

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

## **ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММЫ EXCEL**

методические указания  
для выполнения практической работы по дисциплине  
«Основы научных исследований и патентоведение»  
студентам инженерно-технологического факультета  
обучающихся по профилям:  
110800-01 «Технические системы в агробизнесе»  
110800-03 «Машины и оборудование для хранения и  
переработки сельскохозяйственной продукции»  
190100-01 «Машины и оборудование природообустройства  
и дорожного строительства»

Брянск 2013

УДК 631.3.072:629.3(076)  
ББК 39.3:40.72  
Д 93

**Дьяченко, А.В.** Обработка экспериментальных данных средствами программы Excel : методические указания / А.В. Дьяченко.- Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013.-12с.

Методические указания предназначены для выполнения практической работы по дисциплине «Основы научных исследований и патентоведение» для студентов инженерно-технологического факультета обучающихся по профилям 110800-01 «Технические системы в агробизнесе», 110800-03 «Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 190100-01 «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства». Целью выполнения практической работы является освоение студентами обработки экспериментальных данных с помощью ЭВМ.

Рецензент: к.э.н., доцент каф. ТОЖиПП Исаев Х.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 1от 27 сентября 2013 г.

© Дьяченко А.В., 2013  
© Брянская ГСХА, 2013

Обработка данных эксперимента с переменными параметрами, целью которого является нахождение уравнения регрессии, содержит три основных этапа:

- первичная обработка экспериментальных данных (исследование данных на наличие грубых ошибок);
- нахождение уравнения регрессии;
- проверка точности аппроксимации.

Математическая сущность этих процедур была описана на предыдущих занятиях в [2]. Современная компьютерная техника и программное обеспечение позволяют избежать громоздких и трудоемких ручных вычислений. Многие математические компьютерные программы имеют встроенные функции для обработки статистических и экспериментальных данных.

Рассмотрим алгоритм обработки экспериментальных данных средствами программы Excel. Для этого вернемся к примеру приведенному в [2, с. 26].

### Задание

Найти зависимость доли времени  $T_p$  поворотов в балансе общего времени смены в функции  $l_r$  длины рабочего гона.

Таблица 1 – Данные измерений

	№ Опыта										№ Изм.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$T_p$ , %	46	28	20	18	14	13	9	11	8	2	1
	48	29	24	17	15	14	11	10	9	9	2
	44	30	22	19	16	12	13	9	10	10	3
$l_r$ , м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	

### Решение

Сначала необходимо произвести исследование данных на наличие грубых ошибок.

По таблице 4.2 [2, с. 26] принимаем доверительные границы в пределах  $\pm S$ .

С помощью мастера диаграмм Excel изобразим проверяемые данные и выбранные доверительные границы для каждого столбца (каждого опыта).

Для этого запускаем *мастер диаграмм* Excel, в окне «тип» выбираем точечную диаграмму в виде отдельных точек и нажимаем кнопку «Далее» (рис. 1). Ряды данных в нашем случае будут располагаться в столбцах (рис. 2).

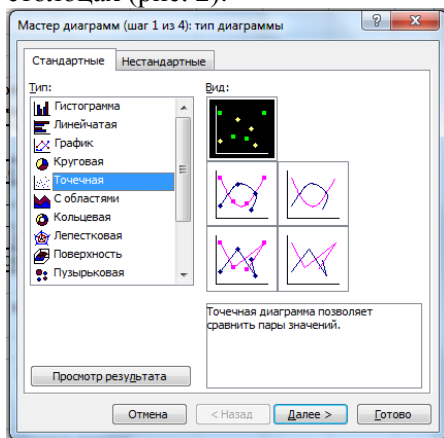


Рисунок 1-Выбор типа диаграммы

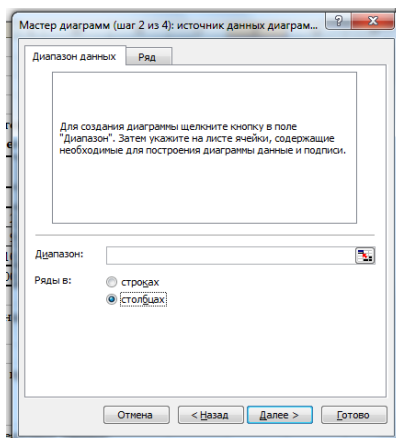


Рисунок 2-Выбор расположения рядов данных

Далее, нажав на кнопку справа от окна «**Диапазон:**» выделить данные первого столбца (рис. 3). Эти данные будут отложены по оси ординат, а по оси абсцисс – номер измерения (рис. 4).



Рисунок 3-Выделение диапазона данных

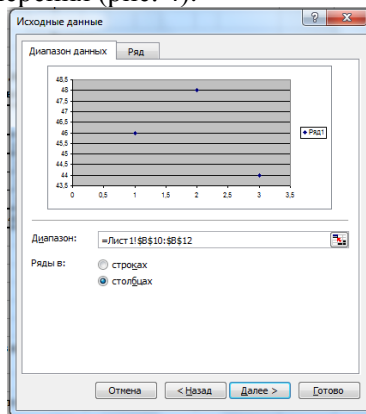


Рисунок 4-Предварительный просмотр отображения данных

Убрать галочку в окне «**Добавить легенду**» (рис. 5). На вкладке «**Заголовки**» набрать название диаграммы и осей (рис. 6).

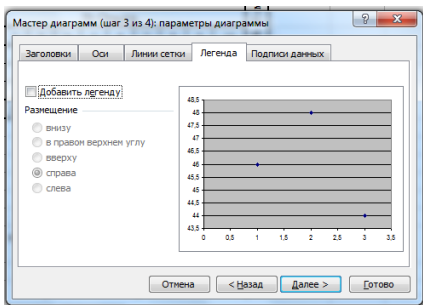


Рисунок 5-Вкладка легенда

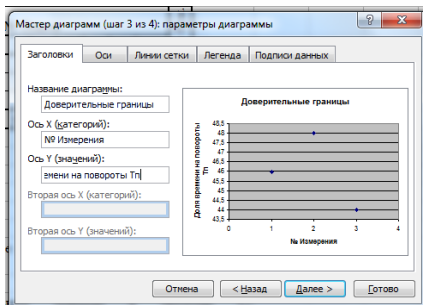


Рисунок 6-Заголовки диаграммы и осей

Линии сетки на диаграмме в данном случае не нужны (рис. 7). Разместим диаграмму на имеющемся листе (рис. 8).

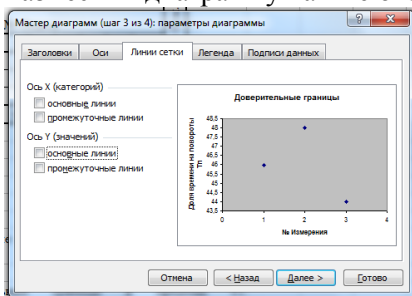


Рисунок 7-Вкладка линии сетки

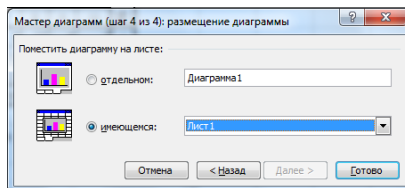


Рисунок 8-Выбор расположения диаграммы

С помощью контекстного меню, вызываемого правой кнопкой мыши (рис. 9) отредактируем шкалы и область диаграммы.

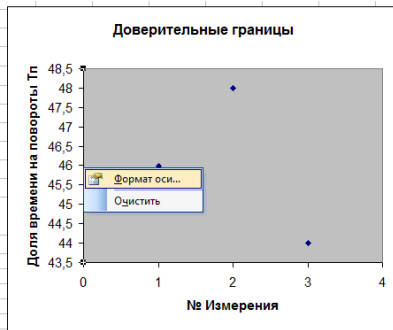


Рисунок 9-Команда «формат» оси в контекстном меню

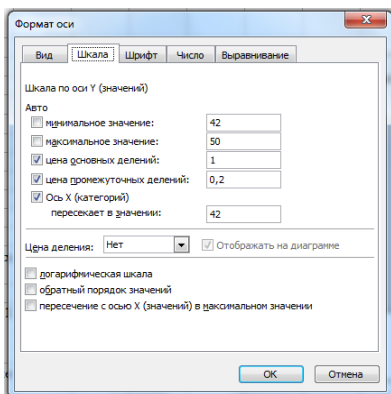


Рисунок 10-Редактирование оси шкалы Y



Рисунок 11-Редактирование области построения диаграммы

Установим минимальное и максимальные значения на шкалах, так чтобы в этот диапазон укладывались все данные столбца. Сделаем целой цену основных делений (рис. 10). Установим обычную заливку (бесцветную) области диаграммы (рис. 11, 12, 13).

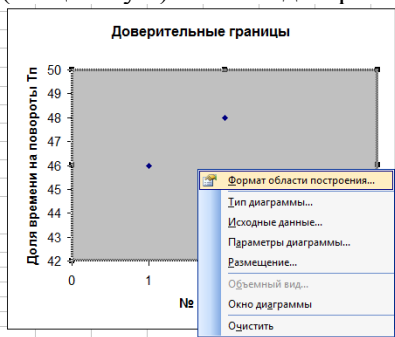


Рисунок 12-Контекстное меню области построения диаграммы

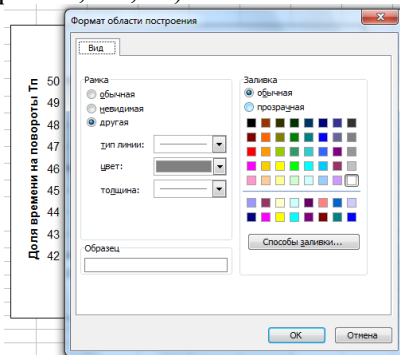


Рисунок 13-Выбор заливки области построения диаграммы

Исходные данные первого столбца изображены на диаграмме и готовы к первичной обработке. Значения доверительных границ в программе Excel высчитываются автоматически. Для отображения доверительных границ на диаграмме подведем курсор к любой из точек и правой кнопкой мыши вызываем контекстное меню, в котором выбираем пункт «Формат данных» (рис. 14). В этом окне открываем вкладку «Y-погрешности». В пункте «Показать планки погрешностей по Y» нажимаем кнопку «Обе», далее устанавливаем величину

погрешностей в *стандартных отклонениях* и задаем величину – в данном случае *1* (рис. 15).



Рисунок 14-Пункт контекстного меню «формат рядов данных»

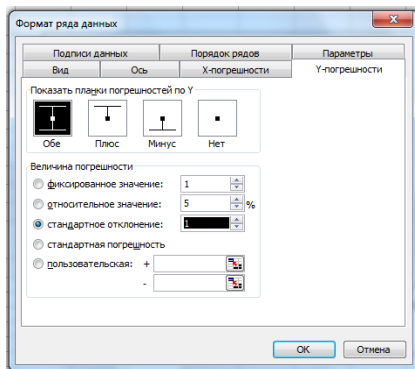


Рисунок 15-Вкладка Y-погрешности

В первом опыте все точки лежат в пределах доверительных границ (рис. 16). Аналогичным образом, диаграмму с доверительными границами строим для каждого столбца данных (опыта). В десятом опыте точка со значением «2» выходит за пределы доверительных границ (рис. 17). Это значение считаем неправдоподобным и исключаем из таблицы данных.

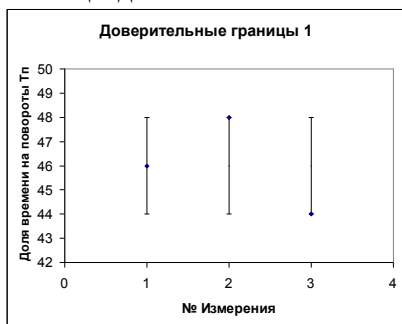


Рисунок 16-Доверительные границы 1-го опыта

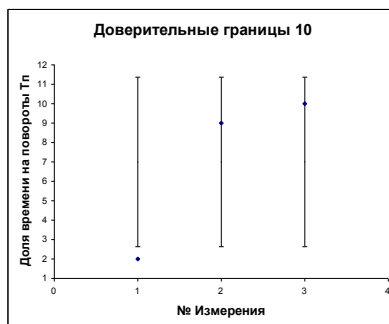


Рисунок 17- Доверительные границы 10-го опыта

Далее находим средние значения исследуемой величины. Копируем исходную таблицу, удаляем из нее точки не укладывающиеся в доверительные границы (рис. 18). Добавляем в таблицу строчку средних значений «Т<sub>ср</sub>, %». Для этого нажимаем правой кнопкой мыши на номер строки ниже вставляемой и в появившемся контекстном меню выбираем команду «Добавить ячейки» (рис. 19).

	№ Опытa										№ Изм.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
238											
239											
240	Тп, %	46	28	20	18	14	13	9	11	8	1
241		48	29	24	17	15	14	11	10	9	2
242		44	30	22	19	16	12	13	9	10	3
243	г, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Рисунок 18-Значение 1-го измерения в 10-ом опыте удалено

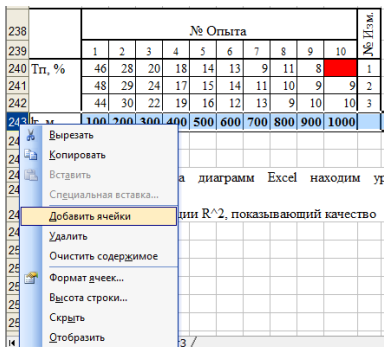


Рисунок 19-Добавление строки среднего значения

Выделяем все данные и строчку под ними от верхнего левого до нижнего правого угла (рис. 20). Для вычисления средних значений в меню кнопки «Автосумма» выбираем пункт «Среднее» (рис. 21).

	№ Опытa										№ Изм.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
238											
239											
240	Тп, %	46	28	20	18	14	13	9	11	8	1
241		48	29	24	17	15	14	11	10	9	2
242		44	30	22	19	16	12	13	9	10	3
243	Тспр, %										
244	г, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Рисунок 20-Выделение диапазона данных

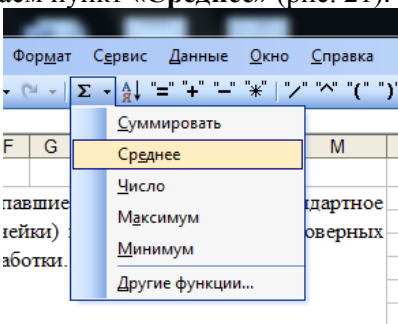


Рисунок 21-Вычисление среднего значения

На этом первичная обработка данных заканчивается.

Две нижние строчки – средних значений исследуемой величины «Тспр, %» и значений фактора «г, м» являются исходными данными для регрессионного анализа (рис. 22).

	№ Опытa										№ Изм.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
238											
239											
240	Тп, %	46	28	20	18	14	13	9	11	8	1
241		48	29	24	17	15	14	11	10	9	2
242		44	30	22	19	16	12	13	9	10	3
243	Тспр, %	46	29	22	18	15	13	11	10	9	9,5
244	г, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Рисунок 22-Исходные данные для регрессионного анализа



Для этого строим точечную диаграмму  $T_{ncp}=f(l_2)$  (рис. 23). На втором шаге построения диаграммы, во вкладке «Ряд» нажимаем кнопку «Добавить» (рис. 24).

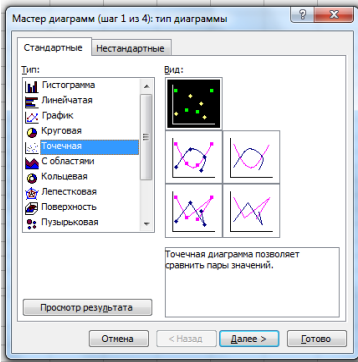


Рисунок 23-Выбор типа диаграммы

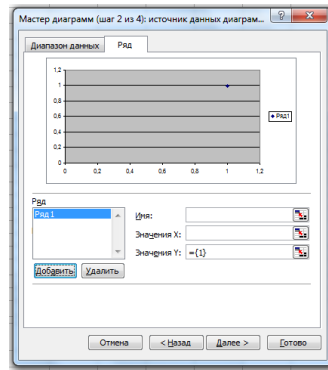


Рисунок 24 - Добавление рядов данных

Далее, нажав на кнопку в конце окна «Значения X», выделяем строчку фактора  $I_g$  (рис. 25), нажав на кнопку в конце окна «Значения Y», выделяем строчку средних значений  $T_{ncp}$  (рис. 26).



Рисунок 25-Данные по оси X

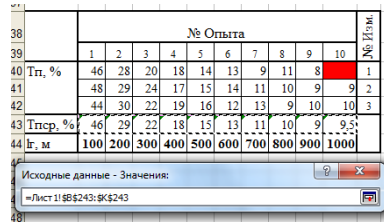


Рисунок 26-Данные по оси Y

Разместим и отредактируем область диаграммы как в предыдущем случае (рис. 27).

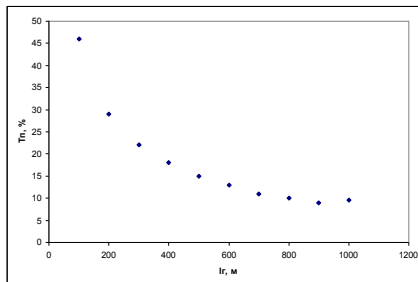


Рисунок 27-Экспериментальные точки подлежащие аппроксимации

По изображенным на диаграмме данным программа Excel может автоматически подобрать уравнение регрессии и построить его график (линию тренда). Для этого на диаграмме подведем курсор к любой из точек и правой кнопкой мыши вызываем контекстное меню, в котором выбираем пункт «Добавить линию тренда» (рис. 28). Во вкладке «Тип» выбираем вид аппроксимирующей зависимости. Судя по расположению точек, линейная форма нам не подойдет. Выбираем полиномиальную второй степени (рис. 29).

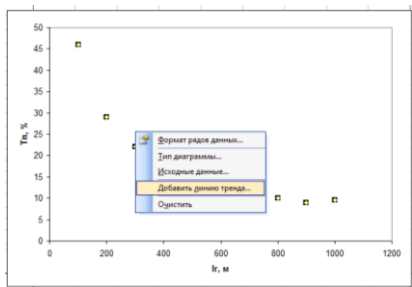


Рисунок 28-Пункт «Добавить линию тренда» в контекстном меню

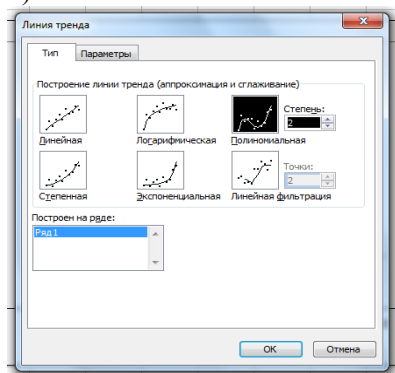


Рисунок 29-Выбор формы и степени аппроксимирующей зависимости

Во вкладке «**Параметры**» устанавливаем галочки напротив пунктов «Показать уравнение на диаграмме» и «Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации  $R^2$ » (рис. 30). Линия тренда, искомое уравнение регрессии и коэффициент детерминации, показывающий степень точности аппроксимации, будут изображены на диаграмме (рис. 31).

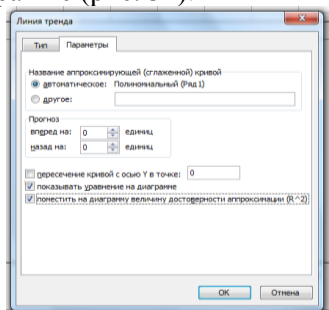


Рисунок 30-Задаем отображение уравнения регрессии и степени точности аппроксимации

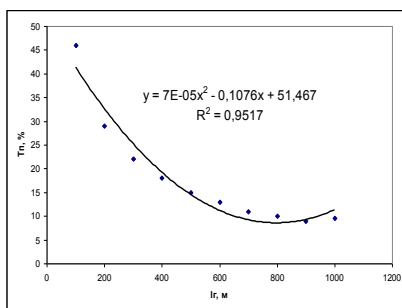


Рисунок 31-Результаты регрессионного анализа

## Литература

1. Левин А.Ш. Excel – это очень просто!.—СПб.: Питер, 2007. – 74 с.
2. Гринь А.М. Основы научных исследований: учебно-методическое пособие. - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. - 32 с.

Учебное издание

Дьяченко Антон Вячеславович

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СРЕД-  
СТВАМИ ПРОГРАММЫ EXCEL

---

Подписано к печати . . . 2013 г. Формат 60 x 84. 1/16.  
Бумага печатная. Усл. п .л. 0,75. Тираж 50 экз. Изд. № .

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365 Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА