

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ GEOCAVER.

Цель; Контроль динамики разнообразия ландшафта.

Основания:

Для большей части территории России не существует надежных крупномасштабных карт с точной географической привязкой. Стандартные карты лесотаксации и землепользования составлены фактически как карто-схемы и их приведение в вид необходимый для ГИС требует огромной подготовительной работы.

В этих условиях дистанционная информация становится важнейшим средством реалистичной оценке динамики ландшафтного покрова. В настоящем варианте использована упрощенная информация GEOCOVER, использование которой позволяет быстро получить сопоставимые в пространстве оценки, но с несколько пониженной точностью. Использование исходных сцен Landsat дает более точную оценку, но требует больших затрат времени.

Разработанный метод анализа рассчитан на минимальную априорную информацию о территории и опирается на физическую трактовку яркостей в каналах дистанционной информации и минимальное общегеографическое знание территории. Общая схема сводится к следующему правилу:

1. Минимальную яркость имеет открытая вода и старые высокосомкнутые еловые и сосновые леса.
2. Яркость постепенно увеличивается по мере перехода от хвойных к лиственным лесам с особо заметным увеличением яркости в красном канале. На лугах яркость по каналам выровнена. На болотах в отличие от лугов при сходном среднем уровне яркость относительно больше в красном канале. На сухих лугах яркость в целом больше с относительным минимумом в красном канале. На пашнях яркость высокая с максимумом на пашнях. Населенные пункты и строения наиболее яркие во всех каналах.
3. Изменения яркости в каналах есть функция изменения увлажнения, развития растительного покрова, сезона года и различных воздействий обычно антропогенной природы.

Изменения яркости от увлажнения обычно незначительно и не превышает 50 единиц для 32 битного изображения. Большие изменения яркостей обычно связаны с существенными преобразованиями ландшафтного покрова.

Оценка изменений ландшафтного покрова может осуществляться различными методами. В данной версии демонстрируется метод, опирающийся на дихотомическую классификацию в основе которой лежит метод K-средних при дистанции Эвклида.

Использование этого метода обеспечивает наилучший семантический контроль содержания выделяемых классов при минимальной априорной информации.

На первом этапе составляется общая классификация по изображениям для всех сроков наблюдений. На рис. 1 – 5 приведены результаты такой классификации для западной части Тверской области для линейного разрешения 114 м на местности.

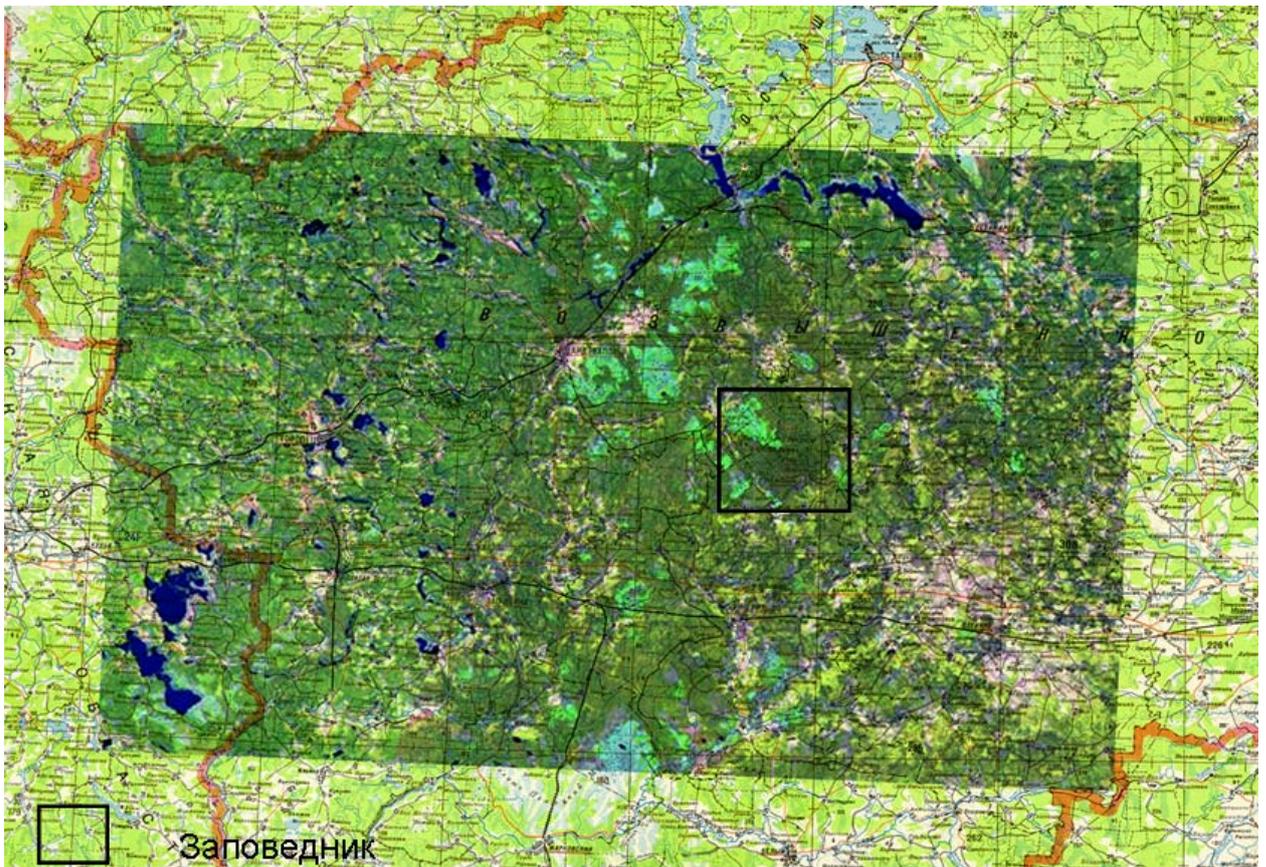


Рис. 1 Район исследования.

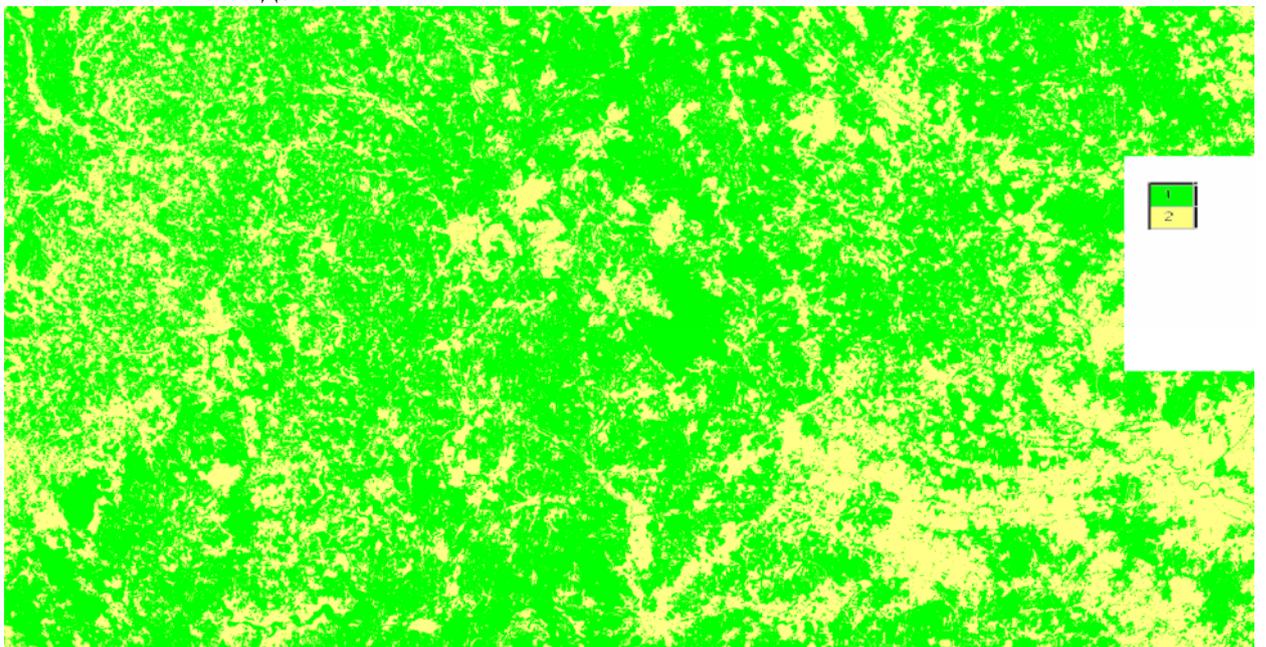


Рис. 2 Первый уровень классификации. 1 – леса и вода, 2 – открытые ландшафты.

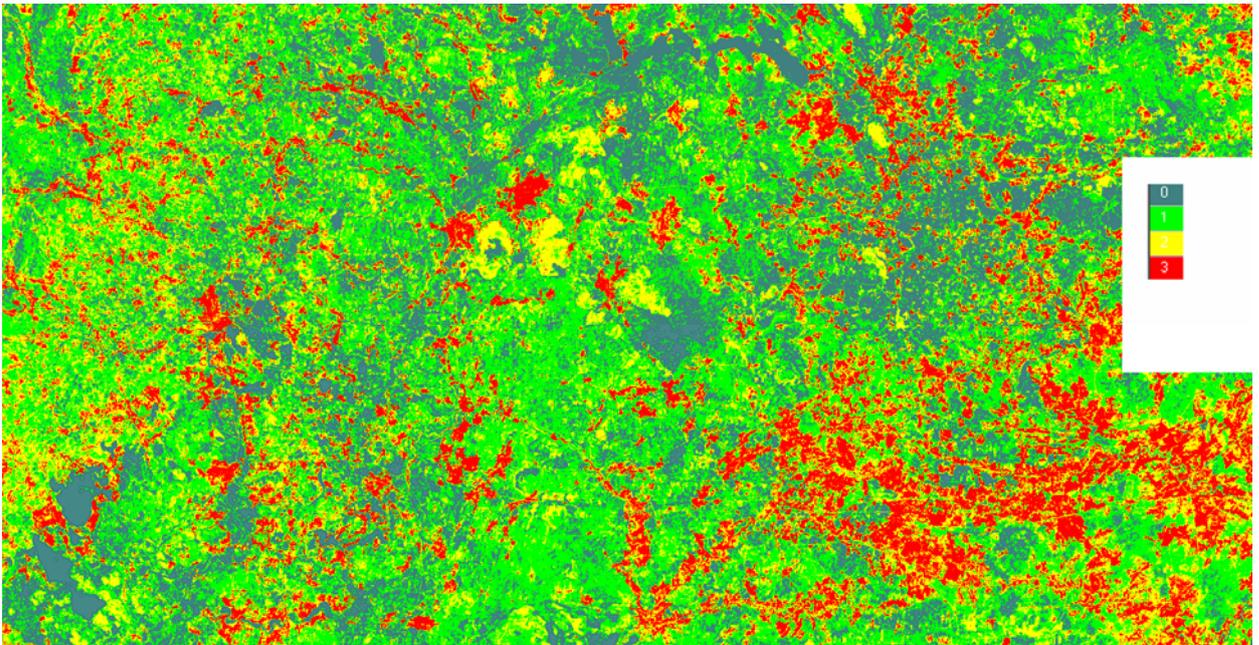


Рис.3 Второй уровень классификации. 0- хвойные леса и вода, 1 – лиственные леса, 2-болота и луга, 3 – сельтбы.

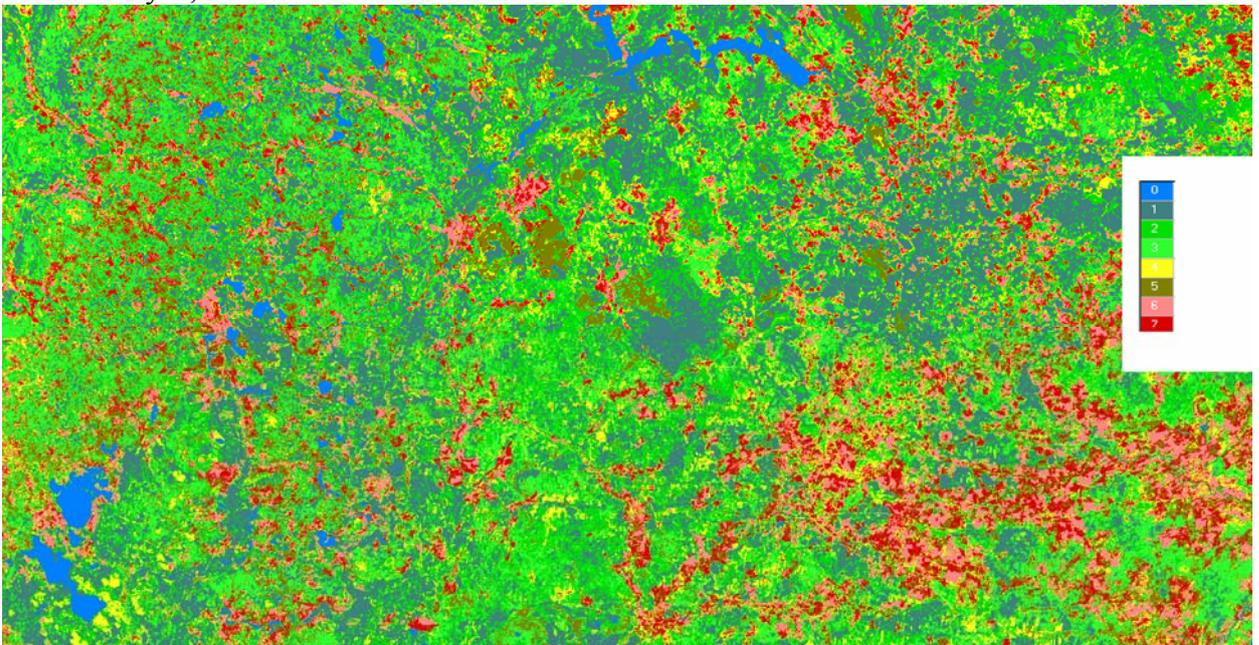


Рис. 4 Третий уровень классификации. 0 – вода, 1 – хвойные леса, 2 – старые смешанные леса, 3 – средневозрастные и молодые леса, 4 – луга, 5 – болота и влажные луга, 6 – используемые сельско-хозяйственные земли и окраины населенных пунктов, 7 – населенные пункты.

Как следует из рисунков содержание изображения хорошо распознается без дополнительной информации: первый уровень выделяет безлесные территории и все прочие. Второй уровень в «прочих» выделяет воду и леса, а для безлесных территорий классы с относительно хорошо развитой и плохо развитой растительностью и т.д.

На пятом уровне приводятся тридцать два класса, содержание которых достаточно очевидно как из значений яркостей каналов, последовательности самой классификации и элементарных общегеографических знаний территорий.



Рис. 5 Типы ландшафтного покрова на пятом уровне классификации. Легенда в табл. 1
 В табл. 1 приведено описание содержание каждого выделенного класса.
 Табл. 1 Спектральные характеристики классов выделяемых на пятом уровне классификации. Легенда к рис. 5

Индексы легенды	Классы	Яркости в 1990 году			Яркости в 2000 году		
		B7	B4	B2	B7	B4	B2
0	Вода (переменная)	10.	0	12.	24.	14.	37.
1	Вода глубокая	9.	6.	11.	26.	17.	41.
2	Устойчиво глубокая вода	10.	10.	9.	12.	6.	20.
3	Устойчивая средняя глубина	13.	28.	12.	15.	14.	30.
4	Еловые старые влажные леса	31.	66.	29.	43.	62.	49.
5	Еловые типичные леса	44.	86.	43.	40.	73.	46.
6	Елово-сосновые старые сомкнутые леса	52.	55.	40.	74.	80.	67.
7	Елово-лиственные старые высокосомкнутые леса	50.	84.	47.	54.	86.	56.
8	* сомкнутые	59.	99.	56.	63.	104.	63.
9	* среднесомкнутые	88.	98.	77.	75.	104.	69.
10	Вырубки на месте старых еловых лесов	45.	83.	40.	117.	128.	97.
11	Среднесомкнутые сосновые леса	82.	81.	67.	103.	109.	88.
12	Лиственные	58.	128.	53.	57.	112.	58.

	старые леса						
13	Средне сомкнутые	57.	157.	45.	67.	129.	65.
14	Сомкнутые средневозрастные	85.	127.	80.	69.	125.	66.
15	Сосновые леса на болотах	71.	156.	64.	76.	141.	74.
16	Средневозрастные среднесомкнутые лиственные	110.	138.	99.	86.	140.	77.
17	Молодые лиственные леса	138.	148.	125.	99.	147.	86.
18	Влажные луга, болота, кустарники	113.	98.	94.	115.	127.	99.
19	Луга	127.	125.	111.	126.	142.	106.
20	Верховое болото	73.	153.	88.	90.	174.	97.
21	Влажные луга	96.	187.	84.	91.	158.	82.
22	Верховое болото с переменным водным режимом	68.	144.	81.	155.	148.	135.
23	Суходольные кустарниковые луга	111.	187.	106.	125.	174.	110.
24	Суходольные луга	183.	112.	156.	153.	137.	121.
25	Молодняки на месте вырубок и полей	184.	152.	168.	120.	153.	101.
26	Населенные пункты	206.	149.	184.	182.	154.	145.
27	Населенные пункты	209.	173.	195.	143.	178.	122.
28	Луга на месте пашень (влажные)	147.	150.	133.	145.	157.	120.
29	Заброшенные пашни	150.	180.	144.	126.	178.	110.
30	Пашни	134.	181.	131.	177.	170.	146.
31	Луга и пашени	131.	201.	130.	146.	195.	128.
В среднем		85.	120.	78.	85.	120.	78.

На втором этапе строится аналогичная классификация для каждого срока наблюдений.

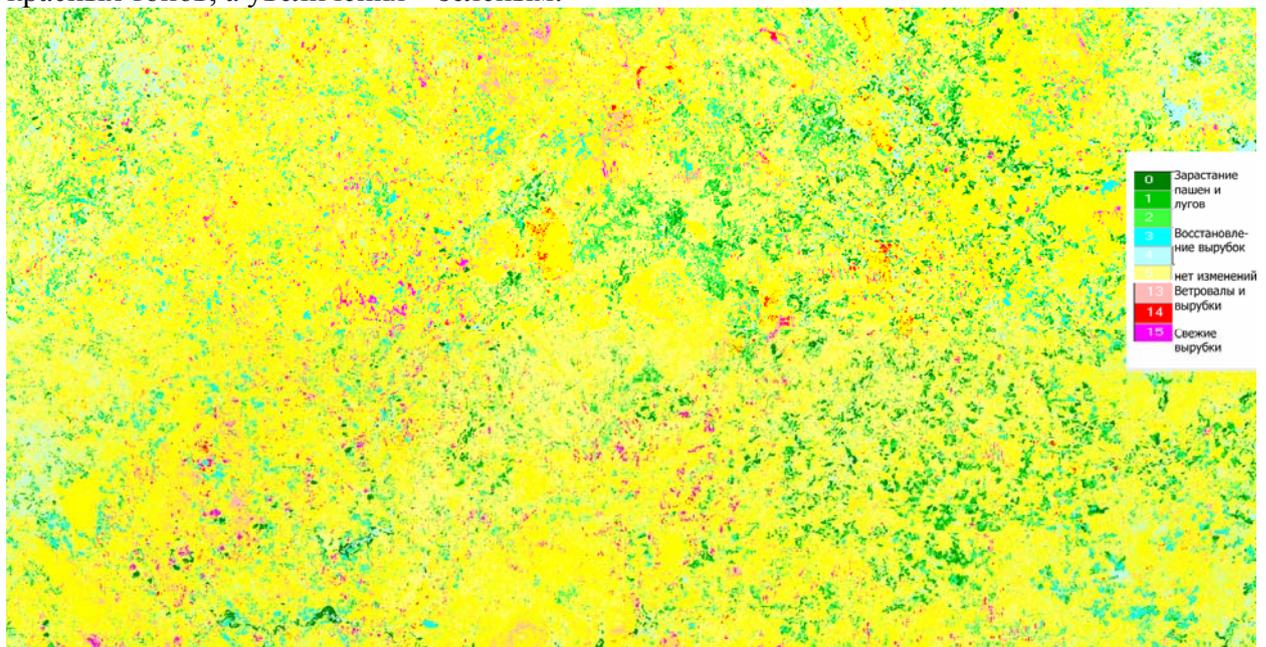
Произошедшие изменения оцениваются на основе кросс-табуляции двух классификаций на требуемом уровне. В данном случае рассматривается только второй уровень (табл. 2) на основе которого выделяется 16 вариантов состояния из которых четыре отражают отсутствие изменения (классы в двух классификациях однозначно совпадают).

Табл 2 Кросс-табуляция двух классификаций за отдельные годы на втором уровне

2000	L2	L2	L2	L2	Row
1990	Вода	Лес	Болота, луга	Селитьбы,	Totals

	Хвойные старые			поля, вырубки	
G 1:0	295121.0	140808.0	23567.00	7899.000	467395.0
Row %	63.14% 0	30.13% 4	5.04% 5	1.69% 6	
Total %	16.42%	7.84%	1.31%	.44%	26.01%
G 2:1	103444.0	469217.0	82442.00	14084.00	669187.0
Row %	15.46% 7	70.12% 1	12.32% 8	2.10% 9	
Total %	5.76%	26.11%	4.59%	.78%	37.24%
G 3:2	4117.000	107101.0	210412.0	127447.0	449077.0
Row %	.92% 10	23.85% 11	46.85% 2	28.38% 12	
Total %	.23%	5.96%	11.71%	7.09%	24.99%
G 4:3	716.000	6468.000	62144.00	141843.0	211171.0
Row %	.34% 13	3.06% 14	29.43% 15	67.17% 3	
Total %	.04%	.36%	3.46%	7.89%	11.75%
All Grps	403398.0	723594.0	378565.0	291273.0	1796830.
Total %	22.45%	40.27%	21.07%	16.21%	

На основе этой таблицы составляется карта оценки изменений состояния ландшафтного покрова (рис. 6). На рис.6 степень уменьшения содержания влаги дана интенсивностью красных тонов, а увеличения – зеленым.



Сопоставляя классы отображающие масштаб различий с классификаций на пятом уровне получаем достаточно надежную семантическую трактовку произошедших изменений (табл.3)

Табл. 3 Изменение состояния в условных процентах для каждого типа.

Легенда для рис. 5

Класс	Увеличение иссушения (вырубки)						Увеличение увлажнения						
	Max	5	4	3	2	1	Min	Min	1	2	3	4	Max
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
6	0	2	55	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

7	0	0	29	0	0	0	25	0	0	0	0	0
8	0	0	13	0	0	0	12	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	1	0	7	9	1	0	0	0
10	14	45	16	3	16	0	0	0	0	0	0	0
11	0	5	14	0	46	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	3	0	0	28	1	0	0	0
15	0	0	0	0	26	0	0	19	0	0	0	0
16	0	0	0	0	4	0	0	49	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	9	0	14	7	0
18	0	0	0	7	33	2	0	7	0	1	1	0
19	0	0	0	0	0	26	0	0	0	5	0	0
20	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	3	0	0	19	0	0	0	0
22	5	0	0	42	7	40	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	3	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
28	0	0	0	0	0	43	0	0	0	10	0	0
29	0	0	0	0	0	20	0	0	0	29	0	0
30	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0

Все изменения не больше, чем на один класс могут быть признаны чисто сезонными. Большие изменения с увеличением яркости естественно трактуются как вырубки. Эта трактовка полностью подтверждается характерными формами выделов. Значительные изменения индицируемые как увеличение содержания влаги отмечаются только для молодых лесов и различных вариантов лугов и пашен. Соответственно есть все основания трактовать их как развитие растительного покрова при прекращении интенсивного хозяйственного использования земель. Чем больше отклонение, тем интенсивней процесс восстановления растительного покрова за 10 лет.

В конечном итоге получаем все необходимые основания для оценки площадей затронутых изменениями с точностью немногим меньше 1 га.