

УДК: 004.04: 519.2

Мамыров Ж., Байзаков А.Б., Джумабаева А.Т.

ИГУ им. К.Тыныстанова; КНУ им. Ж.Баласагына

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ППП MS EXCEL ДЛЯ АНАЛИЗА ВОДНОГО РЕЖИМА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

*В данной работе рассмотрены теоретические аспекты корреляционного анализа гидроэкологических процессов, проведение корреляционного анализа средствами MS Excel, регрессионные модели и способы их расчета, а также изучение возможностей обработки статистических данных методами MS Excel: использование математических и статистических функций для анализа водного режима озера Иссык-Куль.*

**Ключевые слова:** методы MS Excel, корреляционный анализ, регрессионные модели, водный режим, озеро Иссык-Куль.

*Бул макалада гидроэкологиялык процесстерге корреляциялык анализ жүргүзүүнүн теориялык аспекти, корреляциялык анализди MS Excel каражаттары менен жүргүзүү, регрессиялык моделдер жана аларды эсептөө методдору, ошондой эле статистикалык маалыматтарды MS Excel ыкмалары менен иштетүү мүмкүнчүлүгүн изилдөө: математикалык жана статистикалык функциялар менен Ысык-Көлдүн суу режимин анализдөө маселелери каралган.*

**Негизги сөздөр:** MS Excel, корреляциялык анализ, регрессиялык моделдер, суу режими, Ысык-Көл.

*Theoretical aspects of the correlation analysis of hydroecological processes, correlation analysis by means of MS Excel, regression models and methods of their calculation, as well as the study of the possibilities of processing statistical data by MS Excel methods are studied in this paper: the use of mathematical and statistical functions for the analysis of the water regime of Issyk-Kul Lake.*

**Key words:** MS Excel methods, correlation analysis, regression models, water regime, Issyk-Kul Lake.

Цель работы - использование математических и статистических функций [1-2] для анализа водного режима озера Иссык-Куль по материалам стандартных и специально организованных наблюдений.

Исходными данными при написании работы послужили, в первую очередь, материалы стандартной гидрометеорологической сети и рейсовых наблюдений на акватории Иссык-Куля, проводимых гидрометеорологической службой Кыргызской Республики [3-4].

**Теоретические аспекты корреляционного анализа.** Изменение любого статистического показателя зависит от большого числа факторов, но из них лишь некоторые оказывают существенное воздействие на исследуемый показатель. Доля влияния остальных факторов столь незначительна, что их игнорирование не может привести к существенным отклонениям исследуемого объекта.

При рассмотрении взаимосвязей выделяют одну из величин как независимую, а другие как зависимые. При рассмотрении зависимости двух случайных величин говорят о парной регрессии. Зависимость нескольких переменных называют множественной регрессией.

В регрессионных моделях зависимая (объясняемая) переменная  $Y$  может быть представлена в виде функции  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , где  $X_1, X_2, \dots, X_n$  - независимые (объясняющие) переменные или факторы. В зависимости от вида функции  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  модели делятся на линейные и нелинейные. В зависимости от количества включенных в модель факторов  $X$  модели делятся на однофакторные и многофакторные.

Основными этапами построения регрессионной модели являются:

- Построение системы показателей (факторов). Сбор и предварительный анализ

исходных данных. Построение матрицы коэффициентов парной корреляции.

- Выбор вида модели и численная оценка ее параметров.
- Проверка качества модели.
- Оценка влияния отдельных факторов на основе модели.
- Прогнозирование на основе модели регрессии.

Выбор факторов, влияющих на исследуемый показатель, производится на основании качественного и количественного анализа исследуемых явлений.

Исключение части факторов осуществляется на основе анализа парных коэффициентов корреляции и оценкой их значимости. Коэффициент парной корреляции определяется по формуле:

$$r_{y,x} = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (x - \bar{x})^2}},$$

где  $\bar{x}$  – среднее значение факторного признака,

$\bar{y}$  – среднее значение результативного признака.

Значение коэффициентов парной корреляции лежит в интервале от  $-1$  до  $+1$ . Его положительное значение свидетельствует о прямой связи, отрицательное - об обратной, т.е. когда растет одна переменная, другая уменьшается. Связь считается достаточно сильной, если коэффициент корреляции по абсолютной величине превышает  $0,7$  и слабой, если меньше  $0,4$ .

Для оценки значимости коэффициента корреляции применяется  $t$  - критерий Стьюдента. При этом фактическое значение этого критерия ( $t_{набл}$ )

$$t_{набл} = \sqrt{\frac{r^2}{1 - r^2}}(n - 2)$$

сравнивается с критическим значением  $t_{кр}$ , которое берется из таблицы значений  $t$  с учетом заданного уровня значимости ( $\alpha = 0.05$ ) и числа степеней свободы ( $n - 2$ ).

Если  $t_{набл} > t_{кр}$ , то полученное значение коэффициента парной корреляции признается значимым.

**Метод наименьших квадратов.** Пусть зависимость между двумя переменными  $X$  и  $Y$  выражается в виде таблицы значений, полученными опытным путем

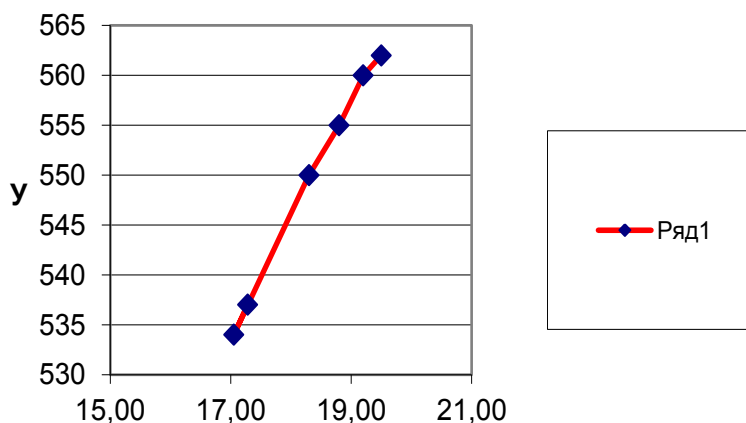
Требуется наилучшим образом сгладить экспериментальную зависимость между переменными  $X$  и  $Y$ , то есть по возможности точно отразить общую тенденцию зависимости  $Y$  от  $X$ . Такую сглаженную зависимость стремятся представить в виде формулы  $Y=f(X)$ , которая носит название эмпирической формулы.

Имеются следующие данные о температуре воздуха  $X$ (градусах) и объема видимого испарения замкнутого водоема  $Y$  (усл.ед.). Найдем необходимые значения и введем их в таблицу:

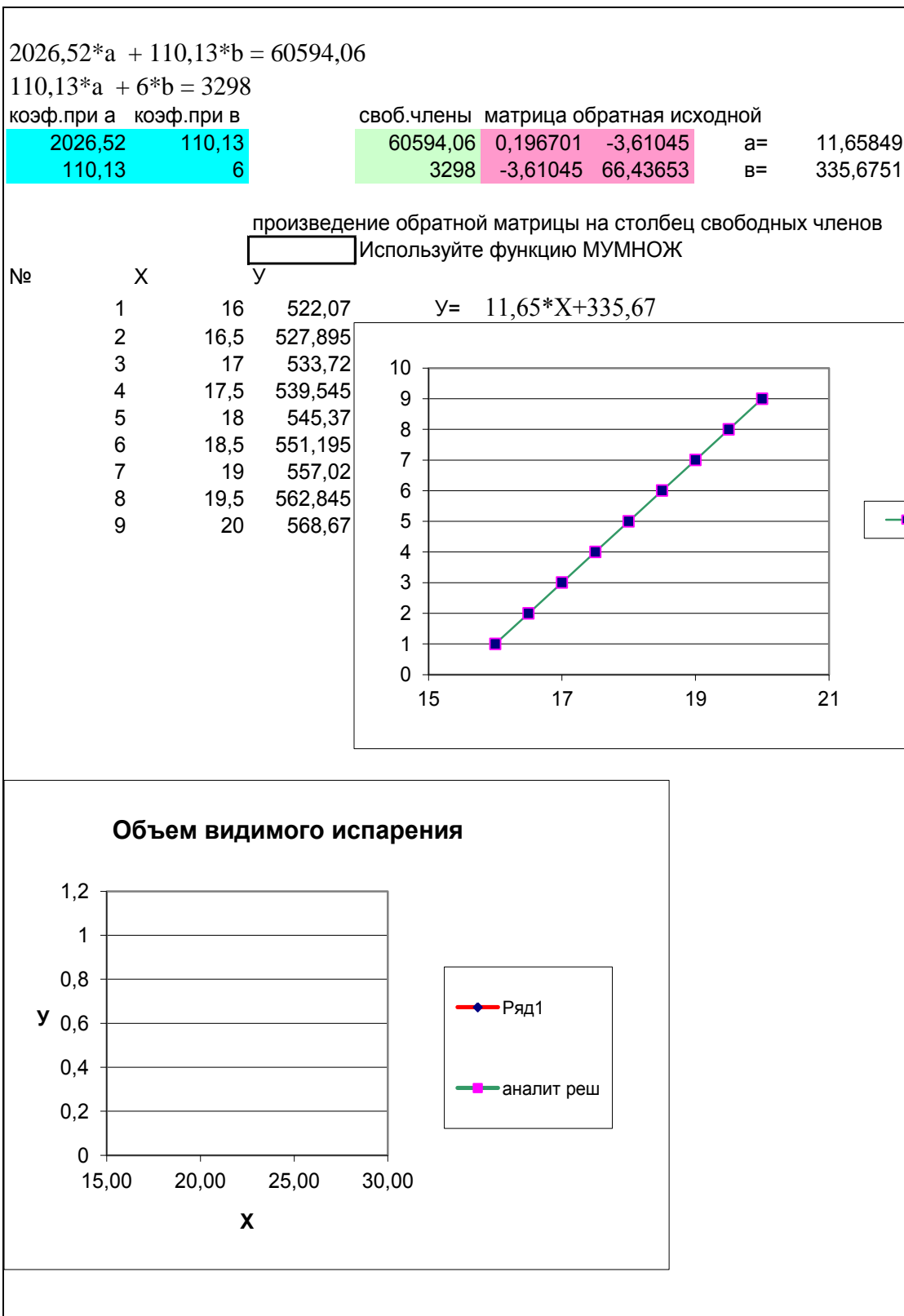
N	Темп. X	Испар У	XУ	X^2
1	17,28	537	9279,36	298,5984
2	17,05	534	9104,7	290,7025
3	18,3	550	10065	334,89
4	18,8	555	10434	353,44
5	19,2	560	10752	368,64
6	19,5	562	10959	380,25
<b>SUMMA</b>	<b>110,13</b>	<b>3298</b>	<b>60594,06</b>	<b>2026,521</b>

Тогда система имеет вид  
 $2026,52*a + 110,13*b = 60594,06$   
 $110,13*a + 6*b = 3298$

**Объем видимого испарения**



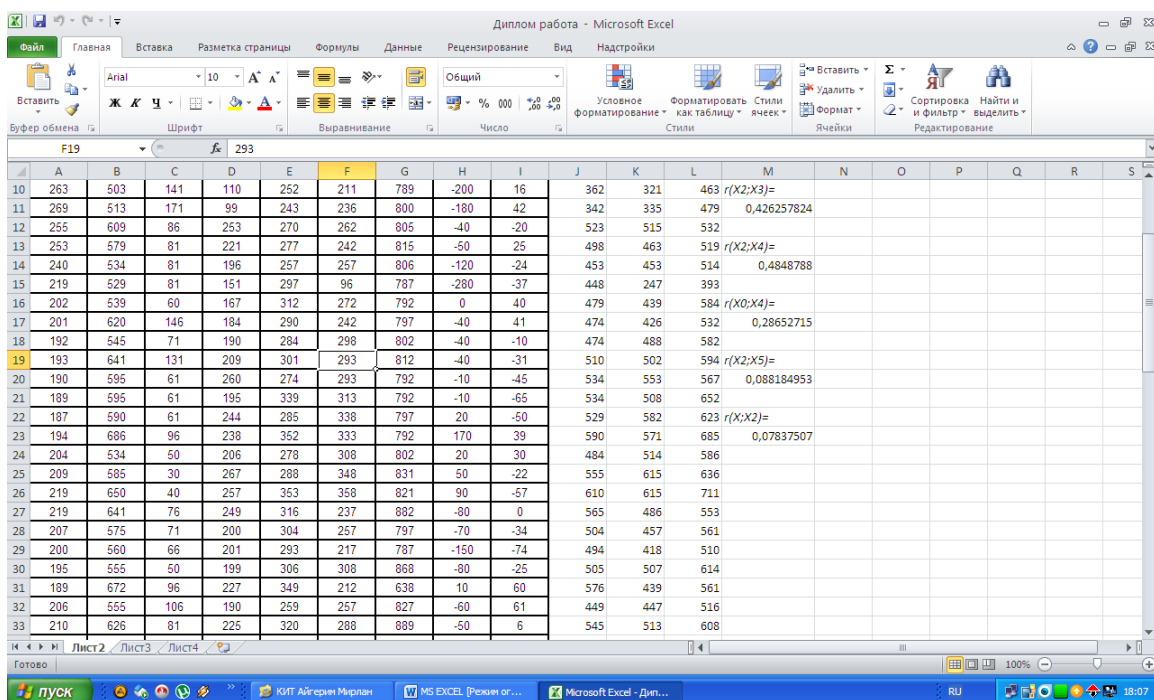
Решим эту систему в среде Ms Excel.



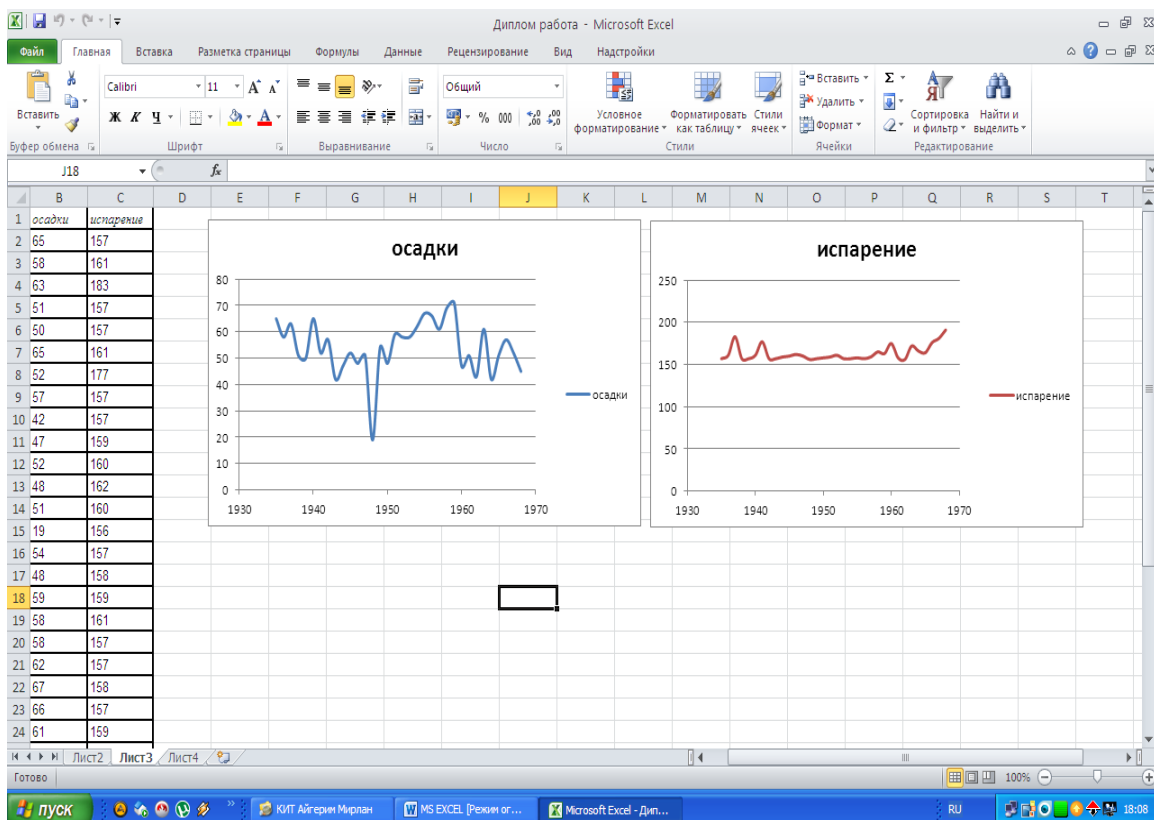
Решение  $a=11,65$  и  $b=335,67$  дает  $Y=aX+b = 11,65 \cdot X + 335,67$

Таким образом, с увеличением температуры воздуха на 1 градус объем видимого испарения замкнутого водоема в среднем растет на 11,65 усл.ед.

Статистический ход составляющих элементов водного баланса оз. Иссык-Куль:



Вычисления коэффициента корреляции между комбинированными величинами составляющих водного баланса оз. Иссык-Куль



Хронологический ход среднегодовых осадков и испарения

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>		X0 - X1	-0,0605								
2	130	10	54	66	65	157	0,25	-20		X0 - X2	0,755637								
3	118	12	49	57	58	161	0	-3		X0 - X3	0,731212								
4	110	14	42	54	63	183	-0,44	10		X0 - X4	0,290781								
5	109	17	37	55	51	157	-0,63	-6		X0 - X5	0,085108								
6	113	16	43	54	50	157	-0,25	2		X0 - X6	0,611126								
7	111	10	42	59	65	161	0,38	7		X0 - X7	-0,2207								
8	130	16	59	55	52	177	0,13	15											
9	146	18	59	69	57	157	0,19	-22		X1 - X2	-0,55072								
10	100	28	22	50	42	157	-1,25	3		X1 - X3	-0,32036								
11	102	34	20	48	47	159	-1,13	8		X1 - X4	-0,47357								
12	121	17	50	54	52	160	-0,25	-4		X1 - X5	-0,0274								
13	115	16	44	55	48	162	-0,31	5		X1 - X6	-0,43133								
14	106	16	39	51	51	160	-0,75	-5		X1 - X7	0,361191								
15	105	16	30	59	19	156	-1,75	-8											
16	107	12	33	62	54	157	0	8		X2 - X3	0,433101								
17	123	29	36	58	48	158	-0,25	8		X2 - X4	0,493871								
18	108	14	38	56	59	159	-0,25	-2		X2 - X5	0,145548								
19	127	26	41	60	58	161	-0,25	-6		X2 - X6	0,677046								
20	118	12	52	54	58	157	-0,06	-9		X2 - X7	-0,29497								
21	118	12	39	67	62	157	-0,06	-13											
22	117	12	49	56	67	158	0,12	-10		X3 - X4	0,27449								
23	136	19	47	70	66	157	1,06	8		X3 - X5	-0,03647								
24	106	10	41	55	61	159	0,12	6		X3 - X6	0,533111								

Вычисления коэффициента корреляции между составляющими водного баланса оз. Иссык-Куль

**Литература:**

1. Макарова Н. В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: учебное пособие. -М.: Финансы и статистика, 2002. – 192 с.
2. Баячорова Б.Ж. Основы информатики/ -Бишкек, -2002. -170 с.
3. Шнитников А.В. Озеро Иссык-Куль. В кн.: Озера Тянь-Шаня и их история. - Л.: Наука, 1980.-180 с.
4. Доклад о результатах исследований в 1976-1981 гг. Государственного гидрологического института и организаций-соисполнителей по заданиям ГКНТ 0.85.01.05.05Н1 и 0.85.01.05.05Н2. Исследования режима и водного баланса озера Иссык-Куль в связи с разработкой мероприятий по его водному благоустройству. – Л., 1981.