

# WaterErosionModel

## Dzhanybek(Russia)

2

### Объект исследования – Палласовский район

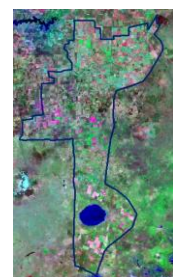
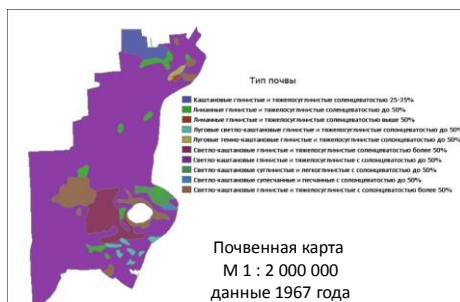
Данная цель была поставлена и решалась в рамках международного проекта GOCE-2007-037046-DESIRE «Уменьшение воздействия опустынивания и восстановление земель: глобальный подход для локальных решений», реализуемого совместно с 28 партнерами из разных стран.

Географическое положение



Климатические условия  
По данным агрометеостанции

Спутниковый снимок  
2000 год



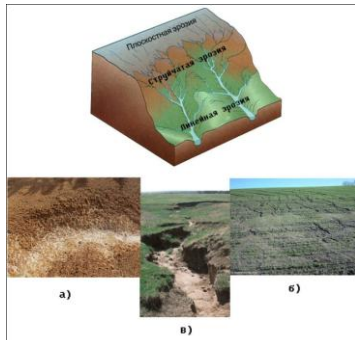
3

<sup>1</sup> These slides are taken from the presentation by A. Zeiliger (Xian, China 13 October 2010).

## Водная эрозия

Эрозия почвы - совокупность взаимосвязанных процессов отрыва, переноса и отложения почвы поверхностным стоком временных водных потоков и ветром.

Уравнение для определения смыва почв талыми водами  
(по Г. А. Ларионову), т/га/год



Виды эрозии по морфологическим признакам:  
а) поверхностная плоскостная эрозия (во время снеготаяния); б) поверхностная струйчатая эрозия;  
в) линейная эрозия.

$$W_L = 100L^{-1}B(0,1L)^{(A-C \cdot \exp(-0,12))} \cdot K_a \quad (1)$$

$$A = S(h + T)^Z \quad (2)$$

$$B = Ph^N \quad (3)$$

$$C = Fh^{(R-Me^{-h})} \quad (4)$$

$W_L$  – смыв почвы талыми водами, [т/га/год];

$A, B, C$  – эмпирические коэффициенты;

$L$  – длина склона, [м] (топографический фактор);

$K_a$  – коэффициент агрофона (биогенный фактор)

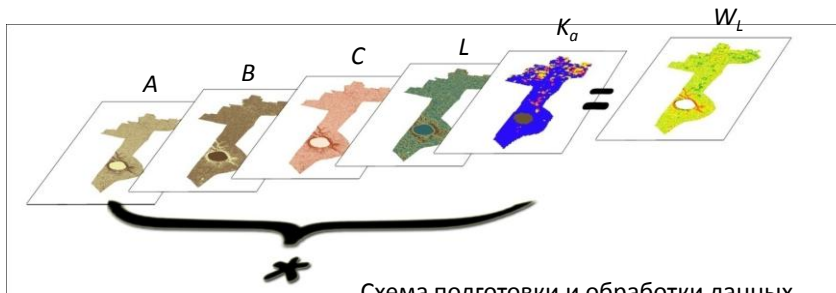
$h$  – слой склонового стока, [мм] (климатический фактор);

$P, N, S, T, Z, F, R, M$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от смываемости почвы (почвенные факторы).

4

## Картографическое моделирование водной эрозии

$$W_L = 100L^{-1}B(0,1L)^{(A-C \cdot \exp(-0,12))} \cdot K_a \quad (5)$$



Структура ArcGIS



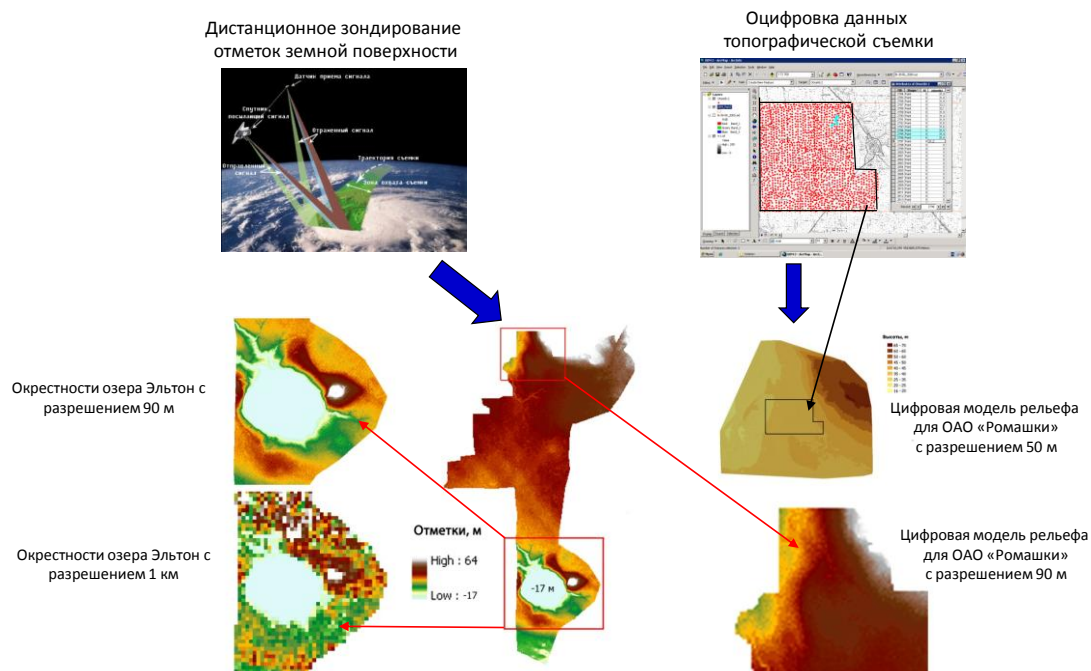
Схема подготовки и обработки данных



5

## Сбор, подготовка и обработка исходных данных для ГИС-проекта

### Цифровая модель рельефа

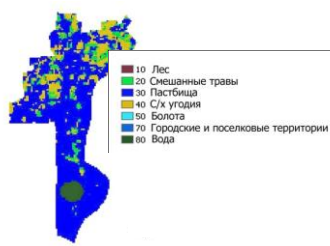


6

## Сбор, подготовка и обработка исходных данных для ГИС-проекта

### Коэффициент агрофона ( $K_a$ )

Слой данных, показывающий тип землепользования (разрешение 1 км)



Слой данных с коэффициентом агрофона (разрешение 1 км)

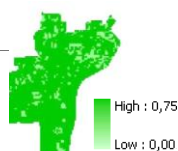


Табл. 1

Часть таблицы для определения коэффициента агрофона

Тип землепользования	Коэффициент агрофона
Кустарник	0,25
Лесные территории	0,15
Лес	0,001
Травы	0,18
Фермы и дома	0,54
Деревья у рек	0,01
Болота	0,001
Вода	0

### Склоновый сток ( $h$ )

$$h = HDi^E \quad (6)$$

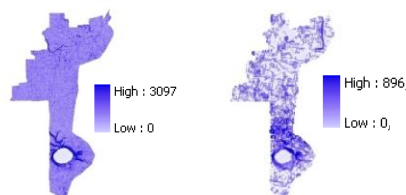
$H$  – запас воды в снеге, [мм] (зависит от толщины снега; толщина снега принималась равной 40 см – среднегодовое значение)  
 $D, E$  – коэффициенты, зависящие от типа почвы;  
 $i$  – уклон поверхности земли, %

Табл. 2

Значение параметров  $D$  и  $E$

Зона	Мехосостав	Параметры	
		$D$	$E$
Лесная	С, TC, Г	2,6953	0,89836
	СП	2,1118	0,63475
Лесостепная	С, TC, Г	3,1219	0,96103
	СП	2,4472	0,73120
Степная БТС	С, TC, Г	3,0235	0,99758
	СП	1,37	0,60474
Степная Сибири и Северного Казахстана	С, TC, Г	1,5432	0,68201
	СП	2,0680	0,71138

Примеры слоев данных с посчитанным коэффициентом склонового стока ( $h$ ) в Палласовском районе с разрешениями 90 м (слева); 1 км (справа)

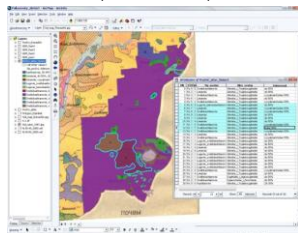


7

## Сбор, подготовка и обработка исходных данных для ГИС-проекта

Коэффициенты  $A$ ,  $B$ ,  $C$  из уравнения (1)

Оцифрованная почвенная карта  
Палласовского района  
(М 1 : 2 000 000)



$$A = S(h + T)^Z \quad (7)$$

$$B = Ph^N \quad (8)$$

$$C = Fh^{(R - Me^{-h})} \quad (9)$$

Оцифрованная почвенная карта  
ОАО «Ромашки»  
(М 1 : 25 000)

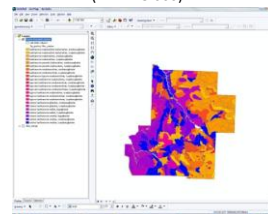


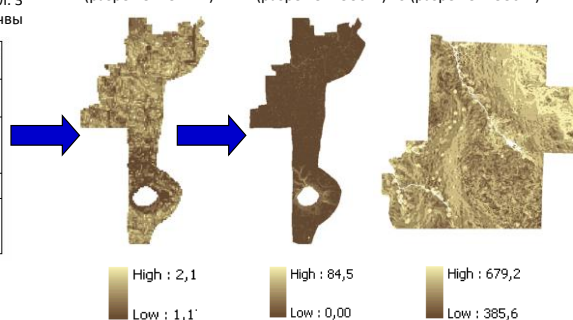
Табл. 3

Рассчитанная смыаемость почвы

Тип почвы	Смыаемость (П), т/га/год
Светло-каштановые	2,61
светло-каштановые солонцеватые	2,8
солонцы	2,78
светло-каштановые песчаные	2,85

Слои данных построенных по коэффициентам  $A$ ,  $B$ ,  $C$

$A$  (разрешение 1 км)     $B$  (разрешение 90 м)     $C$  (разрешение 50 м)



High : 2,1  
Low : 1,1'

High : 84,5  
Low : 0,00

High : 679,2  
Low : 385,6



Табл. 4

Рассчитанная смыаемость почвы

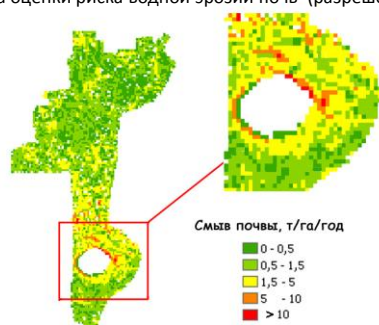
Тип почвы	Смыаемость (П), т/га/год
Каштановые тяжелоосушливые и глинистые	3,25
Каштановые солонцеватые тяжелоосушливые и глинистые	3,44
Каштановые средние и легкоосушливые	2,99
Каштановые солонцеватые средние и легкоосушливые	3,19

8

## Результаты моделирования водной эрозии

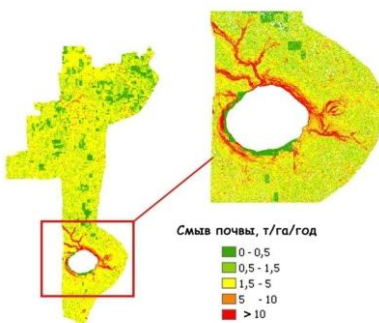
Сценарий №1. Текущая ситуация в Палласовском районе

Карта оценки риска водной эрозии почв (разрешение 1 км)



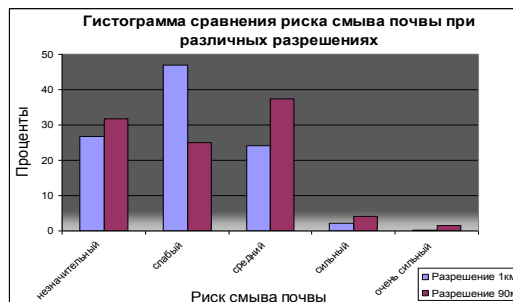
Смыв почвы, т/га/год  
0 - 0,5  
0,5 - 1,5  
1,5 - 5  
5 - 10  
> 10

Карта оценки риска водной эрозии почв (разрешение 90 м)



Смыв почвы, т/га/год  
0 - 0,5  
0,5 - 1,5  
1,5 - 5  
5 - 10  
> 10

Риск смыва почвы	Площадь, га / процент от общей площади, %					
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)	
Общая площадь, га	534 000	142 500 / 26,7	250 700 / 46,9	128 500 / 24,1	10 900 / 2,1	1 400 / 0,2



Площадь, га / процент от общей площади, %					
Риск смыва почвы	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га					
534 000	169 359 / 31,7	133 270 / 25,1	200 176 / 37,5	22 774 / 4,2	8 421 / 1,5

9

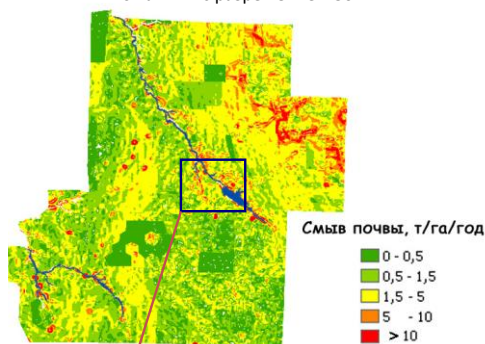
# Результаты моделирования водной эрозии

## Сценарий №1. Текущая ситуация в ОАО «Ромашки»

Карта землепользования для ОАО «Ромашки» на ноябрь 2003 года



Карта оценки риска водной эрозии почв для ОАО «Ромашки» с разрешением 50 м



Спутниковый снимок пос. Ромашки



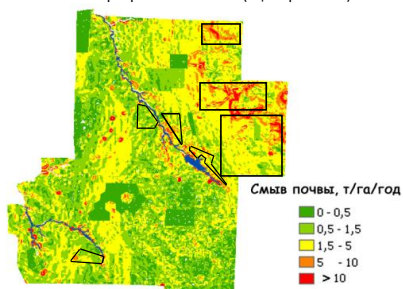
Площадь, га / процент от общей площади, %					
Риск смыва почвы	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га					
38 569	8 195 / 19,9	11 468 / 29,5	16 639 / 43,1	1 835 / 4,7	702 / 1,8

10

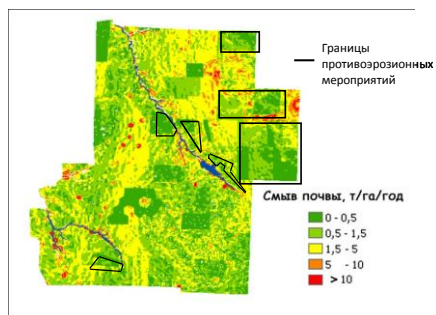
# Результаты моделирования водной эрозии

## Сценарий №2. Моделирование смыва почв при измененном севообороте

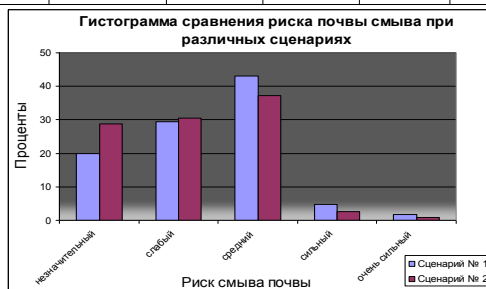
Карта оценки риска водной эрозии почв для ОАО «Ромашки» с разрешением 50 м (сценарий № 1)



Карта оценки риска водной эрозии почв для ОАО «Ромашки» с разрешением 50 м (сценарий № 2)



Площадь, га / процент от общей площади, %					
Риск смыва почвы	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га					
38 569	8 195 / 19,9	11 468 / 29,5	16 639 / 43,1	1 835 / 4,7	702 / 1,8



Риск смыва почвы	Площадь, га / процент от общей площади, %					
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)	
Общая площадь, га	38 569	11 046 / 28,7	11 812 / 30,6	14 335 / 37,2	1 007 / 2,6	369 / 0,9

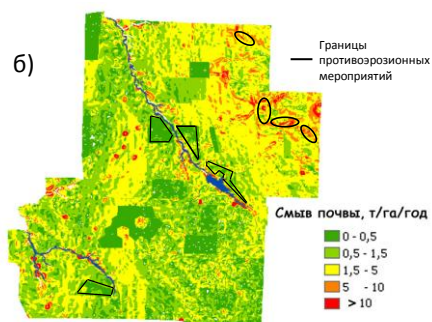
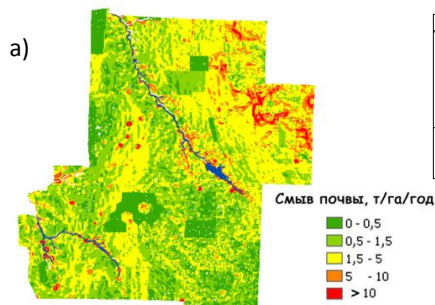
11



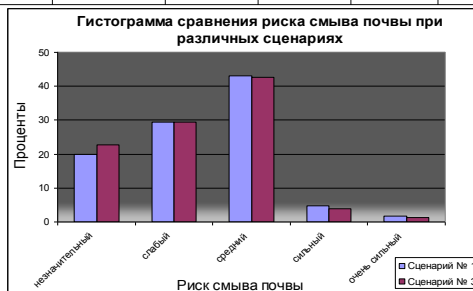
## Результаты моделирования водной эрозии

### Сценарии №3. «Моделирование смыва почв при посадке кустарников на склонах»

Карты эрозии почв для ОАО «Ромашки» с разрешением 50 м по: а) первому сценарию; б) третьему сценарию



Риск смыва почв	Площадь, га / процент от общей площади, %				
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га	38 569	8 195 / 19,9	11 468 / 29,5	16 639 / 43,1	1 835 / 4,7



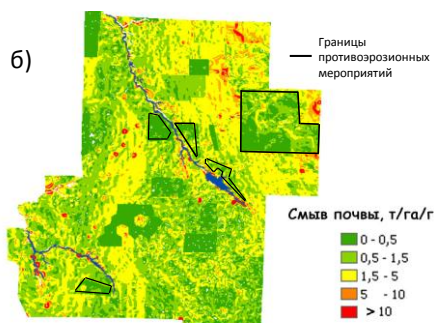
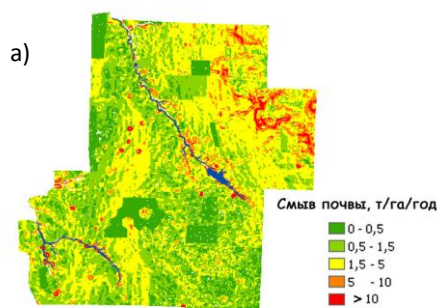
Риск смыва почв	Площадь, га / процент от общей площади, %				
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га	38 569	8 786 / 22,8	11 352 / 29,4	16 486 / 42,7	1 508 / 3,9

12

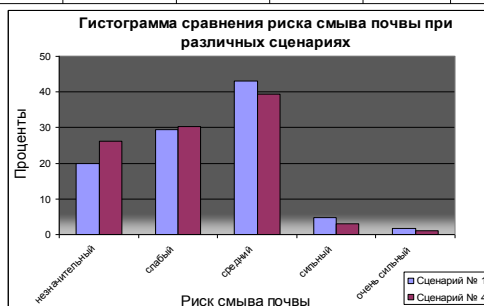
## Результаты моделирования водной эрозии

### Сценарии №4. «Моделирование смыва почв при обваловании склонов»

Карты эрозии почв для ОАО «Ромашки» с разрешением 50 м/пиксель по: а) первому сценарию; б) по четвертому сценарию



Риск смыва почв	Площадь, га / процент от общей площади, %				
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га	38 569	8 195 / 19,9	11 468 / 29,5	16 639 / 43,1	1 835 / 4,7



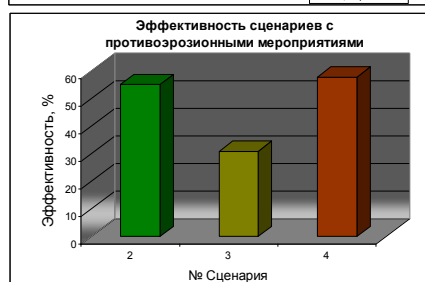
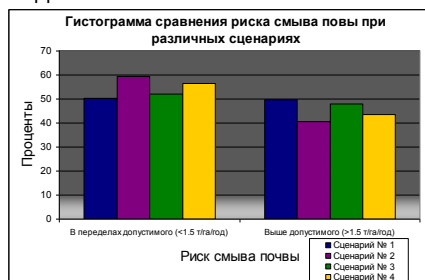
Риск смыва почв	Площадь, га / процент от общей площади, %				
	Незначительный (0-0,5 т/га/год)	Слабый (0,5-1,5 т/га/год)	Средний (1,5-5 т/га/год)	Сильный (5-10 т/га/год)	Очень сильный (>10 т/га/год)
Общая площадь, га	38 569	10 105 / 26,2	11 659 / 30,2	15 218 / 39,4	1 192 / 3,1

13

## Результаты моделирования водной эрозии

Эффективность различных сценариев с точки зрения уменьшения негативного антропогенного воздействия вызывающего водную эрозию для ОАО «Ромашки»

№ Сценария	Площадь земель с риском смыва почвы < 1,5 т/га/год		Площадь земель с риском смыва почвы > 1,5 т/га/год		Средний смыв на территории, т/га/год	Общая площадь земель / Площадь земель с мероприятиями, га	Эффективность мероприятия, %
	гектар	процентов	гектар	процентов			
1 (Без мероприятий)	19 393	50,3	19 176	49,7	2,1	38 569 / -	-
2 (С изменением севооборота)	22 858	59,3	15 711	40,7	1,6	38 569 / 6 293	55,1
3 (С посадкой кустарника)	20 102	52,1	18 467	47,9	1,9	38 569 / 2 290	30,9
4 (С обвалованием)	21 764	56,4	16 805	43,6	1,7	38 569 / 4 095	57,8



$$\Theta = \frac{S_{\Theta} - S_{\Theta}^M}{S_M} \times 100$$

$S_{\Theta}^M$

$S_{\Theta}$  - площадь эрозионно-опасных земель без мероприятий, [га];  
 $S_{\Theta}^M$  - площадь эрозионно-опасных земель с противоэрозионными мероприятиями, [га];  
 $S_M$  - площадь земель задействованных в противоэрозионных мероприятиях, [га]