвы Температура воздуха Осадки Скорость ветра	60-90% ППВ в 100-200 мм глубине Больше 10 °С в 10 мм слое Больше 2 °С Меньше 1 мм Меньше 13 м/сек
5.	Посадка древесных насаждений	Влажность почвы Температура почвы Температура воздуха Осадки Скорость ветра	Больше 80% ППВ в 3 мм глубине 0-10 °С в 3 мм слое Больше 2 °С Меньше 1 мм Меньше 13 м/сек
6.	Удобрение растений	Влажность почвы Осадки Скорость ветра	60-90% ППВ в 200 мм глубине Меньше 1 мм Меньше 13 м/сек
7.	Распыление средств химзащиты растений	Влажность почвы Роса Осадки Скорость ветра	Меньше 90% ППВ до 150 мм глубины Наличие и продолжительность Нет Меньше 10 м/сек
8.	Орошение	Влажность почвы Осадки Скорость ветра	Меньше 50% ППВ в корневой зоне Нет Меньше 10 м/сек
9.	Защита от заморозка	Температура воздуха Вид заморозка Скорость ветра	Ниже 0 °С (продолжительность) Радиация, адвекция или комбинация Направление и скорость
10.	Уборка урожая (чувствительные влажности)	Влажность почвы Осадки Скорость ветра Влажность Продолжительность солнечного сияния Суммарное испарение	Меньше 90% ППВ в 150 мм глубине Нет 2-10 м/сек Меньше 75% относительной влажности Часы/сут мм/сут
11.	Уборка урожая (твердый стебель)	Влажность почвы Осадки Скорость ветра	Меньше 90% ППВ в 150 мм глубине Менее 1 мм Более 10 м/сек для фруктовых деревьев



Таблица №16. Некоторые прогнозные данные для агротехнических мероприятий.

Вид данных	Мероприятия
Температура	Посев, уборка урожая, защита от заморозков, дефолиация, риск заболеваемости, профилактика от вредителей, сумма эффективных температур
Осадки	Посев, уборка урожая, внесение удобрений, культивация, опрыскивание, орошение, риск заболеваемости, чрезвычайные ситуации (наводнение и засуха), снежный покров, эрозия, паводок, смыв, качество, внесение пестицидов (особенно дорогих)
Влажность	Посев, опыление, опрыскивание, стресс растения, размножение вредителей
Град	Ущерб растениям, оценка риска, негативное влияние на урожай
Облачность	Планирование внесения удобрения, опрыскивание, опыление
Скорость ветра	Посев, дефолиация, сбор урожая, вредители, бури, снежная пурга, обрезка деревьев, вред урожаю, приток холодных или теплых масс воздуха, заморозки, осадки
Влажность почвы	Посев, уборка урожая, удобрение, пересадка насаждений, опрыскивание, орошение, выявление стресса у растений, подготовка земли к посеву, культивация
Испарение	Сроки поливов, расчеты по определению потребности растения в воде, орошение

Список использованной литературы:

1. Irrigation Water Management Training Manual No. 3, by C. Brouwer, International Institute for Land Reclamation and Improvement and M. Heibloem, FAO Land and Water, Development Division, FAO 1986.

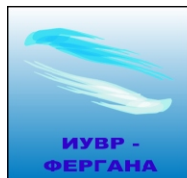
2. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, by Richard G. Allen Utah State University Logan, Utah, USA, Luis S. Pereira, Instituto Superior de Agronomia, Lisbon, Portugal, Dirk Raes Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium, Martin Smith, Water Resources, Development and Management Service, FAO 1998.

3. Модуль 1 - Потребность сельхозкультур на воду, Серия тренингов по управлению водными ресурсами на уровне ассоциации водопользователей, Международный институт управления водными ресурсами (IWMI) по просьбе Представительства Counterpart Consortium в Республике Казахстан для организации тренинг-тренеров Центра поддержки сельского хозяйства и членов Сельских потребительских кооперативов водопользователей (СПВК), Искандар Абдуллаев, 2005.





Проект «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине (ИУВР-Фергана)», финансируемый Швейцарским управлением по развитию и сотрудничеству (SDC), осуществляется в партнерстве между Международным институтом управления водными ресурсами (IWMI) и Научно-информационным центром Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК) стран Центральной Азии. Основной целью проекта является выработка рекомендаций, направленных на претворение в жизнь принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) на примере пилотных объектов трех стран Ферганской долины - Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Основным направлением деятельности проекта является разработка, создание и укрепление институциональных основ ИУВР при самом активном вовлечении в этот процесс самих субъектов водопользования на всех уровнях оросительной системы - от магистральных каналов и распределительных гидромелиоративных сетей, как межхозяйственного, так и внутрихозяйственного значения, до организации полива на уровне поля.



**Интегрированное
управление
водными
ресурсами
в Ферганской
долине**

IWMI
700000, Узбекистан,
Ташкент,
улица Муртазаева, дом 6.
Тел.: (998 71) 137-04-45
Факс: (998 71) 137-03-17
e-mail: iwmi-cac@cgiar.org
www.iwmi.org/centralasia

НИЦ МКВК
700187, Узбекистан, Ташкент,
М-в Карасу-4, дом 11,
САНИИРИ
Тел. (998 71) 166-51-01
Факс: (998 71) 166-50-97
e-mail: imwr@icwc-aral.uz
<http://sic.icwc-aral.uz>

Веб-сайт проекта "ИУВР-Фергана" <http://iwrw.icwc-aral.uz>

**Автор выпуска: Жусипбек Казбеков,
Редактор: Мурат Якубов, дизайн: Константин Мосин**

Программа IWMI реализуется в рамках деятельности международного центра ICARDA, аккредитованного в Узбекистане и входящего вместе с IWMI в единую Международную консультативную группу по сельскохозяйственным исследованиям (CGIAR).