

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра «Природообустройства и водопользования»

Байдакова Е.В.

Управление природно-техногенными комплексами

Методические указания

для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения
по направлению: 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Брянская область
2018

УДК 504.06 (076)
ББК 20.18
Б 18

Байдакова, Е. В. Управление природно-техногенными комплексами: методические указания для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование / Е. В. Байдакова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 28 с.

Данные методические рекомендации по курсу «Управление природно-техногенными комплексами», для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения по направлению: 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

Рецензент к.т.н., доцент Безик В.А.

Рекомендовано к изданию на заседании учебно-методической комиссии института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол №4 от «22» января 2018 года.

© Брянский ГАУ, 2018
© Байдакова Е.В., 2018

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ MICROSOFT EXCEL

Назначение работы. Важнейшим источником пополнения свежего органического вещества почвы, преобразующегося под воздействием почвенной биоты в гумус, являются пожнивные и корневые остатки полевых культур. В связи с этим определение зависимостей масс пожнивных и корневых остатков полевых культур от урожайностей их основной продукции имеет большое практическое значение.

Цель работы. Разработать регрессионную зависимость массы пожнивных или корневых остатков сельскохозяйственной культуры от ее урожайности с помощью *Microsoft Excel*.

Исходные данные. В таблицах (приложения 2-5) приводятся экспериментальные данные об урожайности основных поливных культур и соответствующих им массах пожнивных и корневых остатков, остающихся на 1 гектаре орошаемых земель, при различных режимах орошения и системах удобрений. Вариант выбирается по таблице 1 того же приложения.

Описание выполнения.

1. Перепишите данные вашего варианта из приложения 1.
2. Включите компьютер. Запустите *Microsoft Excel*.
3. Введите данные в первые два столбца открывшейся таблицы; урожайность – 1 столбец, масса остатка – 2 (рис. 1 приложения 6).
4. Вызовите «Мастер диаграмм» нажав значок  в стандартной панели инструментов *Microsoft Excel* или выбрав пункт «Диаграмма» в вертикальном выпадающем меню «Вставка». У вас на экране появится окно «Мастера диаграмм» (рис. 2 приложения 6).
5. Выберите в левом меню тип диаграммы – «Точечная», затем в правом графическом меню вид диаграммы – из отдельных точек, не соединенных линиями. Нажмите кнопку «Далее».
6. В окне 2 шага «Мастера диаграмм» (рис. 3 приложения 6) установите пере-

ключатель расположения исходных данных в столбцах, затем, нажав значок  в строке «Диапазон» с помощью мыши обведите ваши данные и нажмите на значок , расположенный на левом краю сокращенного окна «Мастера диаграмм» (рис. 4. приложения 6).

7. Нажмите кнопку «Далее». В открывшемся окне 3 шага «Мастера диаграмм» также нажмите кнопку «Далее».
8. В открывшемся окне 4 шага «Мастера диаграмм» (рис. 5. приложения 6) установите переключатель «Поместить диаграмму на листе» в положение «Отдельном» и нажмите кнопку «Готово». У вас получится диаграмма, изображенная на рис 6. приложения 6.
9. Укажите курсором на одну из точек диаграммы и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся меню (рис. 7 приложения 6) выберите пункт «Добавить линию тренда» и нажмите левую кнопку мыши. Если у вас появляется другое меню, значит вы не точно указали на точку диаграммы и операцию надо повторить.
10. В открывшемся окне установления типа линии тренда (рис. 8 приложения 6) можно выбрать вид функции тренда или регрессионной зависимости. Вам надо будет выбрать все доступные функции (кроме «линейной фильтрации»), для полиномиальных (многочленов) использовать степень 2 и 3, указывая ее с помощью движка рядом с изображением полинома.
11. С помощью закладки «Параметры» в верхней части окна установления типа линии тренда перейдите в окно задания параметров (рис. 9 приложения 2), в котором установите требования показывать на графике уравнение тренда и величину достоверности аппроксимации R^2 . Нажмите кнопку «ОК».
12. Перепишите в тетрадь уравнение тренда и величину достоверности аппроксимации R^2 .
13. Для того, чтобы получить другие типы линии тренда, укажите курсором на линию и нажмите правую кнопку мыши. В открывшемся меню выберите пункт «Формат линии тренда» (рис. 10 приложения 6). Появившееся окно

«Формат линии тренда» во многом аналогично окну «Добавление линии тренда» (рис. 8,9 приложения 6).

14. Повторите пункты 11-13 для перечисленных в пункте 11 типов линии тренда.

15. Сохраните вашу «книгу *Microsoft Excel* в указанной преподавателем папке (директории). Для этого нажмите в главном меню кнопку «Файл», выберите в открывшемся меню пункт «Сохранить как ...» и укажите в открывшемся окне сохранения (рис. 11 приложения 6) нужный каталог и наберите имя книги – вашу фамилию.

16. Закройте *Microsoft Excel*.

1. Варианты для задания 1

№ варианта	Культура	Вид остатка
01	кукуруза на силос	корневые
02	кукуруза на силос	пожнивные
03	озимая пшеница	корневые
04	озимая пшеница	пожнивные
05	Люцерна	корневые
06	Люцерна	пожнивные
07	горохоовсяная смесь	корневые
08	горохоовсяная смесь	пожнивные

2. Пожнивные и корневые остатки кукурузы на силос, т/га

Режим орошения	Система удобрений	Урожайность, т/га	Масса остатков	
			пожнивных	корневых
Жесткий	Навоз	47,18	3,20	6,45
	Навоз+мин. удобрения 1	55,40	3,58	4,65
	Навоз+мин. удобрения 2	50,94	3,38	5,50
	Мин. удобрения 1	41,65	3,10	4,40
	Мин. удобрения 2	37,58	2,92	4,97
	Без удобрений	33,60	2,66	4,30
Умеренный	Навоз	47,33	3,20	6,45
	Навоз+мин. удобрения 1	55,50	3,58	4,65
	Навоз+мин. удобрения 2	50,96	3,38	5,50
	Мин. удобрения 1	41,73	3,10	4,40
	Мин. удобрения 2	38,18	2,92	4,97
	Без удобрений	33,75	2,66	4,30
Повышенный	Навоз	52,79	3,64	6,73
	Навоз+мин. удобрения 1	57,73	4,52	6,10
	Навоз+мин. удобрения 2	53,55	3,72	6,60
	Мин. удобрения 1	52,80	4,10	4,13
	Мин. удобрения 2	49,38	3,14	5,50
	Без удобрений	44,93	3,00	5,70

3. Пожнивные и корневые остатки озимой пшеницы, т/га

Режим орошения	Система удобрений	Урожайность, т/га	Масса остатков	
			пожнивных	корневых
Жесткий	Навоз	4,07	1,31	4,91
	Навоз+мин. удобрения 1	4,46	1,51	4,71
	Навоз+мин. удобрения 2	4,29	1,44	4,24
	Мин. удобрения 1	3,95	1,39	4,75
	Мин. удобрения 2	3,85	1,33	5,00
	Без удобрений	3,30	1,09	3,95
Умеренный	Навоз	4,17	1,24	4,92
	Навоз+мин. удобрения 1	4,74	1,76	4,77
	Навоз+мин. удобрения 2	4,68	1,55	4,74
	Мин. удобрения 1	4,60	1,62	5,03
	Мин. удобрения 2	4,71	1,42	4,61
	Без удобрений	3,85	1,25	3,93
Повышенный	Навоз	4,39	1,38	5,33
	Навоз+мин. удобрения 1	4,67	1,62	4,76
	Навоз+мин. удобрения 2	4,85	1,40	4,95
	Мин. удобрения 1	4,55	1,56	5,03
	Мин. удобрения 2	4,64	1,50	5,04
	Без удобрений	4,13	1,35	4,29

4. Пожнивные и корневые остатки люцерны, т/га

Режим орошения	Система удобрений	Урожайность, т/га	Масса остатков	
			пожнивных	корневых
Жесткий	Навоз	23,62	1,75	7,69
	Навоз+мин. удобрения 1	28,04	2,18	6,53
	Навоз+мин. удобрения 2	25,80	2,15	6,51
	Мин. удобрения 1	25,27	1,93	5,92
	Мин. удобрения 2	22,09	2,08	6,34
	Без удобрений	19,80	1,83	5,06
Умеренный	Навоз	28,32	1,93	7,70
	Навоз+мин. удобрения 1	34,27	2,23	6,62
	Навоз+мин. удобрения 2	33,29	2,14	7,21
	Мин. удобрения 1	29,67	1,97	6,30
	Мин. удобрения 2	27,60	2,07	5,79
	Без удобрений	24,63	1,70	5,03
Повышенный	Навоз	29,95	1,80	8,48
	Навоз+мин. удобрения 1	35,02	2,49	7,62
	Навоз+мин. удобрения 2	34,09	2,28	8,28
	Мин. удобрения 1	32,24	2,16	6,11
	Мин. удобрения 2	29,00	2,23	6,76
	Без удобрений	25,42	1,84	6,51

5. Пожнивные и корневые остатки горохоовсяной смеси, т/га

Режим орошения	Система удобрений	Урожайность, т/га	Масса остатков	
			пожнивных	корневых
Жесткий	Навоз	8,50	4,38	5,47
	Навоз+мин. удобрения 1	9,17	6,75	6,37
	Навоз+мин. удобрения 2	9,22	6,12	4,26
	Мин. удобрения 1	10,08	5,27	4,54
	Мин. удобрения 2	9,89	4,60	4,12
	Без удобрений	6,76	4,13	4,12
Умеренный	Навоз	8,84	5,29	5,47
	Навоз+мин. удобрения 1	9,69	7,47	6,14
	Навоз+мин. удобрения 2	9,49	6,64	5,10
	Мин. удобрения 1	9,64	5,99	4,53
	Мин. удобрения 2	9,07	5,43	4,12
	Без удобрений	6,88	4,50	4,11
Повышен- ный	Навоз	13,00	5,88	5,90
	Навоз+мин. удобрения 1	14,75	8,95	5,61
	Навоз+мин. удобрения 2	13,90	8,19	5,75
	Мин. удобрения 1	11,90	7,63	5,01
	Мин. удобрения 2	12,84	6,86	4,79
	Без удобрений	8,66	4,96	4,82

6. Экранные формы задания 1.

	1	2	3	4
1	4,07	1,31		
2	4,46	1,51		
3	4,29	1,44		
4	3,95	1,39		
5	3,85	1,33		
6	3,3	1,09		
7	4,17	1,24		
8	4,74	1,76		
9	4,68	1,55		
10	4,6	1,62		
11	4,71	1,42		
12	3,85	1,25		
13	4,39	1,38		
14	4,67	1,62		
15	4,85	1,4		
16	4,55	1,56		
17	4,64	1,5		
18	4,13	1,35		
19				
20				

Рис. 1. Ввод данных

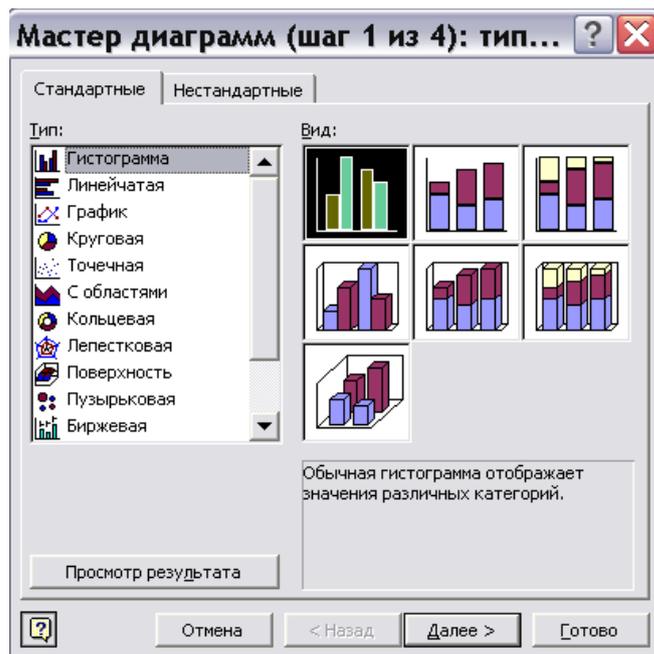


Рис. 2. Мастер диаграмм – выбор типа диаграммы

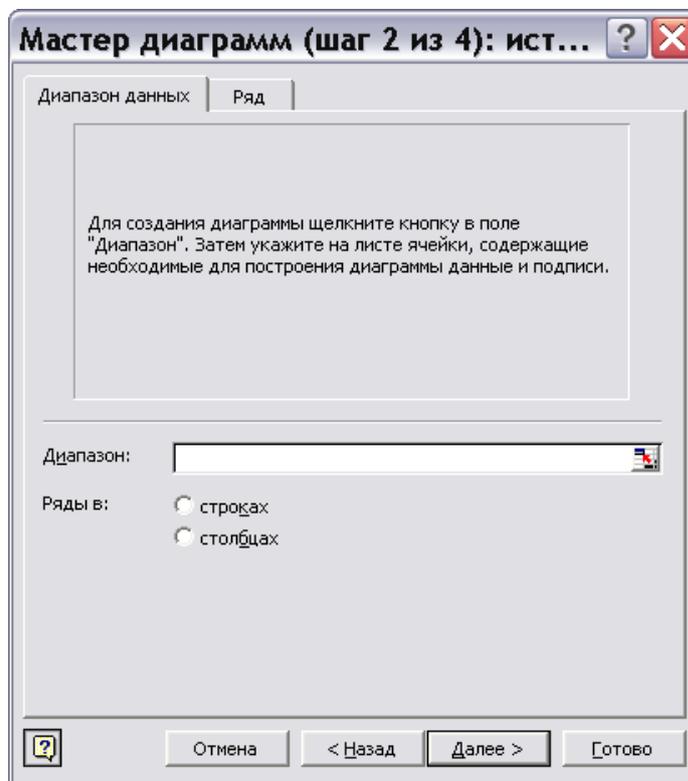


Рис. 3. Мастер диаграмм – указание диапазона данных



Рис. 4. Мастер диаграмм – ввод диапазона данных

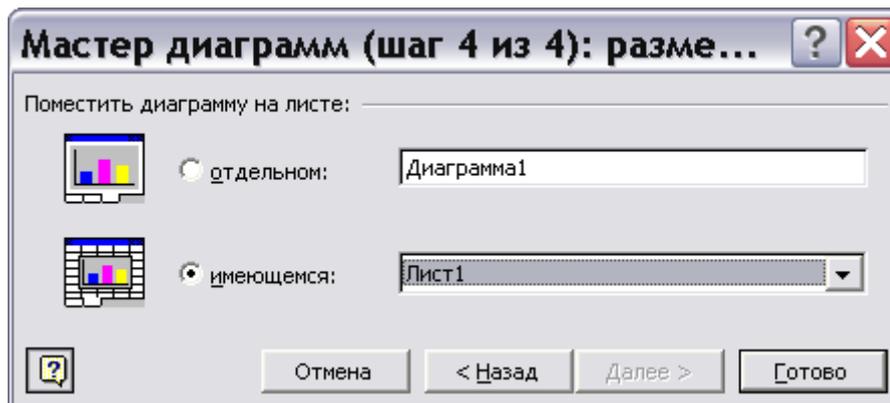


Рис. 5. Мастер диаграмм – ввод диапазона данных

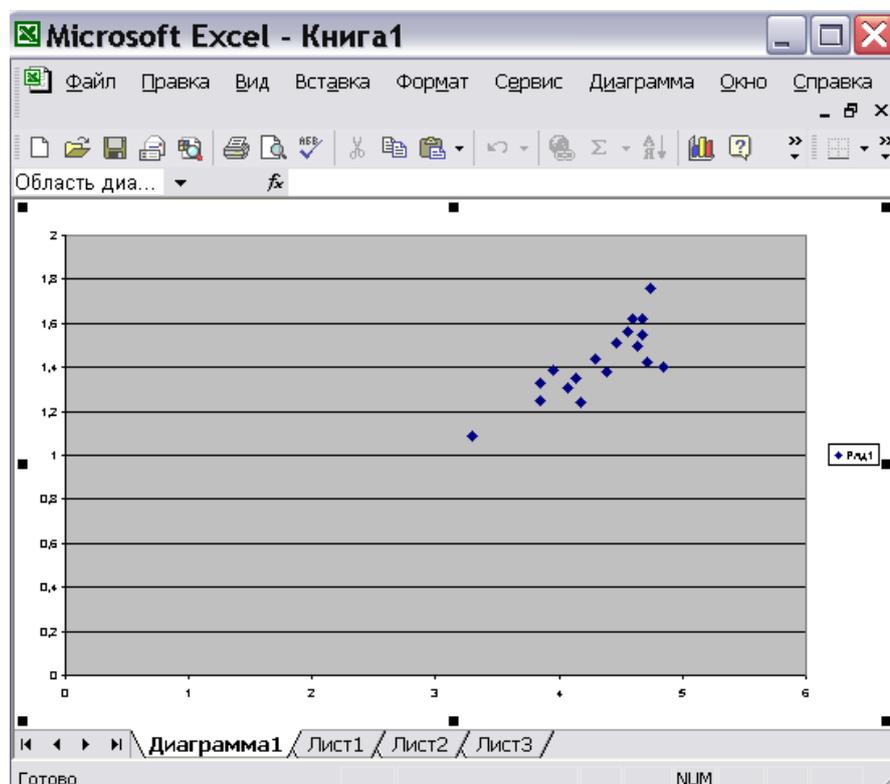


Рис. 6. Диаграмма

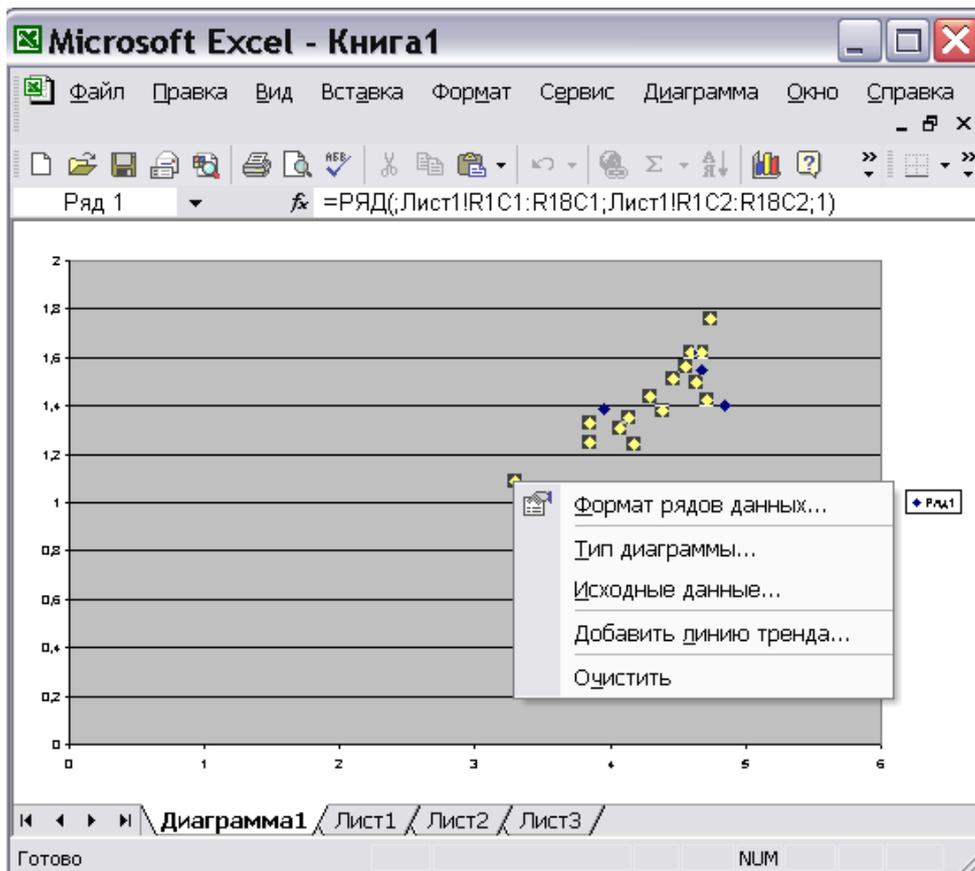


Рис. 7. Добавление линии тренда

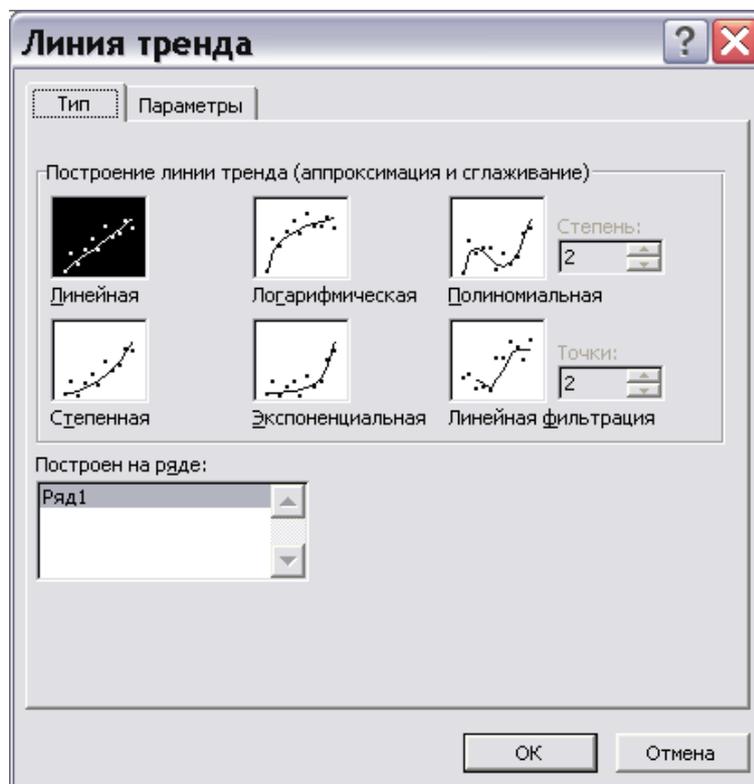


Рис. 8. Окно установления типа линии тренда

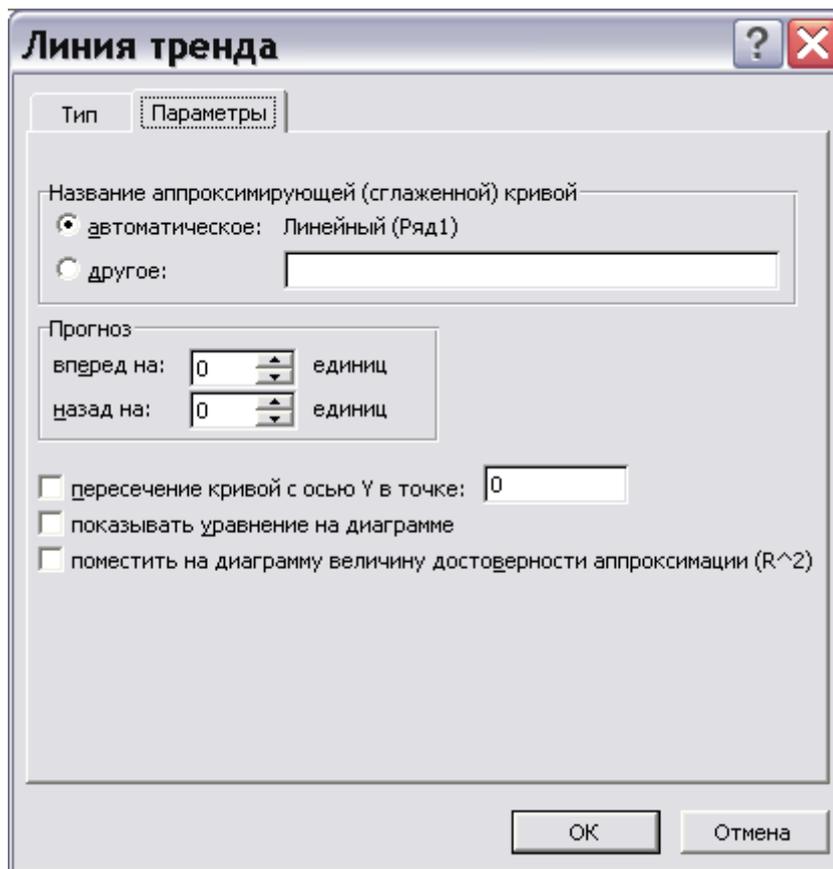


Рис. 9. Окно установления параметров линии тренда

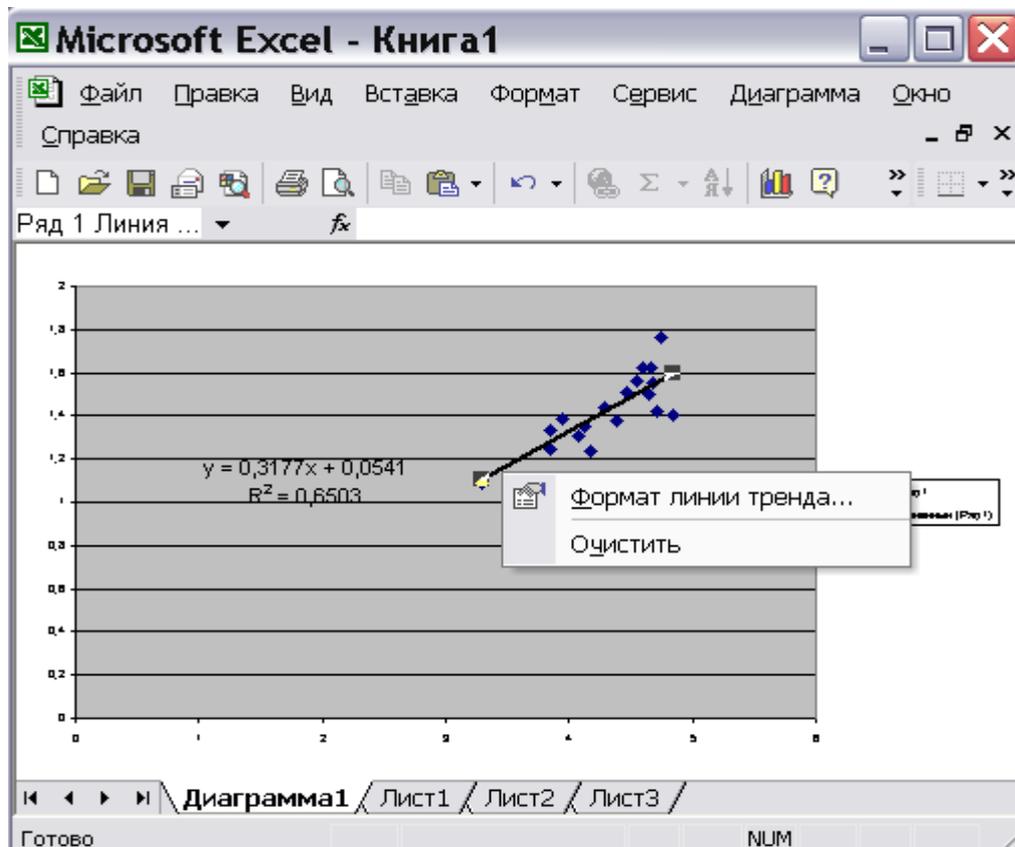


Рис. 10. Изменение формата линии тренда

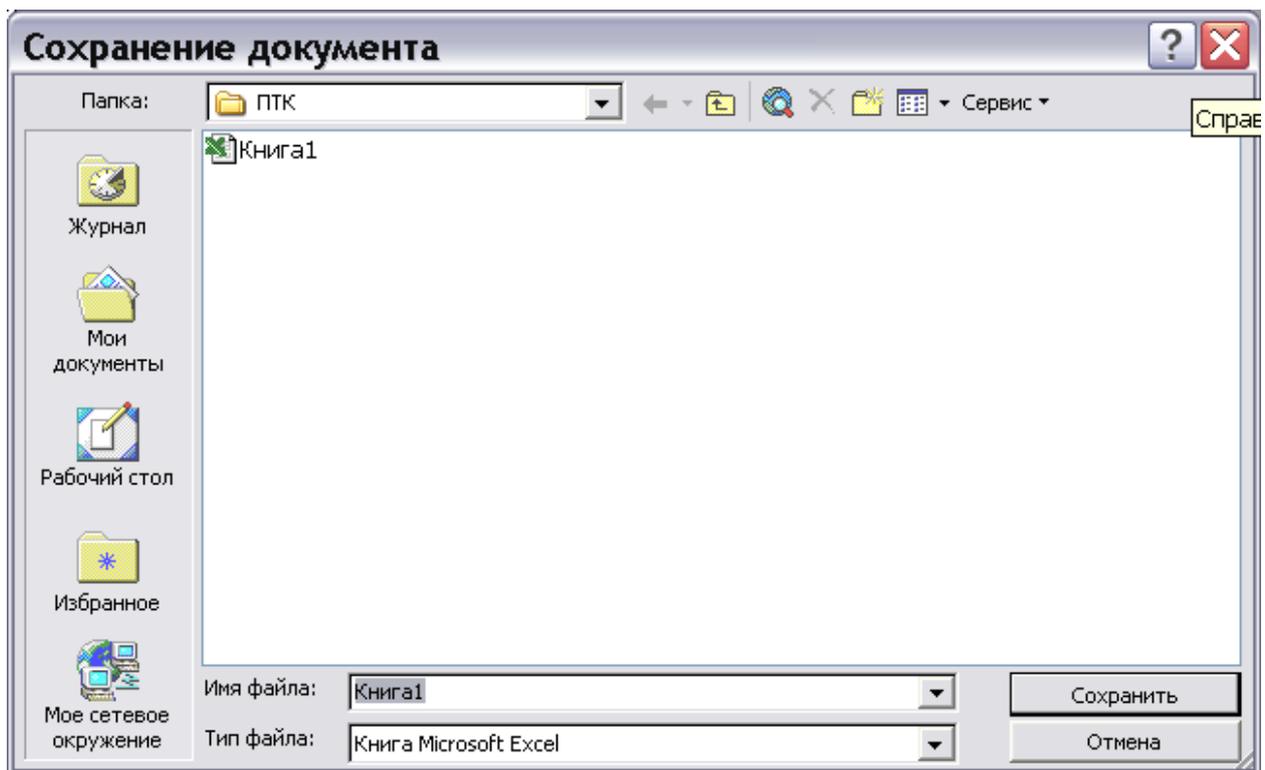


Рис. 11. Сохранение книги Microsoft Excel

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

АНАЛИЗ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Цель работы. Оценить достоверность разработанных регрессионных зависимостей с помощью различных критериев.

Исходные данные. Экспериментальные данные об урожайности основных полевых культур и соответствующих им массах пожнивных или корневых остатков, приведенные в книге (файле) *Microsoft Excel*, созданном в результате первого задания.

Описание выполнения.

1. Включите компьютер. Запустите *Microsoft Excel*. Загрузите файл, сохраненный вами в конце прошлого задания. Для этого нажмите в главном меню кнопку «Файл», выберите в открывшемся меню пункт «Открыть» и укажите в открывшемся окне нужный файл (рис. 1 приложения 7).
2. Перейдите на «Лист 1» в вашей книге. Для этого в нижнем левом углу окна *Excel* (рис. 2 приложения 7) укажите курсором кнопку «Лист 1» и нажмите левую кнопку мыши.
3. Выберите из всех, записанных вами формул регрессионных зависимостей, ту, коэффициент детерминации которой R^2 самый большой.
4. Введите выбранную формулу в строку ввода формул (рис. 3 приложения 7), указав предварительно на первую ячейку 3 столбца таблицы. В формулах *Excel* знак умножения – «*», степени – «^». Вместо переменной «x» необходимо дать ссылку на соответствующую ячейку таблицы. Для этого укажите с помощью мыши крестиком на нужную ячейку и нажмите левую кнопку. После ввода формулы нажмите кнопку «Enter» на клавиатуре.
5. Распространите формулу на весь третий столбец. Для этого наведите курсор мыши на точку в левом нижнем углу первой ячейки 3 столбца и когда он превратится в сплошной тонкий крестик нажмите левую кнопку мыши и держа ее нажатой потяните мышью вниз до конца строк с данными (рис. 4 приложения 7).

- 7). Таким образом, во втором столбце у вас находятся реальные данные, в третьем – модельные.
6. Проведите графическую оценку достоверности модели. Постройте точечный график (пункты 4-8 задания 1), используя в качестве исходных данных 2 и 3 столбцы листа 1 (рис. 1., раздел 3).
 7. Добавьте на диаграмму линию $y=x$. Для этого введите ниже ваших исходных данных на листе 1 числа 1 и 2 в первый и второй столбцы.
 8. Перейдите на лист «Диаграмма 2», укажите курсором в закрашенную серым область рядом с точками диаграммы (Область построения диаграммы), нажмите правую кнопку мыши.
 9. В появившемся меню выберите пункт «Исходные данные». В окне ввода исходных данных нажмите закладку «Ряд» вверху слева.
 10. В появившемся окне (рис. 5 приложения 7) нажмите кнопку «Добавить» и, используя значки  и , а также мышью введите в качестве значений X и Y число 1 и 2. Нажмите кнопку «ОК».
 11. Добавьте линию тренда для вновь появившихся точек. Она должна быть линейной, параметров устанавливать не надо (рис. 6 приложения 7).
 12. **Посчитайте для регрессионной зависимости критерий Тейла.** Для этого в столбце 4 посчитаем значения $(Y_{pi} - Y_{Mi})^2$, в столбцах 5 и 6 соответственно Y_{pi}^2 и Y_{Mi}^2 (смотри пункт 4).
 13. Ухватив курсором за точку в нижнем правом углу ячейки, растяните введенную формулу на 5 и 6 столбцы.
 14. Посчитайте суммы значений в столбцах 4, 5 и 6. Для этого сначала укажите курсором первую пустую ячейку внизу 4 столбца, затем нажмите значок ввода формул . В окне ввода формул (рис. 7 приложения 7) выберите формулу «СУММ», нажмите кнопку «ОК». Нажмите «ОК» и в окне второго шага ввода формул (рис. 8 приложения 7).
 15. Введите в любую пустую ячейку формулу для вычисления критерия Тейла, учитывая, что корень в *Microsoft Excel* вычисляется с помощью формулы КОРЕНЬ (число). Результат показан на рисунке 9 приложения 7.

16. Посчитайте для регрессионной зависимости критерий Нэша-Сатклиффа.

Для этого во втором столбце подсчитаем среднее реальное значение (Y_{cp}). Для этого выберите курсором ячейку B19 и введите в нее формулу: нажмите значок , расположенный рядом со строкой ввода формул над таблицей.

17. В появившемся окне «Мастера ввода функций» (рис. 7 приложения 7) выберите формулу «СРЗНАЧ). Нажмите «ОК».

18. В появившемся окне «Аргументы функции» (рис. 8 приложения 7) также нажмите «ОК».

19. В седьмом столбце подсчитайте значения $(Y_{pi} - Y_{cp})^2$ (см. пункт 4). Для того, чтобы ссылка на ячейку B19 не изменялась при распространении формулы по столбцу (см. пункт 5) отредактируйте эту ссылку введя знаки «\$»: $\$B\19 или $\$b\19 .

20. В восьмом столбце подсчитайте значения $(Y_{pi} - Y_{Mi})^2$ (см. пункт 4).

21. Подсчитайте суммы значений седьмого и восьмого столбцов (см. пункт 14).

22. Введите в любую свободную ячейку формулу для вычисления критерия Нэша Сатклиффа, аналогично тому, как вводили формулу критерия Тэйла.

1. Экранные формы задания 2.

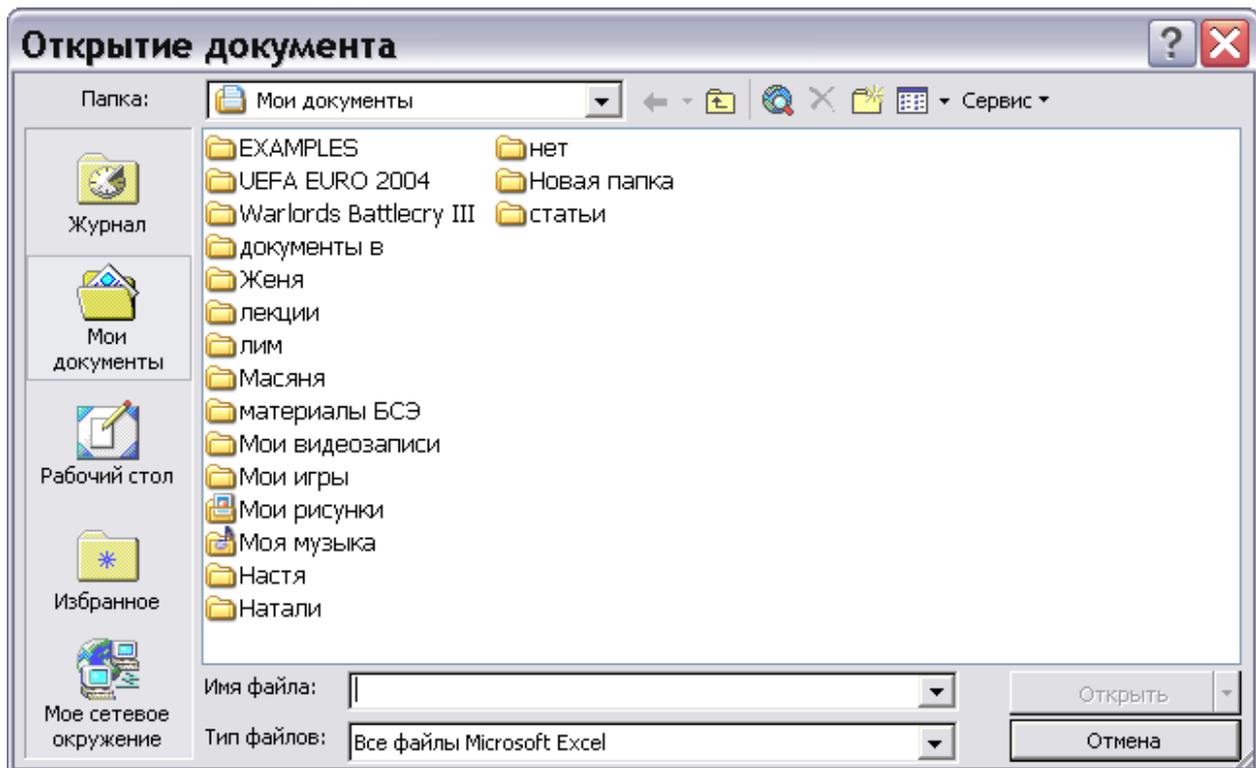


Рис. 1. Открытие книги Microsoft Excel

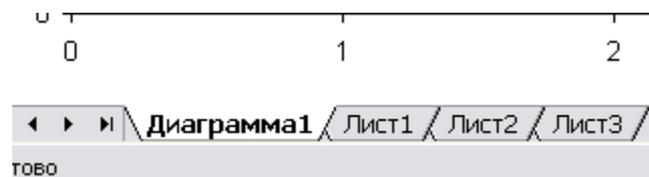


Рис. 2. Выбор листа книги Microsoft Excel

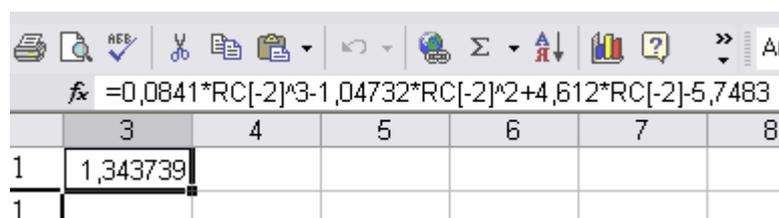


Рис. 3. Ввод формулы

	1	2	3	4	5	6
1	4,07	1,31	1,343739			
2	4,46	1,51	1,44941			
3	4,29	1,44	1,402195			
4	3,95	1,39	1,311362			
5	3,85	1,33	1,283302			
6	3,3	1,09	1,088287			
7	4,17	1,24	1,370232			
8	5,11772	1,76	1,696844			
9	4,68	1,55	1,51756			
10	4,6	1,62	1,491566			
11	4,71	1,42	1,527734			
12	3,85	1,25	1,283302			
13	4,39	1,38	1,429564			
14	4,67	1,62	1,514223			
15	4,85	1,4	1,57879			
16	4,55	1,56	1,476073			
17	4,64	1,5	1,504366			
18	4,13	1,35	1,359652			
19						

Рис. 4. Лист с результатами моделирования

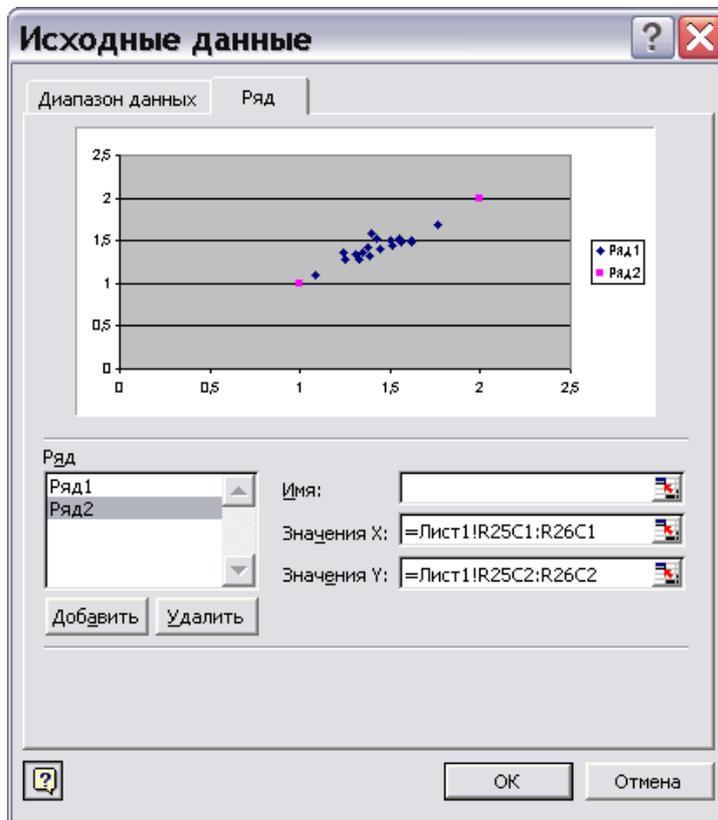


Рис. 5. Ввод ряда данных

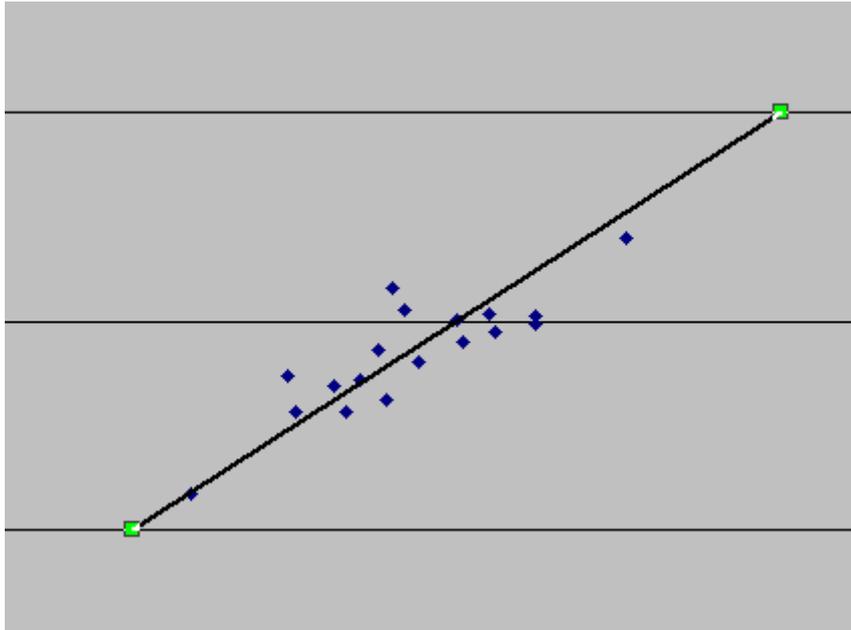


Рис. 6. Точечный график с линией $y=x$

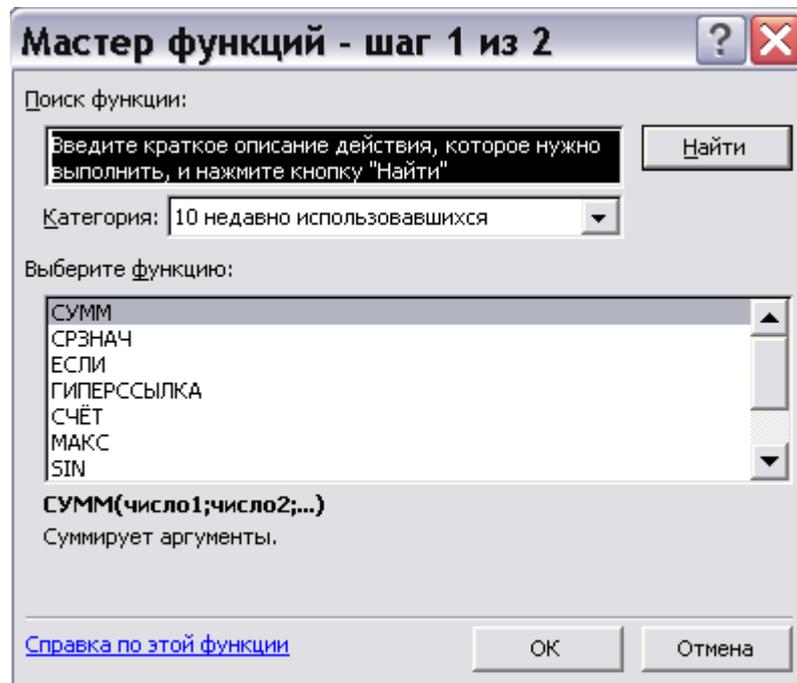


Рис. 7. Окно ввода формул шаг 1

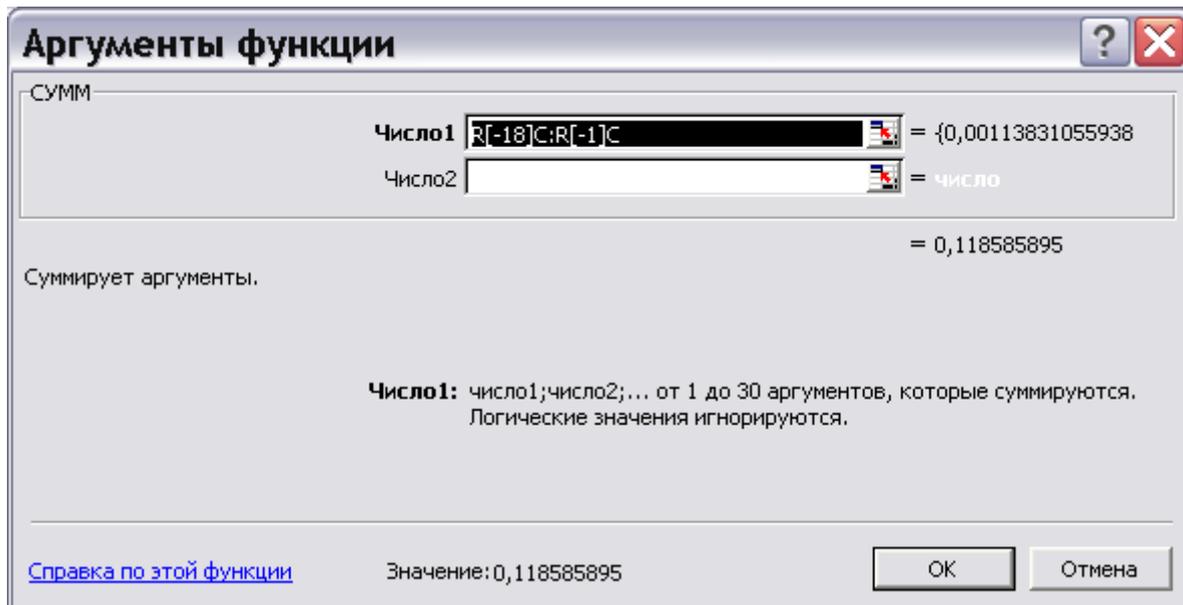


Рис. 8. Окно ввода формул шаг 2

2	3	4	5	6	7	8
1,44	1,402195	0,001429	2,0736	1,96615		
1,39	1,311362	0,006184	1,9321	1,719671		
1,33	1,283302	0,002181	1,7689	1,646865		
1,09	1,088287	2,93E-06	1,1881	1,184368		
1,24	1,370232	0,01696	1,5376	1,877537		
1,76	1,696844	0,003989	3,0976	2,879281		
1,55	1,51756	0,001052	2,4025	2,302989		
1,62	1,491566	0,016495	2,6244	2,22477		
1,42	1,527734	0,011607	2,0164	2,333972		
1,25	1,283302	0,001109	1,5625	1,646865		
1,38	1,429564	0,002457	1,9044	2,043654		
1,62	1,514223	0,011189	2,6244	2,292871		
1,4	1,57879	0,031966	1,96	2,492579		
1,56	1,476073	0,007044	2,4336	2,178791		
1,5	1,504366	1,91E-05	2,25	2,263117		
1,35	1,359652	9,32E-05	1,8225	1,848653		
		0,118586	37,1948	36,80856	0,028306	

Рис. 9. Расчет коэффициента Тейла

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ ОСНОВНОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Цель работы. Определить коэффициенты n и α аналитического выражения основной гидрофизической характеристики по экспериментальным данным с помощью *Microsoft Excel*.

Исходные данные. Экспериментальные данные, приведенные в приложении 8. Обратите внимание, что параметры уравнений Муалема и Ван Генухтена имеют ограничения в своих величинах, которые также приводятся в приложении.

Описание выполнения.

1. Включите компьютер. Запустите *Microsoft Excel*.
2. Введите приведенные в Вашем варианте задания значения остаточной влажности, влажности полного насыщения и коэффициента фильтрации в ячейки B1, B2, B3 листа 1.
3. Ячейки D1, D2 зарезервируйте для коэффициентов n и α , в ячейку D3 введите формулу для вычисления значения коэффициента m : $=1-1/D2$.
4. В ячейки A6-A15 введите экспериментальные значения объемной влажности из Вашего варианта.
5. В ячейки B6-B15 введите экспериментальные значения давления почвенной влаги из Вашего варианта.
6. Оформите лист *Microsoft Excel*, вставив в нужные ячейки условные обозначения, как это показано на рисунке в приложении 10.
7. Вставьте в ячейку D6 формулу Муалема и Ван Генухтена для кривой вододерживания $\theta = \theta_{осм} + \frac{\theta_{нас} - \theta_{осм}}{(1 + |\alpha h|^n)^m}$ ($=\$B\$1+(\$B\$2-\$B\$1)/(1+ABS(\$D\$1*B6)^\$D\$2)^\$D\3) и распространите ее на столбец D6-D15.
8. В ячейке A16 подсчитайте среднее значение объемной влажности для экспериментальных значений (Y_{cp}).
9. В ячейках F6-F15 и G6-G15 подсчитайте соответственно значения $(Y_{pi} - Y_{Mi})^2$ и $(Y_{pi} - Y_{CP})^2$ соответственно.

10. В ячейках F5 и G5 подсчитайте суммы значений F6-F15 и G6-G15.

11. Введите в ячейку H4 формулу Нэша-Сатклиффа $E = \left(1 - \frac{\sum_i (Y_{pi} - Y_{Mi})^2}{\sum_i (Y_{pi} - Y_{CP})^2} \right) \times 100$ и

отформатируйте ее, как содержащую процентное значение.

12. Введите в ячейки D1, D2 предварительные значения коэффициентов n и α , учитывая, что n находится в пределах от 1 до 5, а α – от 0,0001 до 1.

13. Изменяя по очереди значения коэффициентов, добейтесь чтобы критерий Нэша-Сатклиффа был как можно ближе к 100%.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ ФУНКЦИЙ ВЛАГОПРОВОДНОСТИ

Цель работы. Определить коэффициент λ аналитического выражения функции влагопроводности по экспериментальным данным с помощью *Microsoft Excel*.

Исходные данные. Экспериментальные данные и ограничения параметров уравнений, приведенные в приложениях 8 и 9.

Описание выполнения.

1. Введите приведенные в Вашем варианте задания значения остаточной влажности, влажности полного насыщения и коэффициента фильтрации в ячейки B1, B2, B3 листа 1.
2. Ячейки D1, D2 зарезервируйте для коэффициентов n и α , в ячейку D3 введите формулу для вычисления значения коэффициента m : $=1-1/D2$, ячейку D4 зарезервируйте для коэффициента λ .
3. В ячейки A6-A15 введите экспериментальные значения объемной влажности из Вашего варианта.
4. В ячейки C6-C15 введите экспериментальные значения коэффициента влагопроводности из Вашего варианта.
5. Оформите лист *Microsoft Excel*, вставив в нужные ячейки условные обозначения, как это показано на рисунке в приложении 10.
6. Вставьте в ячейку D6 формулу Муалема для функции влагопроводности

$$K_{вл} = K_{\phi} S_e^{\lambda} \left[1 - \left(1 - S_e^{\frac{1}{m}} \right)^m \right]^2 \quad \left(\text{учитывая, что } S_e = \frac{\theta - \theta_{осм}}{\theta_{нас} - \theta_{осм}} \right) \text{ и распространите ее на}$$

столбец D6-D15.

7. В ячейке C16 подсчитайте среднее значение коэффициента влагопроводности для экспериментальных значений (Y_{cp}).
8. В ячейках F6-F15, G6-G15 и H6-H15 подсчитайте соответственно значения $(Y_{pi} - Y_{Mi})^2$, Y_{pi}^2 и Y_{Mi}^2 соответственно.

9. В ячейках F5, G5, P5 подсчитайте средние значения F6-F15, G6-G15 и H6-H15.

10. Введите в ячейку H4 формулу критерия Тейла
$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_{pi} - Y_{Mi})^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_{pi}^2} + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_{Mi}^2}}$$
 и от-

форматируйте ее, как содержащую числовое значение с двумя знаками после запятой.

11. Введите в ячейку D4 предварительное значение коэффициента λ , учитывая, что оно находится в пределах от -25 до 25.

12. Изменяя значение коэффициента, добейтесь, чтобы критерий Тейла был как можно ближе к 0.

1. Исходные данные для заданий 3 и 4

Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
оста- точная влаж- ность	насы- щен- ная влаж- ность	коэффи- циент фильтра- ции	оста- точная влаж- ность	насы- щенная влаж- ность	коэф- фици- ент филь- трации	оста- точная влаж- ность	насы- щенная влаж- ность	коэф- фици- ент филь- трации
$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f
0,045	0,33	40	0,05	0,39	16	0,000	0,415	28,1
давле- ние почвен- ной вла- ги	объ- емная влаж- ность почвы	коэффи- циент вла- гопровод- ности	давле- ние почвен- ной вла- ги	объем- ная влаж- ность почвы	коэф- фици- ент вла- гопро- водно- сти	давле- ние почвен- ной вла- ги	объем- ная влаж- ность почвы	коэф- фици- ент вла- гопро- водно- сти
h	θ	K	h	θ	K	h	θ	K
-174,2	0,09	0,0076	-597	0,11	0,0012	-1372,7	0,09	0,0002
-137,9	0,10	0,0158	-300	0,14	0,0072	-962,5	0,11	0,0007
-80,9	0,13	0,0820	-212	0,16	0,0175	-549,2	0,15	0,0054
-61,3	0,15	0,1877	-182	0,17	0,0257	-350,6	0,19	0,0260
-48,1	0,18	0,3787	-121	0,20	0,0699	-286,8	0,21	0,0511
-34,5	0,21	0,9305	-107	0,21	0,0938	-163,4	0,27	0,2922
-31,0	0,22	1,2204	-76	0,24	0,2089	-135,4	0,29	0,4916
-25,0	0,24	2,0398	-61	0,26	0,3389	-111,2	0,31	0,8127
-19,9	0,26	3,3248	-30	0,32	1,2908	-70,4	0,35	2,1820
-8,8	0,31	11,5767	-15	0,36	3,3182	-43,0	0,38	4,7825
Вариант 4			Вариант 5			Вариант 6		
оста- точная влаж- ность	насы- щен- ная влаж- ность	коэффи- циент фильтра- ции	оста- точная влаж- ность	насы- щенная влаж- ность	коэф- фици- ент филь- трации	оста- точная влаж- ность	насы- щен- ная влаж- ность	коэффи- циент фильтра- ции
$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f
0,02	0,35	90,0	0,000	0,77	6,67	0	0,77	6,67
давле- ние почвен- ной вла- ги	объ- емная влаж- ность почвы	коэффи- циент вла- гопровод- ности	давле- ние почвен- ной вла- ги	объем- ная влаж- ность почвы	коэф- фици- ент вла- гопро- водно- сти	давле- ние почвен- ной вла- ги	объем- ная влаж- ность почвы	коэффи- циент влаго- провод- ности
h	θ	K	h	θ	K	h	θ	K
-317,2	0,03	0,00001	-809,28	0,50	0,0004	-7052,58	0,36	0,000005
-101,1	0,08	0,02493	-477,35	0,54	0,0012	-4957,24	0,38	0,000011
-83,2	0,10	0,08597	-369,23	0,56	0,0020	-3545,65	0,40	0,000022
-54,7	0,16	0,99021	-286,22	0,58	0,0032	-2575,51	0,42	0,000042
-43,6	0,20	3,06868	-150,25	0,63	0,0105	-1896,62	0,44	0,000077
-34,8	0,24	7,83412	-131,43	0,64	0,0133	-1413,63	0,46	0,000139
-30,8	0,26	11,96319	-85,95	0,67	0,0274	-1064,78	0,48	0,000245
-22,6	0,30	26,63255	-73,72	0,68	0,0351	-809,28	0,50	0,000422
-18,0	0,32	39,77490	-52,63	0,70	0,0586	-619,71	0,52	0,000715
-11,4	0,34	62,18821	-7,08	0,76	0,5030	-477,35	0,54	0,001193

Вариант 7			Вариант 8			Вариант 9		
остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации	остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации	остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации
$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f
0,000	0,415	28,1	0,045	0,33	40	0,05	0,39	16
давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности	давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности	давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности
h	θ	K	h	θ	K	h	θ	K
-316,6	0,20	0,0367	-80,9	0,13	0,0820	-597	0,11	0,0012
-286,8	0,21	0,0511	-61,3	0,15	0,1877	-300	0,14	0,0072
-260,4	0,22	0,0701	-54,1	0,17	0,2701	-212	0,16	0,0175
-236,8	0,23	0,0950	-42,9	0,19	0,5198	-182	0,17	0,0257
-215,7	0,24	0,1274	-38,4	0,20	0,7007	-121	0,20	0,0699
-196,6	0,25	0,1694	-31,0	0,22	1,2204	-107	0,21	0,0938
-179,2	0,26	0,2233	-25,0	0,24	2,0398	-76	0,24	0,2089
-163,4	0,27	0,2922	-22,3	0,25	2,6098	-61	0,26	0,3389
-148,8	0,28	0,3801	-17,6	0,27	4,2267	-30	0,32	1,2908
-135,4	0,29	0,4916	-11,0	0,30	8,8372	-15	0,36	3,3182
Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12		
остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации	остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации	остаточная влажность	насыщенная влажность	коэффициент фильтрации
$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f	$\Theta_{ост}$	$\Theta_{нас}$	K_f
0,02	0,35	90,0	0,000	0,77	6,67	0,045	0,33	40
давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности	давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности	давление почвенной влаги	объемная влажность почвы	коэффициент влагопроводности
h	θ	K	h	θ	K	h	θ	K
-76,6	0,11	0,1431	-7052,58	0,36	0,000005	-174,2	0,09	0,0076
-66,1	0,13	0,3425	-4957,24	0,38	0,000011	-137,9	0,10	0,0158
-58,1	0,15	0,7132	-3545,65	0,40	0,000022	-80,9	0,13	0,0820
-51,6	0,17	1,3465	-2575,51	0,42	0,000042	-61,3	0,15	0,1877
-46,1	0,19	2,3652	-1896,62	0,44	0,000077	-48,1	0,18	0,3787
-41,2	0,21	3,9346	-1413,63	0,46	0,000139	-34,5	0,21	0,9305
-36,8	0,23	6,2789	-1064,78	0,48	0,000245	-31,0	0,22	1,2204
-32,7	0,25	9,7087	-809,28	0,50	0,000422	-25,0	0,24	2,0398
-28,8	0,27	14,6725	-619,71	0,52	0,000715	-19,9	0,26	3,3248
-26,8	0,28	17,9313	-477,35	0,54	0,001193	-8,8	0,31	11,576

2. Ограничения параметров уравнений для заданий 3 и 4

Параметр	Единица измерения	Значения	
		минимальное	максимальное
Остаточная объемная влажность почвы	см ³ /см ³	0	0,4
Объемная влажность при наименьшей влагоемкости (предельной полевой влагоемкости)	см ³ /см ³	0	0,95
Коэффициент фильтрации	см/сут	0,01	1000
Коэффициент α (альфа)	1/см	0,0001	1
Параметр n	-	1	5
Коэффициент λ (лямбда)	-	-25	25

3. Примерный вид экранной формы заданий 3 и 4

1	θ_{ост} =	0	α =	0,043				
2	θ_{нас} =	0,415	n =	1,900				
3	K_{филт} =	28,1	m =	0,474				
4			λ =	1,000		Σквдр	E=	5,90%
5	θ	h	K		θ_{расч}	0,2778239	0,295	
6	0,09	-1372,7	0,0002		0,010680207	0,00629163	0,050319	
7	0,11	-962,5	0,0007		0,014698233	0,009082427	0,048533	
8	0,15	-549,2	0,0054		0,024333981	0,015791948	0,04438	
9	0,19	-350,6	0,0260		0,036389882	0,023596068	0,039446	
0	0,21	-286,8	0,0511		0,043541057	0,02770858	0,036657	
1	0,27	-163,4	0,2922		0,071696461	0,039324294	0,026688	
2	0,29	-135,4	0,4916		0,084501985	0,042229434	0,02265	
3	0,31	-111,2	0,8127		0,100132106	0,044044533	0,018189	
4	0,35	-70,4	2,1820		0,14642381	0,041443265	0,007846	
5	0,38	-43,0	4,7825		0,211739161	0,02831171	0,000541	
6	0,24							

Рис. 1. Лист для заданий 3 и 4

4. Таблица перевода единиц давления

	н/м ²	бар	кгс/см ²	атм	мм рт. ст.	Мм вод. ст.
1 н/м ² (Паскаль)	1	10 ⁻⁵	1,01972×10 ⁻⁵	0,98692×10 ⁻⁵	750,06×10 ⁻⁵	0,101972
1 бар = 10 ⁶ дин/см ²	10 ⁵	1	1,01972	0,98692	750,06	1,01972×10 ⁴
1 кгс/см ² = 1 ат	0,980665×10 ⁵	0,980665	1	0,96784	735,56	10 ⁴
1 атм	1,01325×10 ⁵	1,01325	1,0332	1	760	1,0332×10 ⁴
1 мм рт. ст. (тор)	133,322	1,33322×10 ⁻³	1,35951×10 ⁻³	1,31579×10 ⁻³	1	13,5951
1 мм вод. Ст.	9,80665	9,80665×10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	9,67841×10 ⁻⁵	7,3556×10 ⁻⁴	1

Учебное издание

Елена Валентиновна Байдакова

Управление природно-техногенными комплексами

Методические указания

для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения
по направлению: 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 07.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 1,63. Тираж 25 экз. Изд. № 5486.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ