

## 2. Основные тенденции изменения метеорологических параметров, определяющих эвапотранспирацию на примере метеостанции «Фергана»

### 2.1. Стандартный метод определения эвапотранспирации

Стандартным, принятым в мировой практике, методом определения эвапотранспирации является уточненный FAO (1998) метод Пенмана-Монтейта, основывающийся на определении эвапотранспирации с гипотетической эталонной травяной поверхности для различных периодов года. Затем эвапотранспирация с гипотетической эталонной травяной поверхности сопоставляется с эвапотранспирацией для других сельхозкультур

Рекомендуемое FAO к применению уравнение Пенмана-Монтейта с учетом уравнений аэродинамики и сопротивления кроны записывается в следующем общем виде:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (1)$$

где

$ET_o$  - эталонная эвапотранспирация [ $\text{мм сут}^{-1}$ ];

$R_n$  - чистая радиация на поверхности растений [ $\text{МДж м}^{-2} \text{сут}^{-1}$ ];

$G$  - плотность теплового потока почвы [ $\text{МДж м}^{-2} \text{сут}^{-1}$ ];

$T$  - среднесуточная температура воздуха на высоте 2 м [ $^{\circ}\text{C}$ ];

$u_2$  - скорость ветра на высоте 2 м [ $\text{м с}^{-1}$ ];

$e_s$  - давление пара насыщения [ $\text{кПа}$ ];

$e_a$  - фактическое давление [ $\text{кПа}$ ];

$(e_s - e_a)$  - дефицит давления пара насыщения [ $\text{кПа}$ ];

$\Delta$  - градиент кривой давления пара [ $\text{кПа } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ];

$\gamma$  - психрометрическая постоянная [ $\text{кПа } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ].

В выпуске FAO «Эвапотранспирация растений» (№ 56) приводятся формулы и рассчитанные по ним таблицы, позволяющие определить параметры, входящие в уравнение (1) на основе нескольких, обычно измеряемых на метеостанциях, метеорологических факторов.

### 2.2. Метеорологические факторы, определяющие эвапотранспирацию

Метеорологические факторы, определяющие эвапотранспирацию - это те метеорологические параметры, которые обеспечивают энергию парообразования и удаляют водяные пары с испаряющей поверхности. Основные из них в терминах FAO (1998):

#### **Солнечная радиация**

Процесс эвапотранспирации определяется имеющейся для испарения воды количеством энергии. Основным источником энергии, способным превратить большие количества воды в пар, является солнечная радиация. Положение испаряющей поверхности в пространстве и время года определяют потенциальное количество радиации, способное достичь испаряющей поверхности.

#### **Температура воздуха**

Солнечная радиация, поглощенная атмосферой и тепло, излучаемое Землей, повышают температуру воздуха. Физическое тепло окружающего воздуха передает энергию растениям и контролирует скорость эвапотранспирации. При солнечной теплой погоде потери воды на эвапотранспирацию больше, чем в облачную и прохладную погоду.

## **Влажность воздуха**

Поскольку энергия Солнца и окружающего воздуха является главной движущей силой испарения воды, разница между давлением водяного пара на испаряющей поверхности и в окружающем воздухе является определяющим фактором переноса пара. Хорошо увлажненные поля в сухих аридных регионах потребляют огромное количество воды благодаря избытку энергии и иссушающей силы атмосферы. Во влажных тропических регионах, несмотря на большое количество энергии, высокая влажность воздуха снижает потребность в эвапотранспирации. В такой среде воздух близок к насыщению парами, так что может быть накоплено меньшее количество дополнительной воды и, следовательно, эвапотранспирация ниже, чем в аридных регионах.

## **Скорость ветра**

Процесс удаления пара в большой степени зависит от турбулентности ветра и воздуха, которая переносит большие массы воздуха над испаряющей поверхностью. Испаряя воду, воздух над испаряющей поверхностью постепенно насыщается водяными парами. Если этот воздух не замещается постоянно более сухим, движущая сила удаления водяного пара и эвапотранспирации ослабевает.

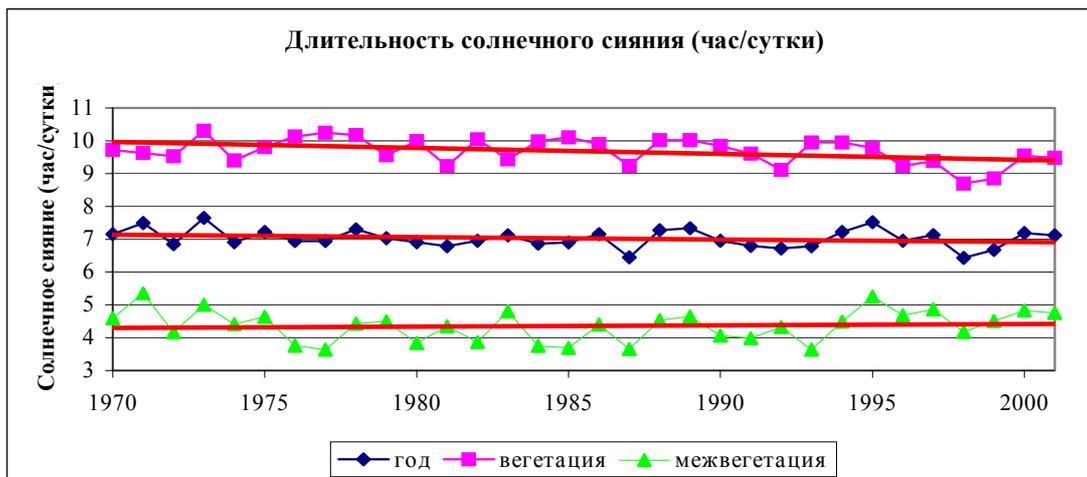
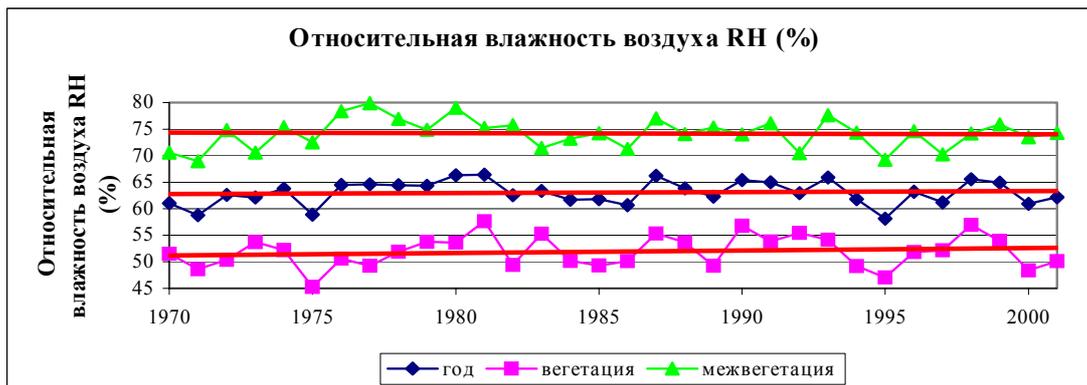
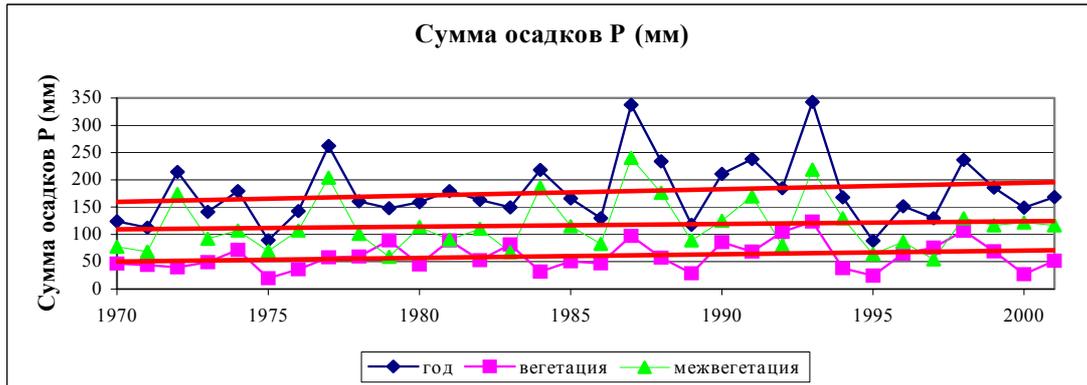
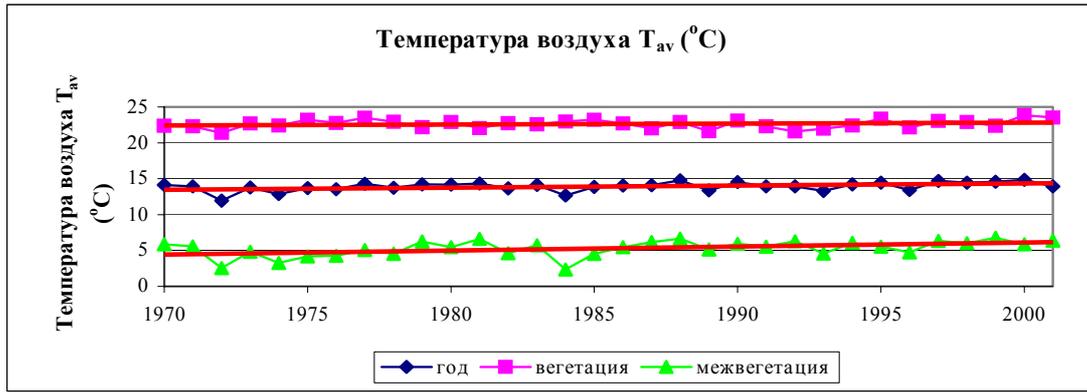
### **2.3. Основные тенденции изменения метеопараметров**

Основные тенденции изменения метеопараметров рассмотрим на примере данных метеостанции «Фергана» Главгидромета Узбекистана за период 1970-2001 гг. Данные этой метеостанции характеризуют обширную территорию Ферганской Долины в Узбекистане и прилегающих к ней областей Киргизии и Таджикистана (табл. 1, рис. 1).

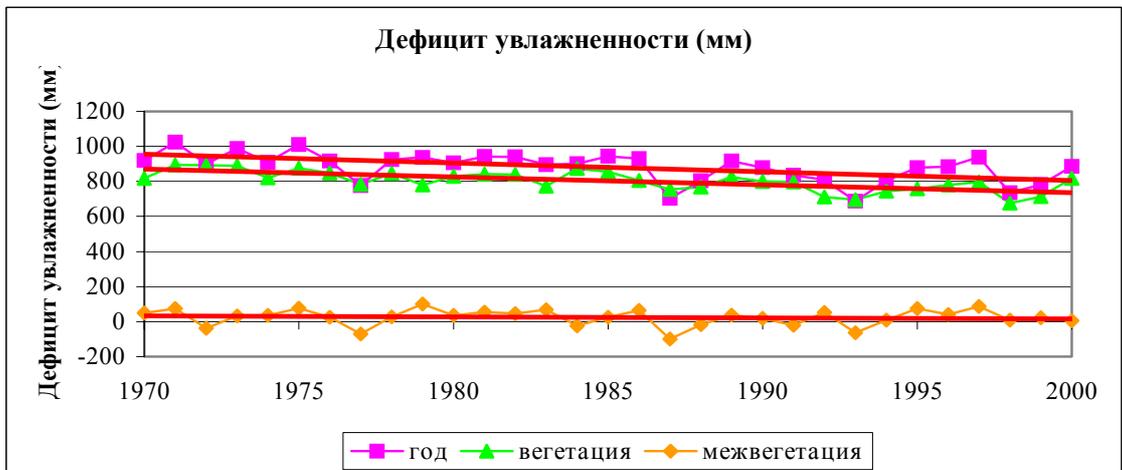
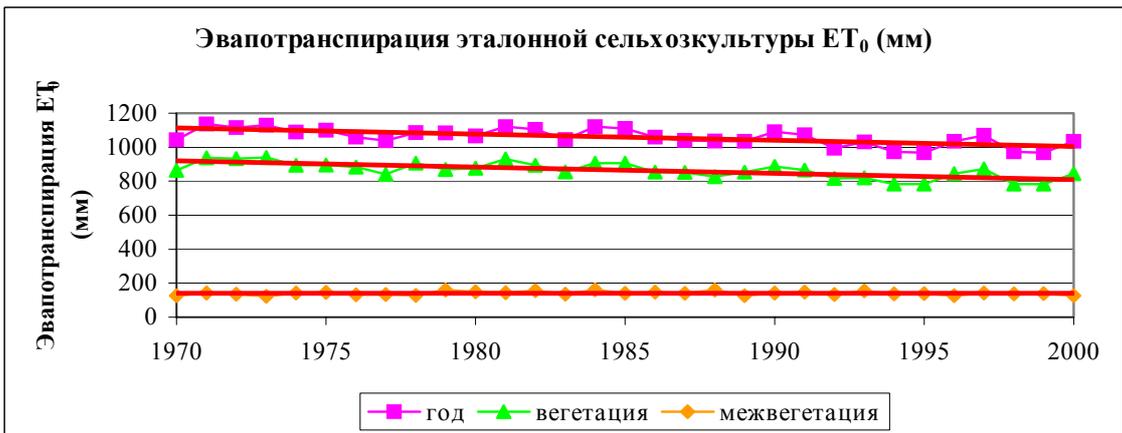
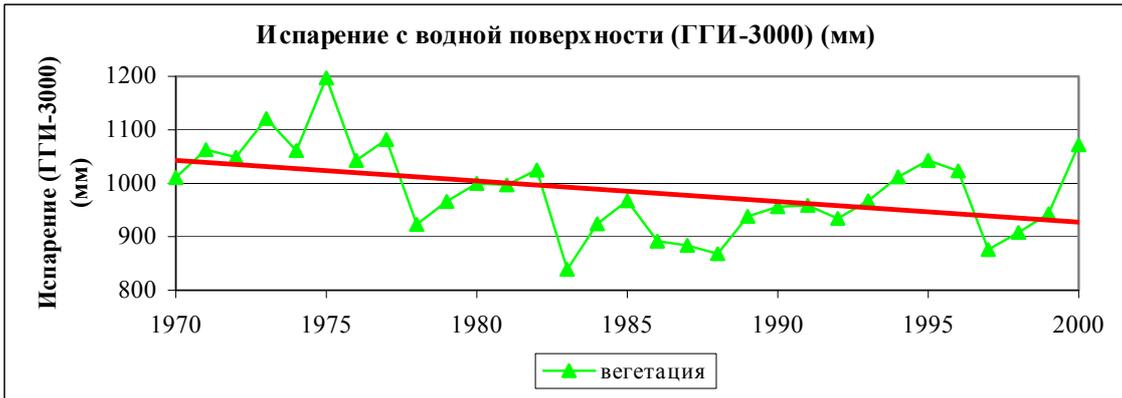
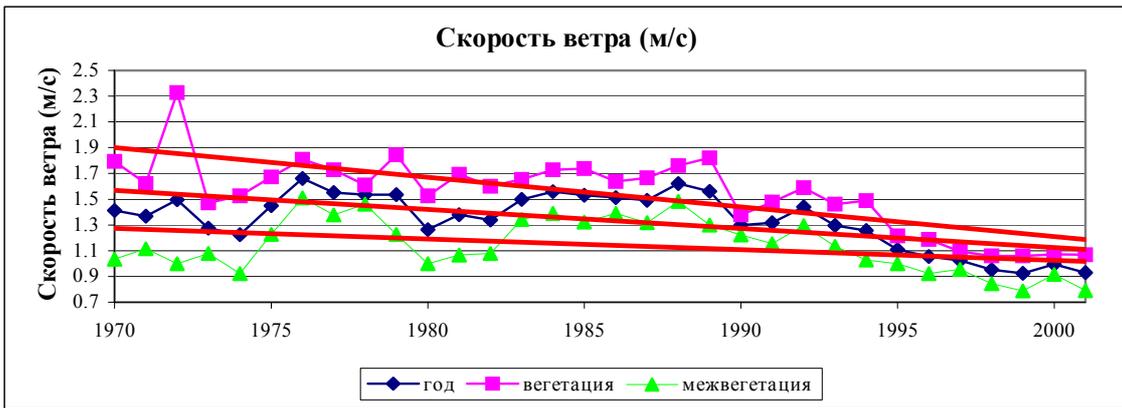
**Таблица 1 | Тенденции изменения метеопараметров от начала к концу периода 1970-2001 гг. (метеостанция «Фергана»)**

Метеопараметры	Обозначения	Единицы измерения	Тенденции изменения параметров от начала к концу периода 1970-2001 гг.		
			В целом за 32 года	В том числе:	
				апрель-сентябрь	октябрь-март
Температура воздуха	T <sub>av</sub>	°C	+ 0,9	+ 0,4	+ 1,4
Атмосферные осадки	P	мм	+ 36	+ 21	+ 15
Относительная влажность воздуха	RH	%	+ 0,58	+ 1,44	- 0,27
Длительность солнечного сияния	n	час/сутки	- 0,23	- 0,56	+ 0,11
Скорость ветра	u <sub>2</sub>	м/с	- 0,46	- 0,71	- 0,25
Испарение с водной поверхности (ГГИ-3000)		мм		- 115	
Эталонная эвапотранспирация	ET <sub>o</sub>	мм	- 114	- 114	0
Дефицит увлажнения	(ET <sub>o</sub> -P)	мм	- 150	- 134	-16

Оценка приведенных параметров с позиций влияния их на эвапотранспирацию эталонной сельхозкультуры и зависящего от нее водопотребления других сельхозкультур показывает, что в целом за период 1970-2001 прослеживается тенденция снижения дефицита увлажнения (т.е. разности между эвапотранспирацией эталонной сельхозкультуры и атмосферными осадками). Отдельные пики дефицитов в конце рассматриваемого периода не превышают аналогичные пики в начале периода и вероятно в большей степени зависят от циклов солнечной активности. Безусловно, оценка только лишь по одной метеостанции не может дать исчерпывающую картину для всего региона, но вместе с тем, она показывает, что большую угрозу для устойчивости сельхозпроизводства представляет отмеченная тенденция уменьшения площади ледников и обусловленное эти снижение водности рек региона.



**Рис. 1 а | Тенденции изменение основных метеопараметров (м/с «Фергана» 1970-2001 гг.)**



**Рис. 1 6 | Тенденции изменение основных метеопараметров (м/с «Фергана» 1970-2001 гг.)**