

## ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ВОПРОСУ ПРОГНОЗА ОБЪЕМА СТОКА РЕКИ АМУДАРЬЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

*Е. Шерматов, Д.Т. Палуанов, Х.М. Якубова*  
(НИИИВП при ТИИМ)

*Ушбу ишда Амударё дарёси оқими ҳажмининг динамик модели ҳақидаги масала кўриб чиқилмоқда. Кўп йиллик қатор фактик кузатишлар асосида Ер сайёраси Шимолий ярим шарининг ҳарорат режими ва Марказий Осиёнинг тақсимланиши қонуни ҳамда Қуёш энергияси нурланишининг қувватига боғлиқ ҳолда Амударё дарёси оқими ҳажмининг динамик модели ишлаб чиқилган.*

*This article considers the dynamic model of the Amu Darya River runoff. Based on the long term observation series of the actual conditions the dynamic models were developed to investigate temperature changes of the Northern Hemisphere of the Earth and its distribution parameters in Central Asia as well as the dynamic model of the Amu Darya River flow depending on the energy of the solar radiation.*

*В данной статье рассматривается вопрос о динамической модели объема стока реки Амударья. На основе многолетних фактических рядов наблюдений разработаны динамические модели температурного режима Северного полушария планеты Земля и параметры закона распределения Центральной Азии, а также динамическая модель объема стока реки Амударья от зависимости мощности излучения энергии Солнца.*

Мысль о том, что учет колебания электромагнитного режима основного климатообразующего фактора Солнца может в принципе объяснить современную изменчивость климата, все шире проникает в настоящее время в сознание климатологов. В последнее столетие к этой точке зрения склоняются уже почти все исследователи, в частности, узбекские исследователи (К.В. Бродовицкий и П.П. Предтеченский, 1940). Н.А. Кенесарин (1960) говорил: «В многолетнем режиме грунтовых вод Узбекистана наблюдается одиннадцатилетний цикл с одним максимумом и одним минимумом. Максимум в многолетнем режиме грунтовых вод совпадает с периодом минимума солнечной фазы, а минимум с периодом максимума солнечной фазы. Продолжительность между максимумом и минимумом составляет 5,5 лет. Периоду максимума в одиннадцатилетнем цикле многолетнего режима грунтовых вод соответствует природный процесс соленакопления в почвогрунтах, а периоду минимума – природный процесс рассоления почвогрунтов». К такому заключению, но чисто опытным путем, пришли все климатологи и исследователи (В.П. Алисов, Л.С. Берг, В.Ю. Визе, В.А. Вильгес, А.О. Дроздов, В.Л. Дзорзеевский, Дружинин и др.), которые высказывались за более или менее определенную роль изменений солнечной активности в процессе формирования колебаний общей циркуляции, а через них, стало быть, и изменений климата. Итак, усиление солнечной активности теоретически означает общее оживление циркуляции земной атмосферы и гидросферы.

Таким образом, можно говорить, что гидрометеорологические и климатические проявления солнечной активности зависят от места и времени. Ввиду этого неизбежно приходится ввести, по-видимому, теоретически и практически весьма важное понятие о гелиоклиматических провинциях.

Под данной гелиоклиматической провинцией мы понимаем такой физико-географический район, все участки которого в течение рассматриваемого интервала времени однородным образом реагируют на изменения солнечной активности. Например, гелиоклиматическими провинциями можно считать Ферганскую долину, Голодную степь, Каршинскую степь, долины рек Зарафшан, Мургаб, Теджен, Сурхандарья, зону формирования и низовий реки Амударья.

### **Методы и материалы**

Для обработки натурных данных по стоку реки Амударья и температуры воздуха были использованы корреляционный анализ и метод статистической вероятности. Объектом анализа послужил физический многолетний материал наблюдений:

- приземная температура воздуха, усредненная для территории охватывающей 85-65<sup>0</sup> северной широты за период с 1891-1986 гг.;
- солнечная активность – число солнечных пятен;
- мощность излучения радиоволн Солнца W/m<sup>2</sup> за 1947-2000 гг.;
- ориентировочные среднегодовые расходы воды в реке Амударья у гидропоста г. Чарджоу, м<sup>3</sup>/сек;

- восстановленный годовой сток воды у гидропоста г. Керки, км<sup>3</sup>/год;  
 - среднегодовая приземная температура воздуха – метеостанция г. Ташкент, 1877-2007 гг.  
 Субъект исследований: годовой сток реки Амударья и температура воздуха северного полушария.

### Основная часть

Водные запасы, их качественные и количественные характеристики являются одним из основных ресурсов, определяющим устойчивое развитие аграрного сектора и экономическое благосостояние государства. Поэтому, чтобы оценить динамику изменения параметров водных ресурсов, необходимо учитывать физическую основу формирования показателей климатической системы. Потенциальные изменения факторов, влияющих на реки Центральной Азии, принято делить на естественные и антропогенные.

Теория естественной изменчивости показателей климатической системы разрабатывается учеными разных стран мира. Существуют три гипотезы о колебаниях показателей климатической системы: температуры воздуха, влажности воздуха и водности года.

*Первая гипотеза* связана с изменчивостью водности года под воздействием антропогенных факторов, связанных с парниковым эффектом;

*Вторая гипотеза* обусловлена изменчивостью водности года в автоколебательном режиме, связанной с неравномерной скоростью вращения планеты Земля;

*Третья гипотеза* об изменчивости водности года под влиянием мощности излучения энергии Солнца.

В то же время, нет единого мнения в вопросе об изменчивости показателей климатической системы и водности года.

В связи с вышеизложенными гипотезами, нами, методом математической статистики, сделан корреляционный анализ приземной температуры усредненной для территории, охватывающей 85-65<sup>0</sup> северной широты, за период 1891-1986 гг. с учетом мощности излучения радиоволн Солнца. В результате исследований найдена функциональная зависимость температуры северного полушария планеты Земля от солнечной активности.

$$T_{85-65}^0 = 257,7945 + 0,0304\lambda(10,7) \pm 0,46^0 K \quad (1)$$

где  $T_{85-65}^0$  – осредненная температура воздуха для области 85-65<sup>0</sup> северной широты;

257,7945 – радиационная температура планеты Земля;

0,0304 – коэффициент теплопроводности воздуха за солнечный цикл для области 85-65<sup>0</sup> северной широты планета Земля за Солнечный цикл;

$\pm 0,456$  – доверительный интервал колебания температуры воздуха;

$\lambda(10,7)$  – мощность излучения радиоволн Солнца, W/m<sup>2</sup>.

В табл. 1 и 2 даны статистические оценки климатических характеристик и эмпирические уравнения взаимосвязи Солнце-Земля для Центральной Азии [1].

Таблица 1 - Статистические оценки климатических характеристик Средней Азии

Параметр загона	Высота станции над уровнем моря Н, м	Средненоголетняя температура воздуха Т, °С	Средненоголетние осадки, мм
Среднее	350,614	13,34	232,35
Дисперсия	6561,230	4,98	14580,92
Коэффициент асимметрии	1,088	-3,56	0,7213
Коэффициент эксцесса	22,59	1577,78	41,35

Таблица 2 - Солнечно-земные эмпирические взаимосвязи Средней Азии.  $t=A+BP$ , °С

Параметр взаимосвязи	Мощность потока излучения Солнца и температура воздуха, °С	
	Прямая связь	Обратная связь
Коэффициент корреляции	0,7678	0,7992
Постоянные параметры		
A	-392,875	1338,6338

B	0,2976	1,9805
Средний многолетний		
P, W/m <sup>2</sup>	1365.7836	1365.7836
t °C	13.7081	13.7081
Дисперсия		
δ P	1,1401	1,1401
δ t	0,4420	0,4420

Таким образом, причиной изменчивости показателей климатической системы, а следовательно, и водности года является колебание мощности излучения энергии Солнца.

### Методология

Формирование водных ресурсов стока рек и уровня залегания грунтовых вод (УГВ) может рассматриваться как совокупный эффект региональных климатических показателей:

- температура воздуха и почвы;
- абсолютная влажность воздуха;
- осадки;
- таяние ледников;
- испарение с водной поверхности и орошаемых полей.

Известно, что многолетние изменения речного стока и УГВ могут быть рассмотрены как взаимодействие между атмосферой и гидросферой. Это взаимодействие играет определяющую роль в вековых изменениях климата.

Формирование климатических параметров региона играет важную роль во взаимодействии Земли и Солнца, т.е. изменчивости излучательной способности Солнца.

Весь комплекс нестационарных процессов в солнечной атмосфере называют солнечной активностью. Наиболее распространенный индекс - это число Вольфа  $W$ , пропорциональное сумме общего числа пятен  $f$  и удесятеренного числа их групп  $\gamma$ :

$$W = K(f + \gamma) \quad (2)$$

где  $K$  – эмпирический коэффициент.

Число Вольфа обнаруживает колебания во времени со средним периодом около 11 лет (при изменении отдельных периодов от 7 до 17 лет). Кроме колебаний с периодом 11 лет, наблюдения позволили выявить ряд колебаний солнечной активности с другими периодами (27 сут, 22 года, 80-90 лет).

### Мощность потока излучения Солнца

Международная комиссия по радиации рекомендовала принять мощность потока излучения Солнца в качестве стандартного значения солнечной постоянной (по Международной пиргелиометрическому принципу 1956 г.  $P_0=1,37$  кВт/м<sup>2</sup> или 1370 Вт/м<sup>2</sup>).

Широкие возможности для определения  $P_0$  появились в последние десятилетия на основе наблюдений мощности потока излучения солнечной радиации с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ). Согласно новейшим данным актинометрических измерений на спутниках, наиболее вероятное значение солнечной постоянной заключено в интервале 1360-1370 Вт/м<sup>2</sup> (максимальный разброс составляет 1322-1428 Вт/м<sup>2</sup> при отсутствии какой-либо регулярности изменения во времени).

Принимая во внимание вышеизложенное, важнейшее значение имеет проблема выявления эмпирических связей солнечной активности с процессами и явлениями земной атмосферы, - так называемая проблема солнечно-земных связей. Чтобы определить уровень влияния солнечной активности стока реки Амударья, нами разработан следующий алгоритм расчетов:

**Шаг 1.** Эмпирическая взаимосвязь между показателями солнечной активности: число солнечных пятен и мощность потока излучения энергии Солнца в интервалах:

$$P_0 = (0 \div 132): P_0 = -8,193 \cdot 10^{-4} \cdot W^2 + 0,1462107 \cdot W + 1360,7475; \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

$$P_0 = (132 \div 240): P_0 = 4,41507 \cdot 10^{-4} \cdot W^2 - 0,16510303 \cdot W + 1379,9116; \text{ Вт/м}^2 \quad (4)$$

где  $(0 \div 132)$  и  $(132 \div 240)$  – число солнечных пятен или число Вольфа; 1360,7475 и 1379,9116 – предел колебаний энергии излучения Солнца уравнениях (3) и (4).

**Шаг 2.** Методом осреднения солнечных пятен за год находим среднее значение средней мощности потока излучения Солнца (табл. 3, графа 2).

Таблица 3 - Ориентировочные среднегодовые расходы воды реки Амударья у гидропоста г. Чарджоу, м<sup>3</sup>/сек. [6]

Годы	P <sub>0</sub> , W/m <sup>2</sup>	Расход воды		Среднегодовая	Q, км <sup>3</sup>
		По Ермолаеву	По Шокальскому		
1	2	3	4	5	6
1887	1362,51	1380	1400	1390	43,83
1888	1361,72	1440	1460	1450	45,72
1889	1361,59	1480	1490	1485	46,83
1890	1361,72	1180	1140	1160	36,58
1891	1364,96	1660	1680	1670	52,66
1892	1367,06	2740	2720	2730	86,09
1893	1367,25	2140	2160	2150	67,80
1894	1367,17	1600	1620	1610	50,77
1895	1366,75	2180	2180	2180	68,74
1896	1365,45	2270	2280	2275	71,74
1897	1364,02	2510	2540	2525	79,62
1898	1364,01	2540	2570	2555	80,57
1899	1362,25	1890	1900	1895	59,76
1900	1362,12	2680	2700	2690	84,83
1901	1361,17	2160	2160	2160	68,11

Примечание: P<sub>0</sub> рассчитана по формулам (3) и (4).

**Шаг 3.** построим график зависимости стока (графа 6) от мощности потока излучения энергии Солнца P<sub>0</sub> (графа 2) W/m<sup>2</sup>.

**Шаг 4.** По стандартной программе методом корреляционного анализа определим уравнение эмпирической взаимосвязи от мощности потока излучения энергии Солнца.

#### Результаты исследований

Пример 1. Хронологический ряд за период с 1700 по 1925 гг. по формуле (5) представлен на рис 2.

$$Q_{\text{сток}} = 6,199P_0 - 8399,2835 \pm 15,8794; \text{ км}^3/\text{год} \quad (5)$$

Теснота Солнечно-земных взаимосвязи: R=0,8902.

Где Q<sub>сток</sub> у гидропоста у г.Чарджоу.

Пример 2. Хронологический ряд за период с 1931 по 1961 гг. по формуле (6) представлен на рис 3.

$$Q_{\text{у.е.сток}} = 5754,5242 - 4,1669P_0 \pm 9,712; \text{ км}^3/\text{год} \quad (6)$$

где Q<sub>у.е.сток</sub> – условно-естественный восстановленный сток у гидропоста г.Керки;

P<sub>0</sub> – мощность излучения энергии солнца, W/m<sup>2</sup>;

5754,5242 и 4,1669 – постоянные параметры Солнечно-земных взаимосвязей;

± 9,712 – доверительный интервал.

Теснота Солнечно-земных взаимосвязи: R=-0,814.

В связи с вышеизложенным становится понятным, что солнечно-обусловленное увеличение энергии циркуляции атмосферы и гидросферы должно сказываться, прежде всего, в обострении барического контроля экватор-полус.

Понятно, что особую ценность в этих условиях имеют научно-обоснованные прогнозы природных процессов: расход воды реки Амударья, Сырдарья, Зарафшан и др., их химический режим, динамика мелиоративных показателей (уровень грунтовых вод, ее минерализация, засоленность почвогрунтов и урожайность сельскохозяйственных культур) с заблаговременностью в один год и более.

### ***Заключение***

Для раскрытия физических механизмов изменчивости климатической системы: температуры, абсолютной влажности воздуха, атмосферного давления и осадков необходима ежедневная комплексная оценка вышеизложенных параметров климата под влиянием Солнечной активности.

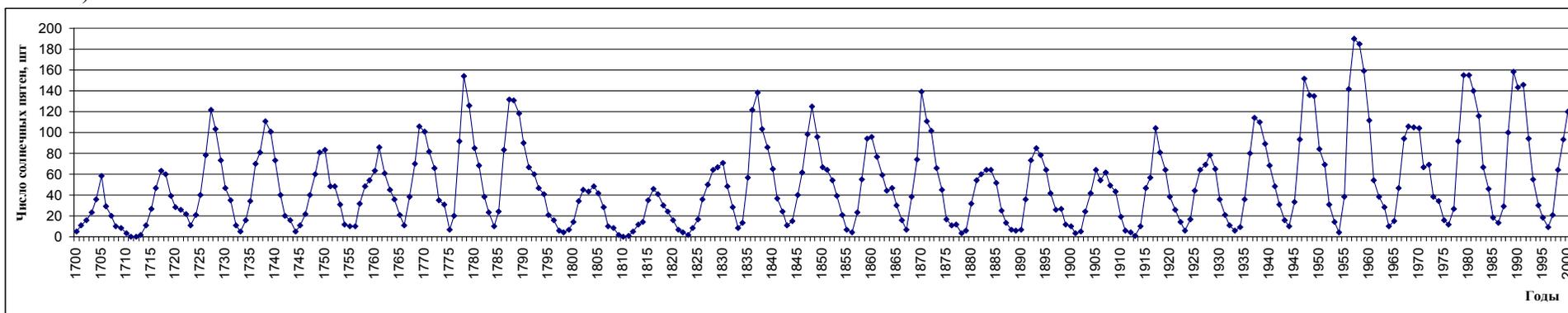
В заключение можно сделать следующие **выводы**:

1. Солнечная активность означает усиление изменений электромагнитных волн Солнца и изменений солнечной постоянной;
2. Усиление солнечной активности географически означает увеличение энергии общей циркуляции атмосферы и гидросферы;
3. Мерой энергии циркуляции служит интенсивность процесса общей циркуляции, последняя же, в основном, представляет собой воздухообмен между планетарными полюсами, т.е. котлом-нагревателем и холодильниками.
4. Анализ числа солнечных пятен (рис. 1а) ведется с 1700 года, а систематические наблюдения и измерения параметров Солнца с 1749 года. По номерам цикла 5, 6, 7 – солнечная активность была умеренно низкой, т.е. максимум солнечных пятен в цикле № 5 – 48 (1804 г.), цикле № 6 — 46 (1816 г.), а в цикле № 7 — 67 (1829 г.). Максимальное число солнечных пятен наблюдалось в цикле № 19 в октябре 1975 г. – 253, а среднегодовое число солнечных пятен за период наблюдений с 1700 года - 190 шт. Хронологический ряд мощности излучения энергии Солнца (рис. 1б) показывает, что наблюдается увеличение излучательной способности. Если базисным годом взять 1700 год – 12,2<sup>0</sup>С, тогда в 2004 году – 15,9<sup>0</sup>С. Среднегодовая температура воздуха за 304 года поднялась на 3,7<sup>0</sup>С (рис. 1в);
5. На основе имеющихся наблюдений (табл. 3) по стандартной программе рассчитан коэффициент солнечно-земных взаимосвязей (рис. 2) равный 0,8902, т.е. с увеличением излучательной способности Солнца годовой объем стока вода р. Амударьи увеличивается (5);

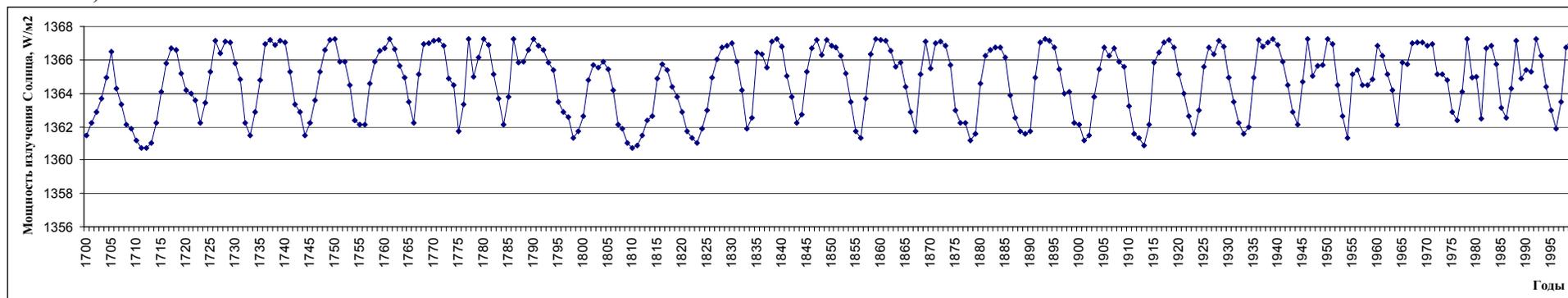
### ***ЛИТЕРАТУРА:***

1. Шерматов Е. Динамическая модель климатических показателей Средней Азии. Современное состояние подземных вод: проблемы и их решения. Материалы Международно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Н.А. Кенесарина. Ташкент, 2008. С. 89-91.
  2. Эйгенсон М.С. и др. Солнечная активность и ее земные проявления. – М. 1948.
  3. Эйгенсон М.С. Солнце, погода, климат. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1963.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, том 14, Средняя Азия. Выпуск 3. Бассейн реки Амударьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. - С. 289, табл. 114.

a)



б)



в)

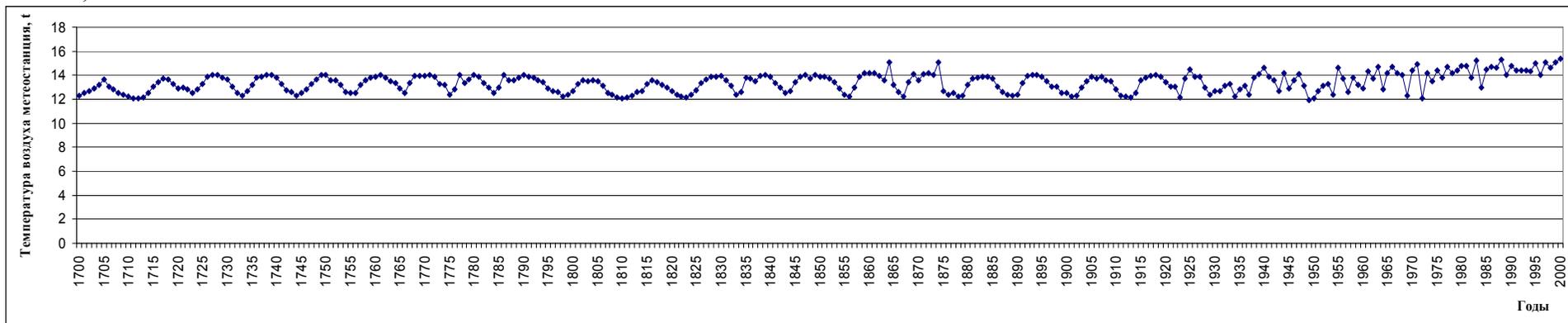
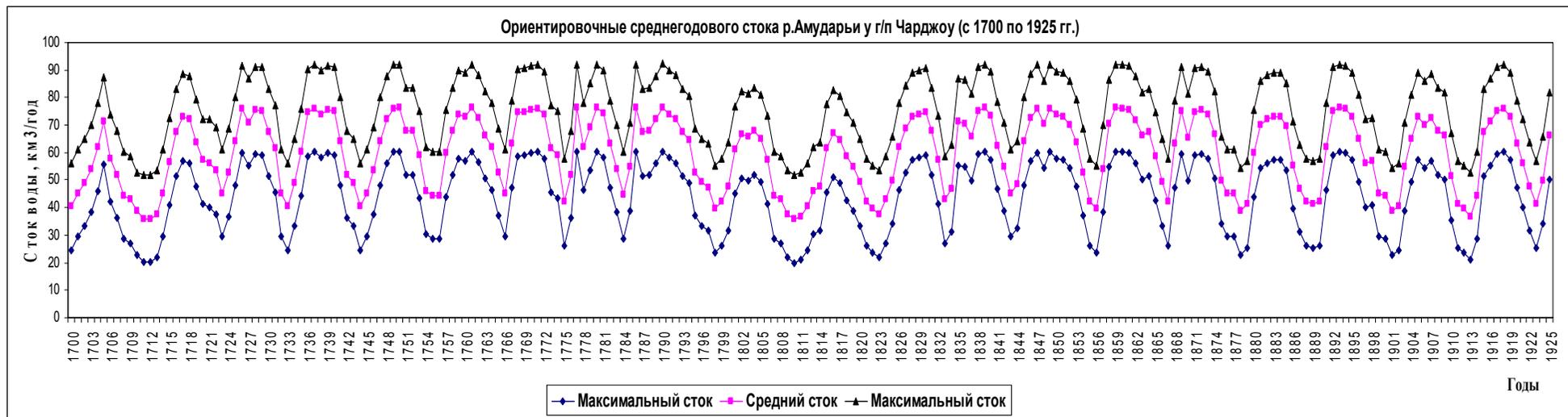
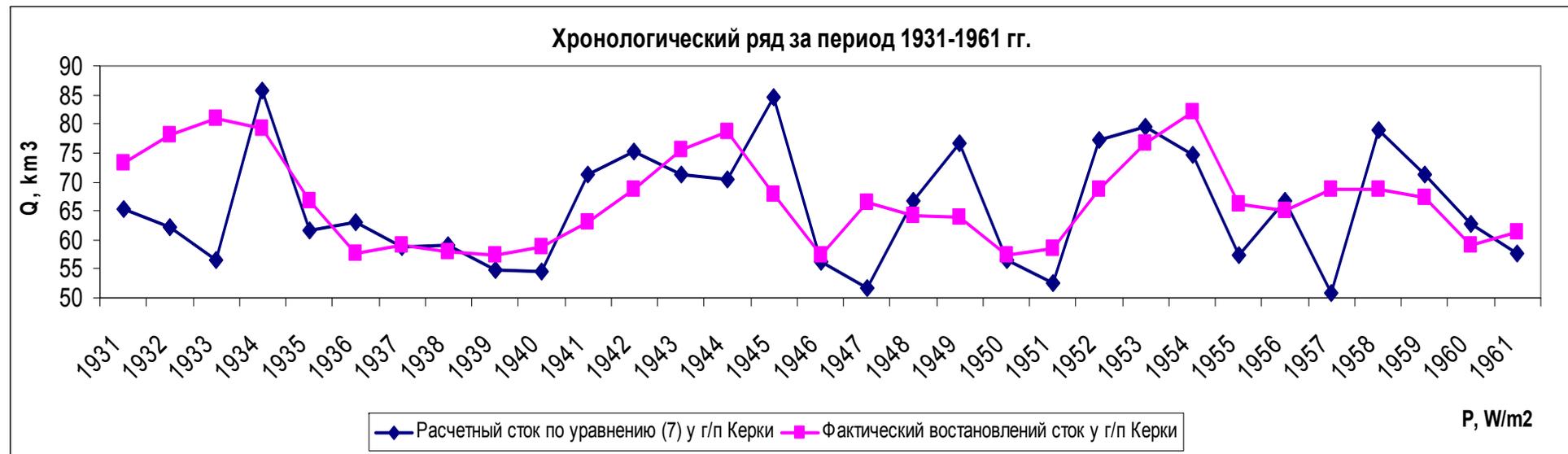


Рис. 1 - Хронологический ряд числа солнечных пятен (а), мощность излучения Солнца (б) и температура воздуха метеостанция Ташкент



*Рис 2 - Хронологический ряд за период с 1700 по 1925 гг.*



*Рис. 3 - Хронологический ряд за период с 1931 по 1961 гг*

