

**БАСЕЙНОВЫЙ ПРИНЦИП ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ:
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА
ВОДОСБОРНЫХ ГЕОСИСТЕМ ПО АПРИОРНЫМ ДАННЫМ**

Сысуев В.В., Садков С.А., Ерофеев А.А.

Россия, 119992, Москва, МГУ, Географический факультет,

v.v.syss@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет
Москва, 2011 г.

Цель:

НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СТРУКТУРНОГО ПОДХОДОВ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ТАЕЖНЫХ ВОДОСБОРНЫХ ГЕОСИСТЕМ

Задачи:

- Выявить объективные критерии выделения и определения порядка водосборных геосистем в ЦМР**
- Построить иерархию геосистем экспериментального бассейна**
- Построить карту структуры ландшафтов на основе априорных геофизических параметров ЦМР и ДДЗ**
- Построить карты распределенных гидрофизических параметров для моделирования поверхностного стока**
- Провести численное моделирование гидрологического функционирования ландшафтов**
- Определить экспериментально гидрологические параметры и сравнить их с расчетными значениями**

Структурно-функциональное направление в ландшафтоведении

Функциональный подход - выявление механизмов современных взаимодействий, объединяющих природные объекты в функционирующие как единое целое геосистемы.

Потоки вещества и энергии высокой интенсивности обладают способностью формировать специфический рельеф (флювиальный, гляциальный, эоловый и т.д.), а также прямо или косвенно обуславливать распределение и численность растений и животных, особенности почвенного покрова, воздействовать на другие потоки. Таким образом, они образуют сферу влияния, которая и есть **геосистема**. В бореальных условиях главным структурообразующим потоком является водный сток.

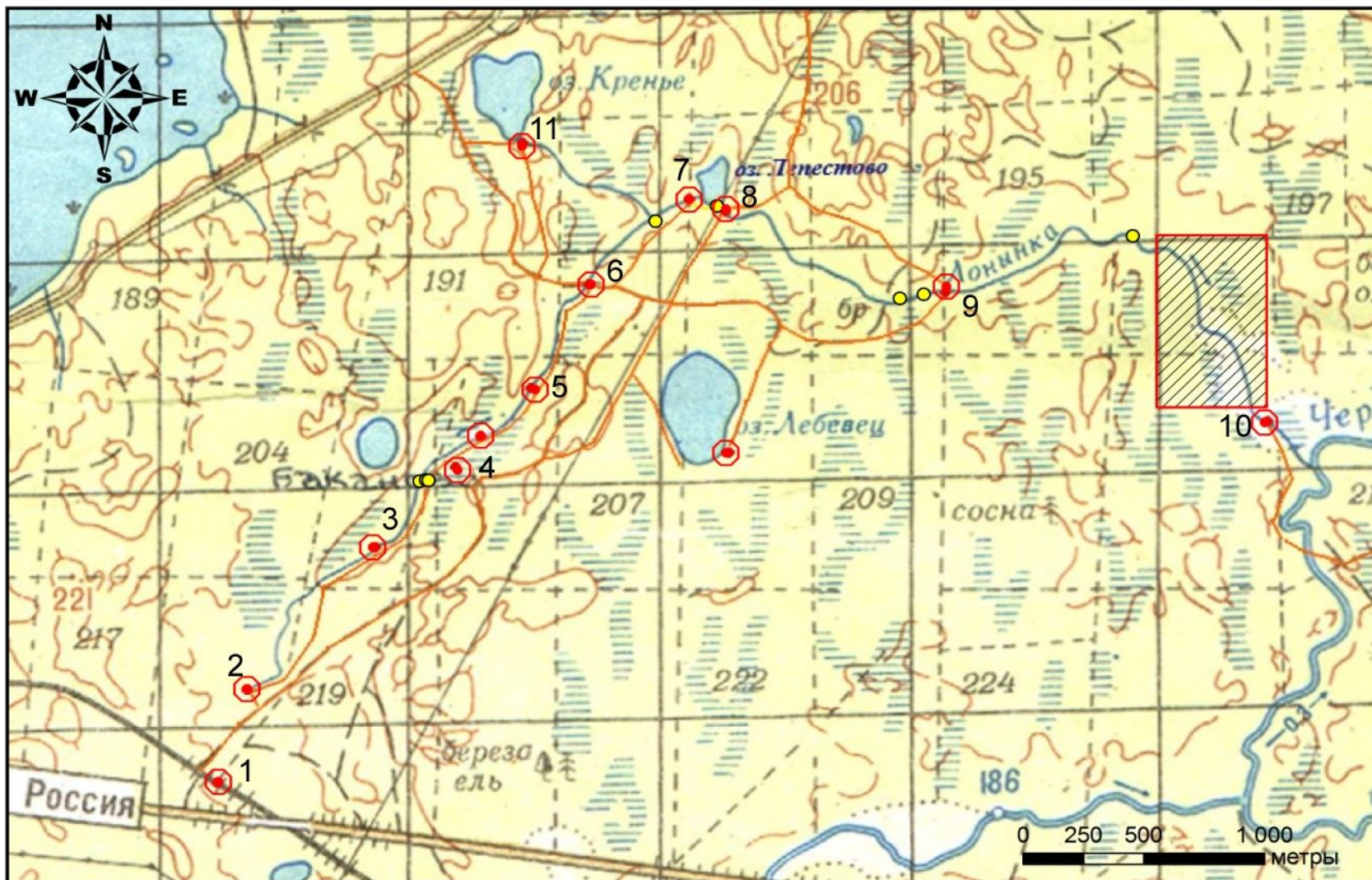
Следовательно:

геосистемы различных порядков могут быть выделены в соответствии со схемой Стралера-Философова на множестве элементов рельефа по значениям морфометрических величин, описывающих распределения воды в поле гравитации:

водоразделы любого порядка одновременно соответствуют локальным: максимумам высоты h , минимумам величины удельной площади водосбора (SCA), а также максимумам горизонтальной кривизны (k_h - положительная величина);

тальвеги соответствуют локальным: минимумам высоты h , максимумам SCA, а также локальным минимумам горизонтальной кривизны (k_h - отрицательная величина).

КАРТА МАРШРУТОВ И СТВОРОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ СТОКА



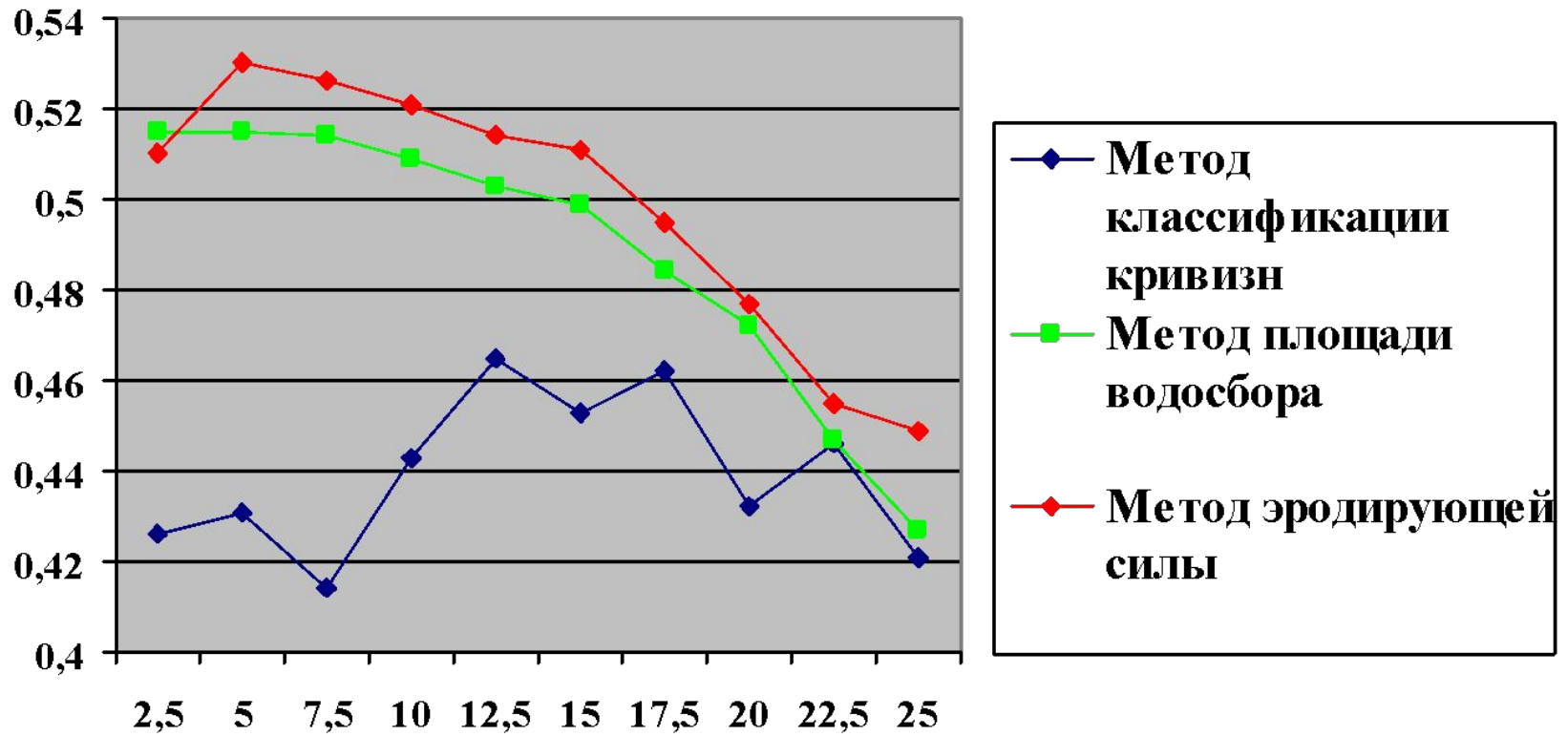
Условные обозначения

- Гидросеть
- Участки измерений расходов воды
- Бобровые плотины
- Труднопроходимые участки низинных болот
- Маршруты

Расходы и минерализация воды р. Лонинка и ее притоков (2010 г.)

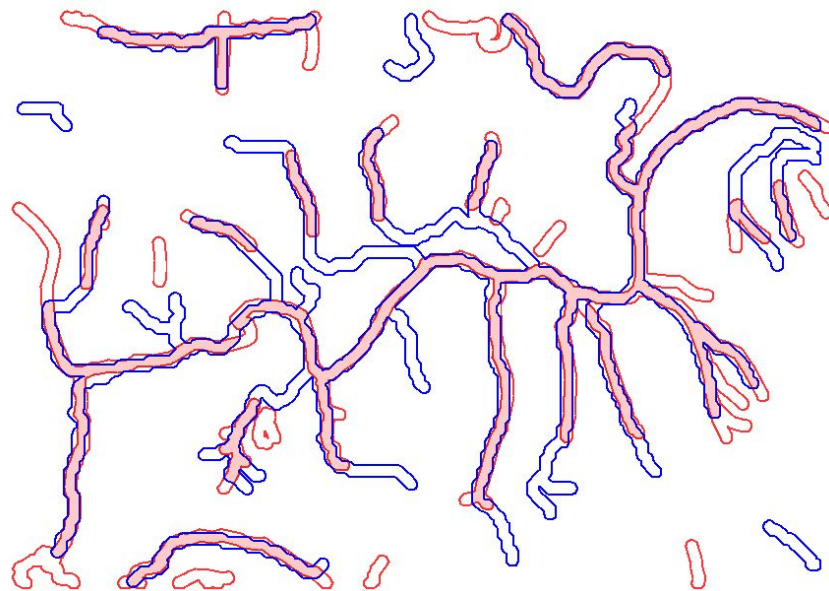
	Характерный участок русла р. Лонинки	Расходы (л/с)		Минерализация (мг/л)	
		июнь	сентябрь	июнь	сентябрь
1.	Дренажная труба под железнодорожной насыпью (исток)	8,46		626	881
2.	р. Лонинка ниже газопровода	10,06	11,62	361	400
3.	р. Лонинка у оз. Баканово	18,34	17,39	207	328
4.	р. Лонинка ниже оз. Баканово	29,05	22,24	271	308
5.	р. Лонинка у моренной гряды	80,22	37,78	182	241
6.	Мост через р. Лонинка	39,15	25,47	188	264
7.	Лонинка перед впадением в оз. Лепестово	64,69			
8.	Лонинка, исток из оз. Лепестово	168,24		204	266
9.	Лонинка ниже устья ручья из оз. Лебевец	175,42		182	
10	Устье р. Лонинки, впадение в Чернушку		87,36		210
11	Ручей из оз. Кренья		2,65		265

Значения критерия точности F моделей дренажных сетей, построенных методами классификации кривизн, площади водосбора и эродирующей силы для ЦМР с различной величиной пикселя



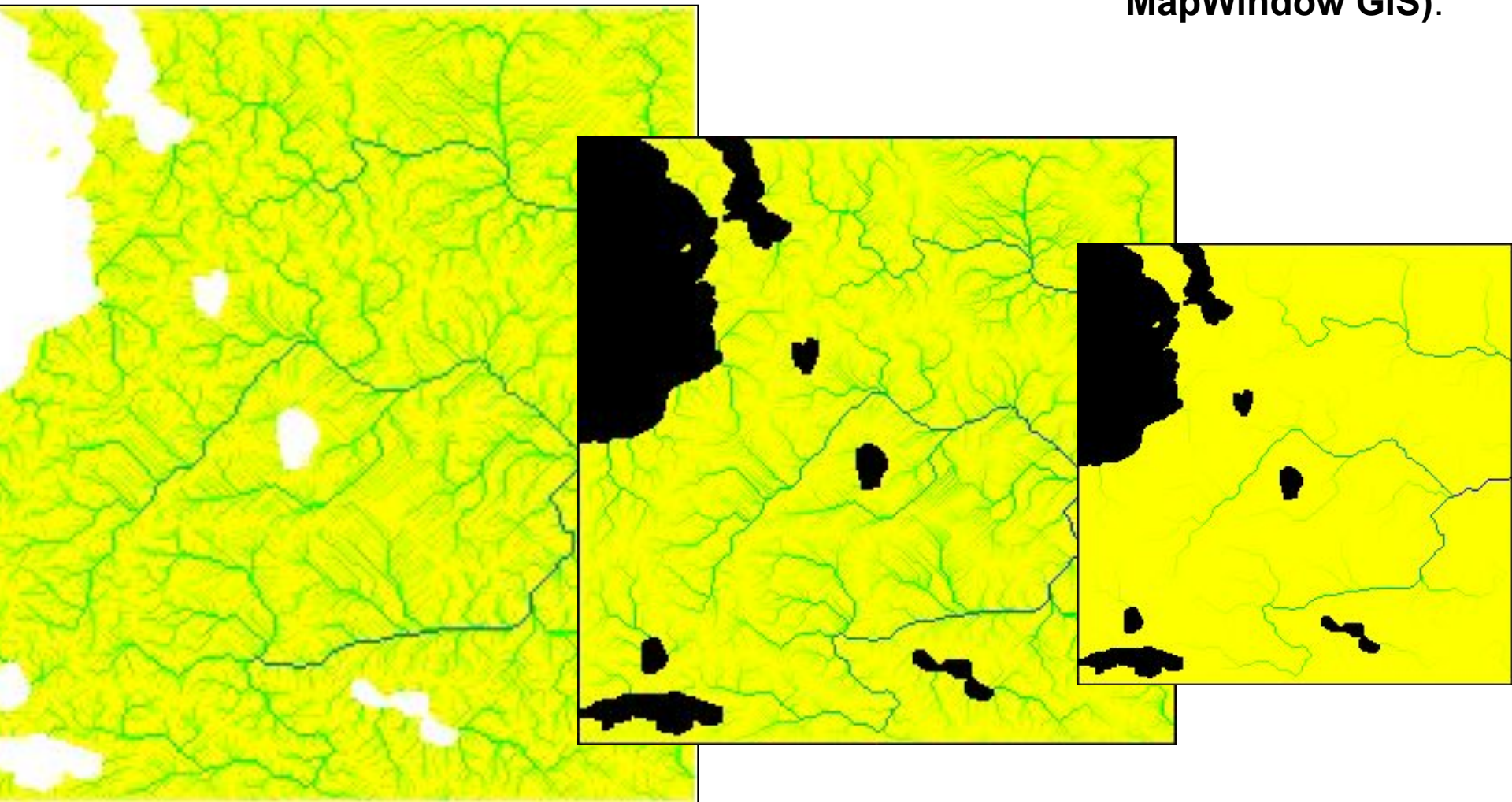
Критерии точности моделирования

Ошибки и доля верно отображённых каналов учитываются интегральным критерием F , равным отношению площади окрестностей выделенных моделью реальных водотоков (S) и совокупной площади окрестностей реальных (S_R) и модельных (S_M) водотоков:



$$F = S / (S_R + S_M - S)$$

**Автоматизированная процедура выделения водотоков
длиннее заданной критической величины (блок TauDem в
MapWindow GIS).**

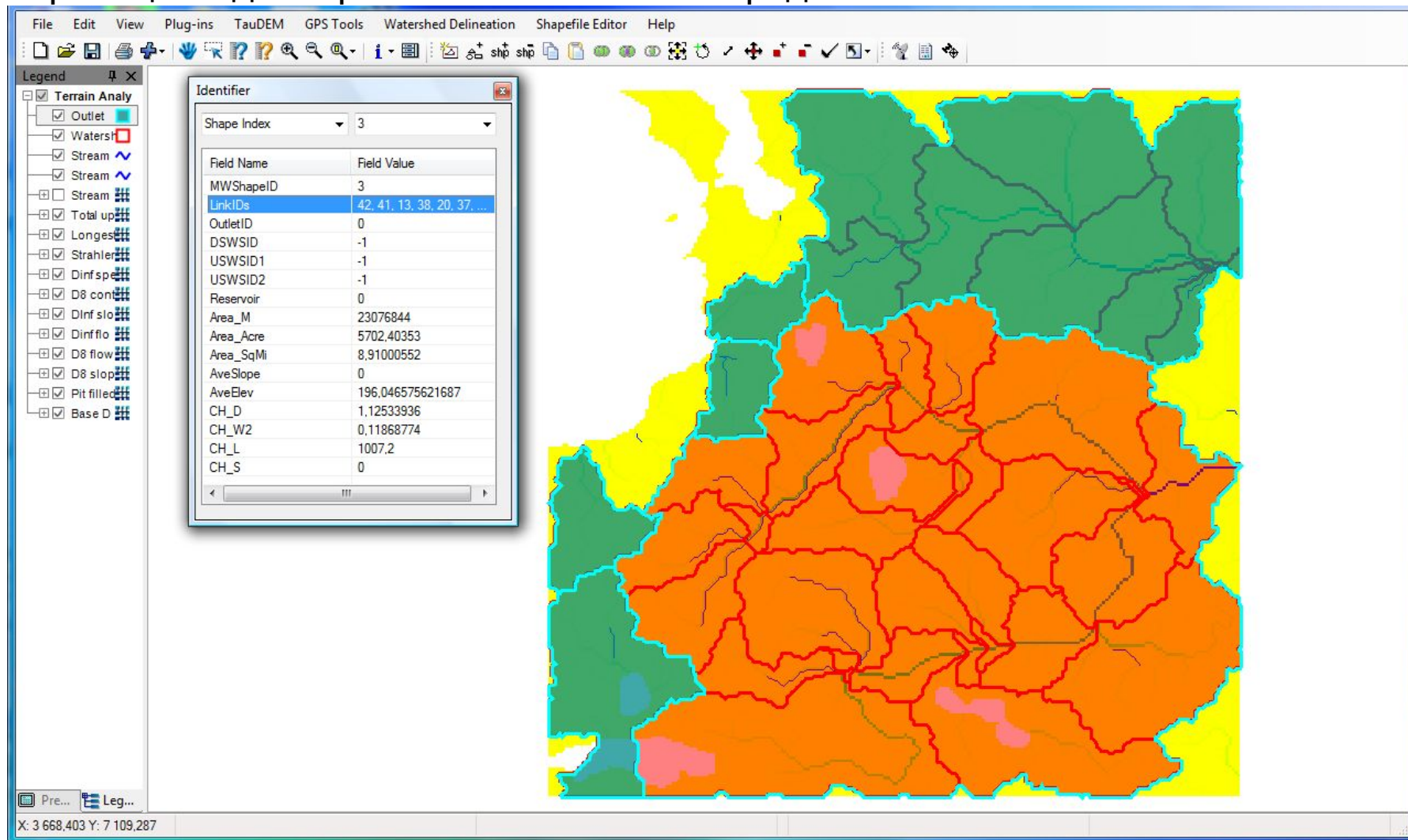


Выделение бассейнов по удельной площади водосборов

(блок TauDEM в MapWindow GIS).

1 - лесные заболоченные водосборы р Лонинка и Чернушка. При их слиянии водосборная геосистема приобретает 3-ий порядок и целиком находится в пределах ландшафта озерно-водно-ледниковой равнины с грядами.

2 - границы водосборных геосистем 1-го порядка.



Моделирование структуры ландшафтов на основе априорной информации ЦМР и ДДЗ

Материальные точки, из которых состоят пространственно-территориальные комплексы - **элементы поверхности рельефа** (практически пиксели цифровой модели местности имеющие географические координаты), а **их состояние описывается параметрами градиентов геофизических полей.**

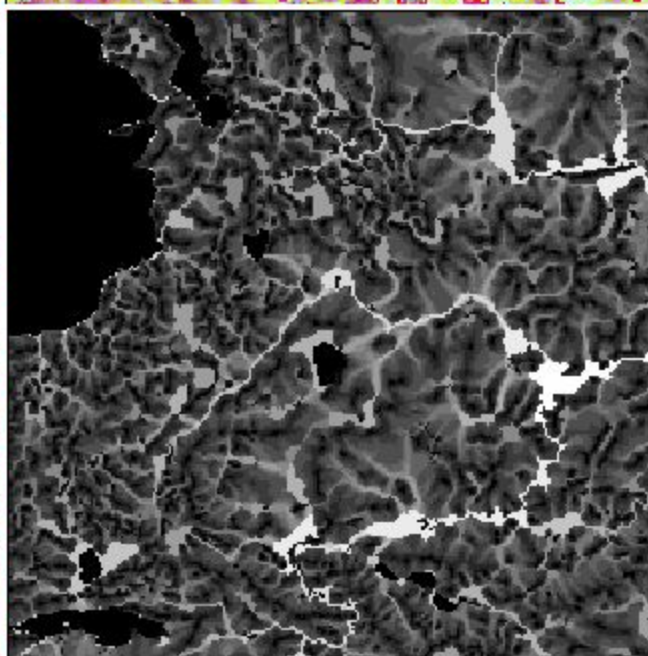
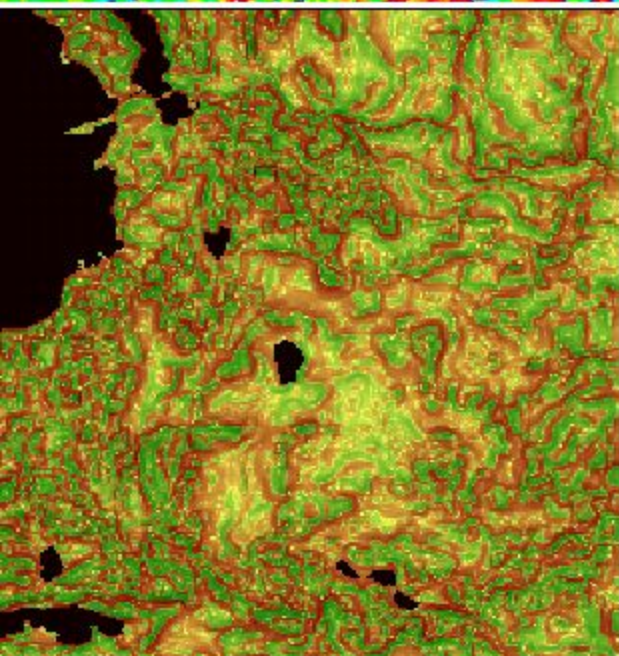
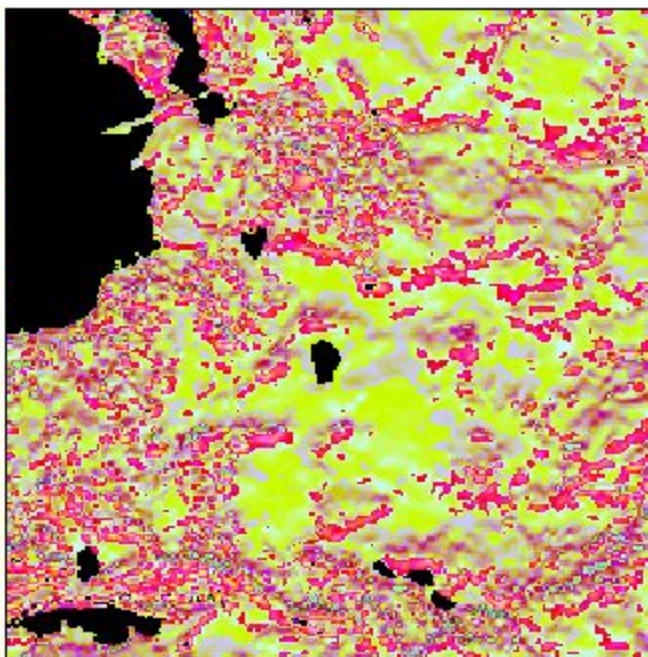
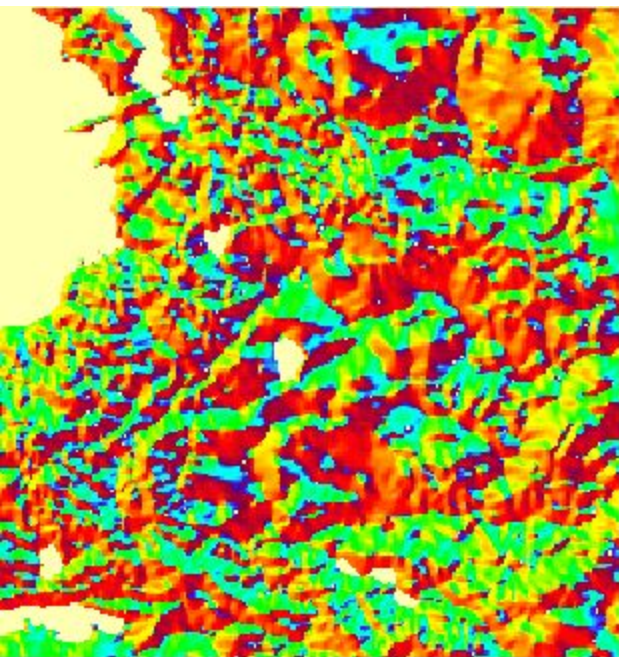
Выбор параметров градиентов полей гравитации и инсоляции (описывающих их морфометрических величин - МВ),

А). МВ описывающие факторы перераспределения солнечной (и тепловой) энергии: экспозиция и освещенность склонов; уклон; высота; доза прямой солнечной радиации (дневная, годовая).

Б). МВ описывающие распределение и аккумуляцию воды под действием силы тяжести: уклон; удельная площадь сбора и удельная дисперсивная площадь; глубина *V*-депрессий и высота *V*-холмов.

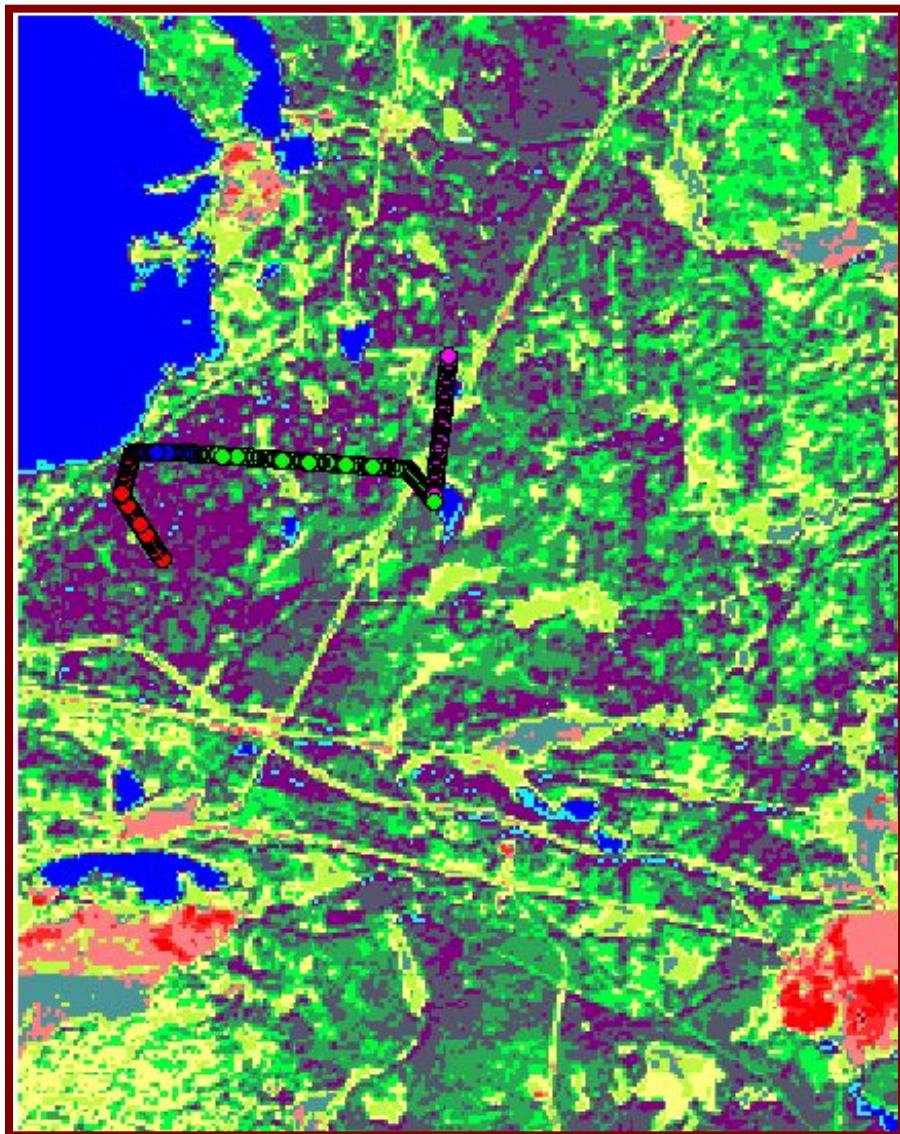
В). МВ описывающие механизмы перераспределения вещества под действием гравитации: уклон; высота; горизонтальная и вертикальная кривизна.

Выбор параметров описания состояния растительности и ПТК по данным дистанционного зондирования

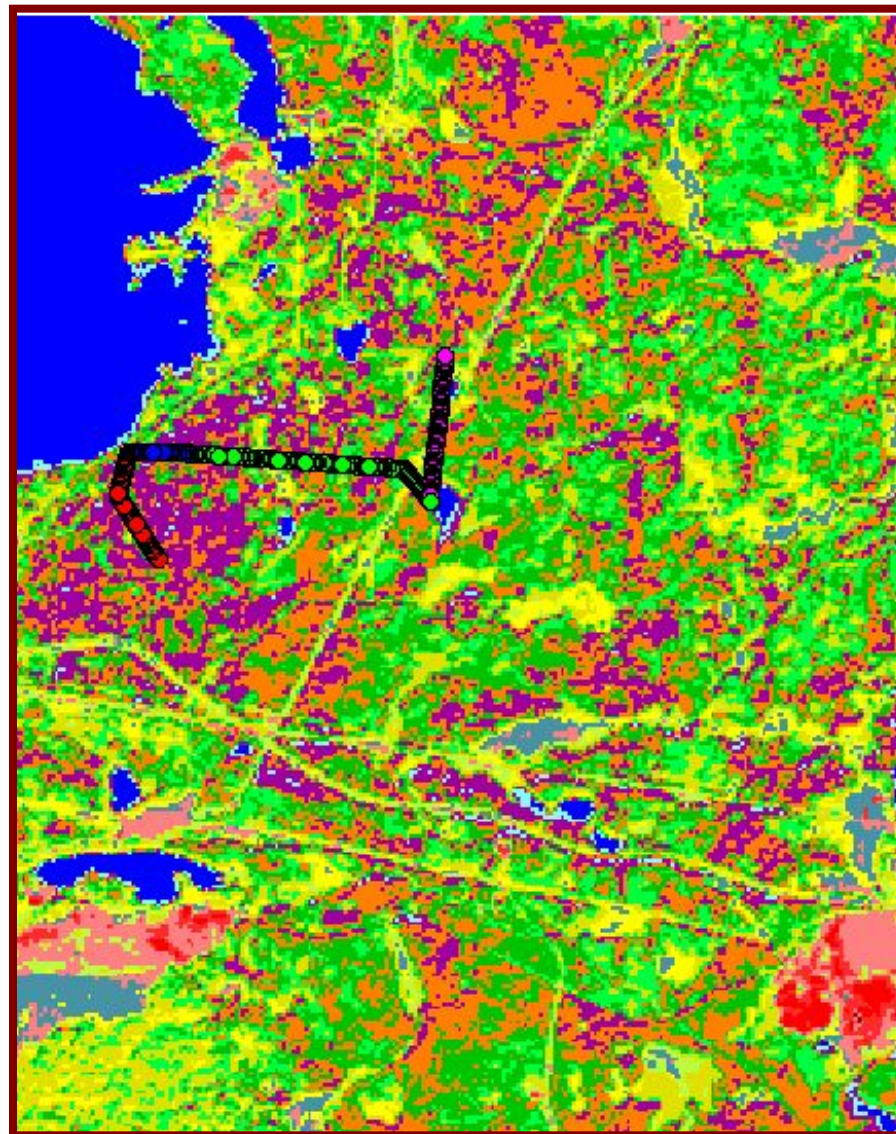


**Цифровые карты
морфометрических
параметров рельефа**
исследованной
территории
ориентация склонов
(слева вверху);
относительная величина
годового радиационного
баланса (справа вверху);
вертикальная кривизна
(внизу слева);
удельная площадь
водосбора (внизу справа)

Идентификация физического содержания классов растительного (ландшафтного) покрова, полученных по ДДЗ



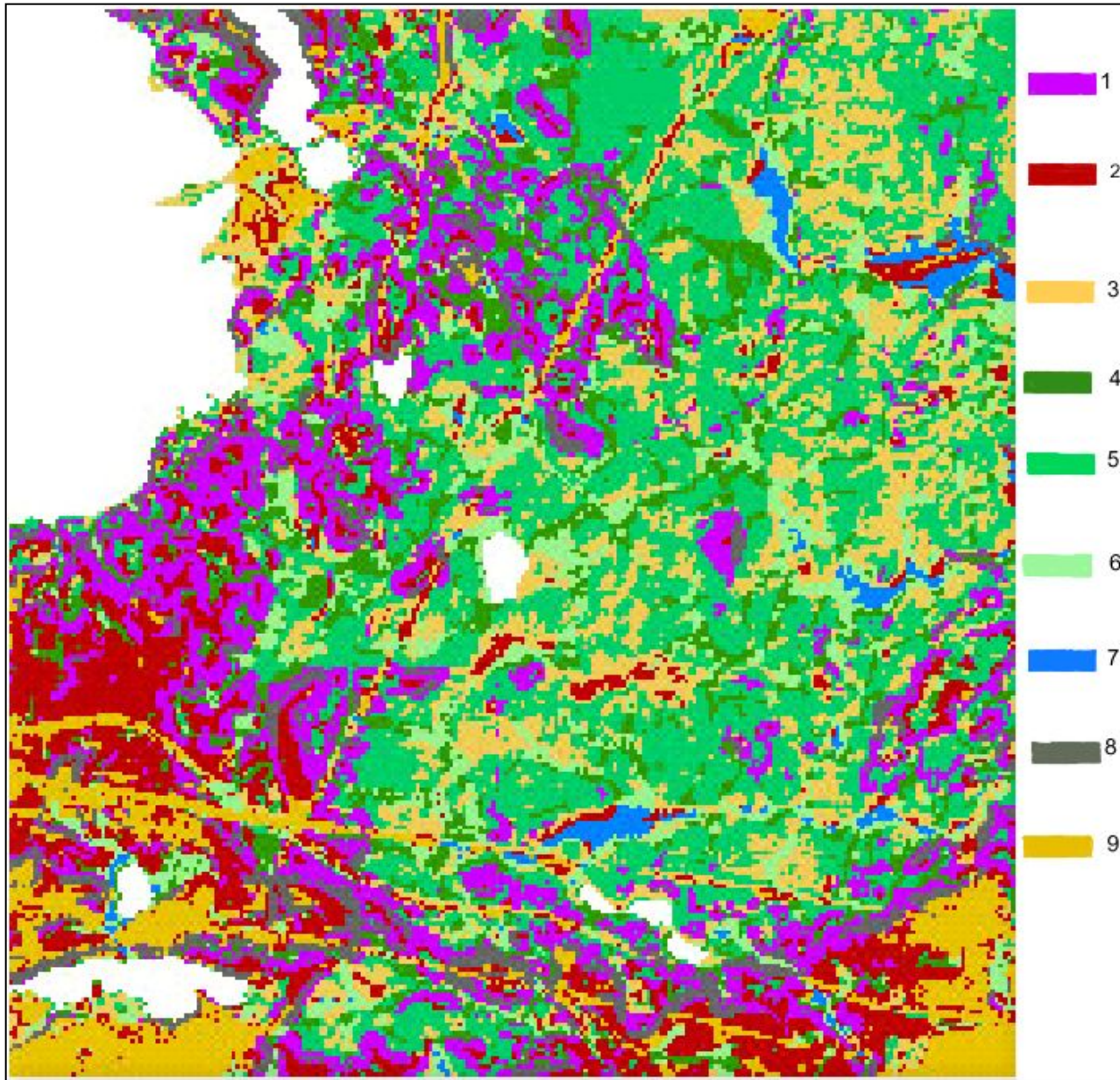
Интерпретация по априорным данным Lansat 7



Породный состав леса по данным сплошной ленточной лесотаксации

КАРТА СТРУКТУРЫ ПТК.

Классификация рельефа по параметрам градиентов геофизических полей и спектрозональных параметров ETM/Landsat-7. ПТК уровня сложных урочищ



Легенда к карте структуры ПТК:

- 1 - моренные гряды и камовые холмы с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами под разнотравно-кисличными ельниками
- 2 - вершины камовых холмов и гряд с песчаными дерново-подзолами под сосняками зеленомошными, беломошными и разнотравными
- 3 - подножья холмов и плоские вогнутые ложбины с дерново-глеевыми и дерново-подзолистыми контактно отбеленными почвами под смешанными лесами
- 4 - речные и озерные террасы с дерново- и торфяно-глеевыми почвами под ельниками и смешанными лесами
- 5 – флювиогляциальные песчаные холмы и гряды с дерново-подзолистыми почвами под сосняками
- 6 - плоские и выпуклые верховые болота с мощными торфами под редкостойными сосняками сфагновыми
- 7 - речные поймы с дерново-глеевыми почвами под заливными лугами
- 8 - крутые склоны холмов и гряд разного генезиса с дерновыми почвами под хвойными лесами
- 9 - антропогенно измененные и антропогенные ландшафты (дороги, просеки ЛЭП, карьеры, сельхозугодья, лесопитомники и селитебные)

Распределение гидрофизических параметров на основе структуры ландшафтов бассейна р. Лонинка

для моделирования гидрологических процессов в ГИС SAGA.

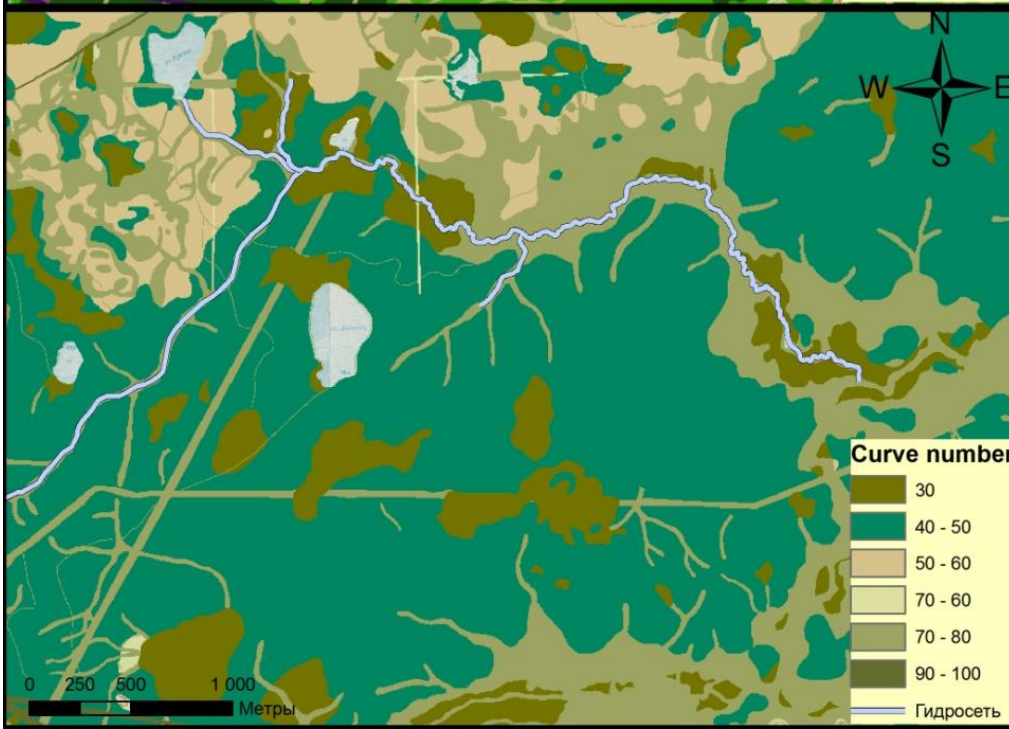
А - Manning's n

В - Curve number,

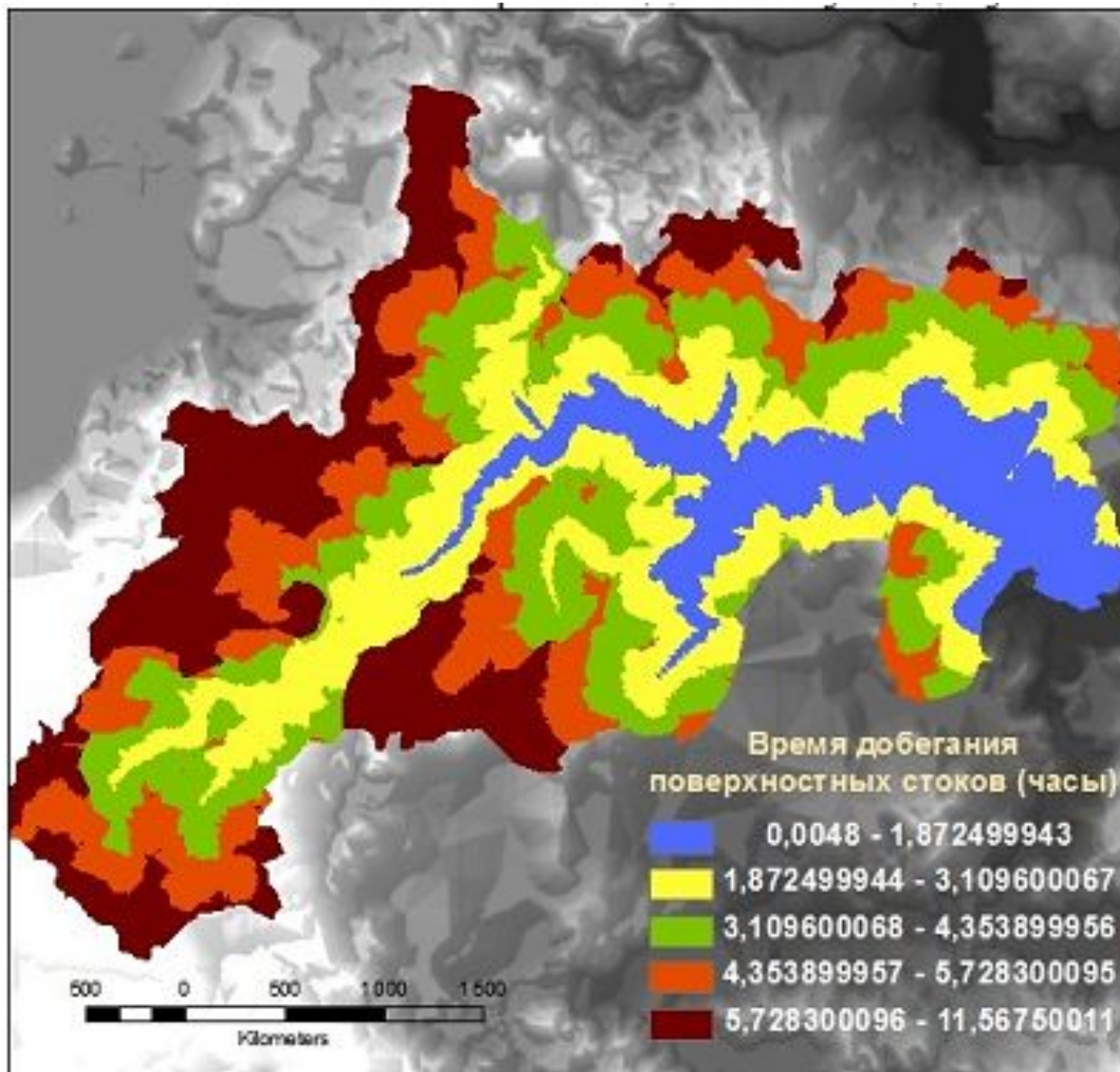
А



В

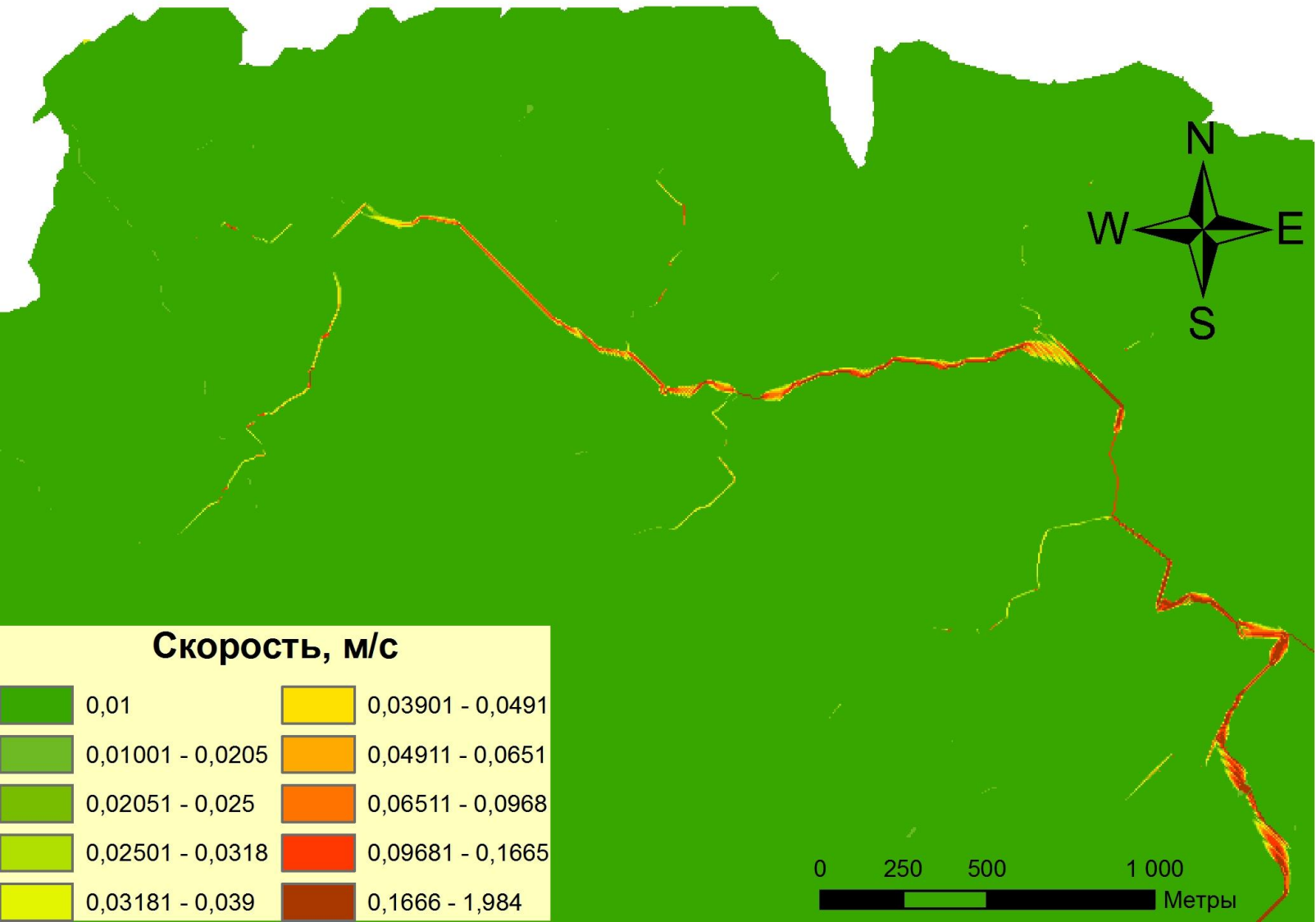


Время добегания поверхностного стока до замыкающего створа р. Лонинка (при интенсивности осадков 100 мм/час и значении "Manning's n" (0,43) и "Curve Number" (67))



Скорость стока поверхностных вод в бассейне р. Лонинка

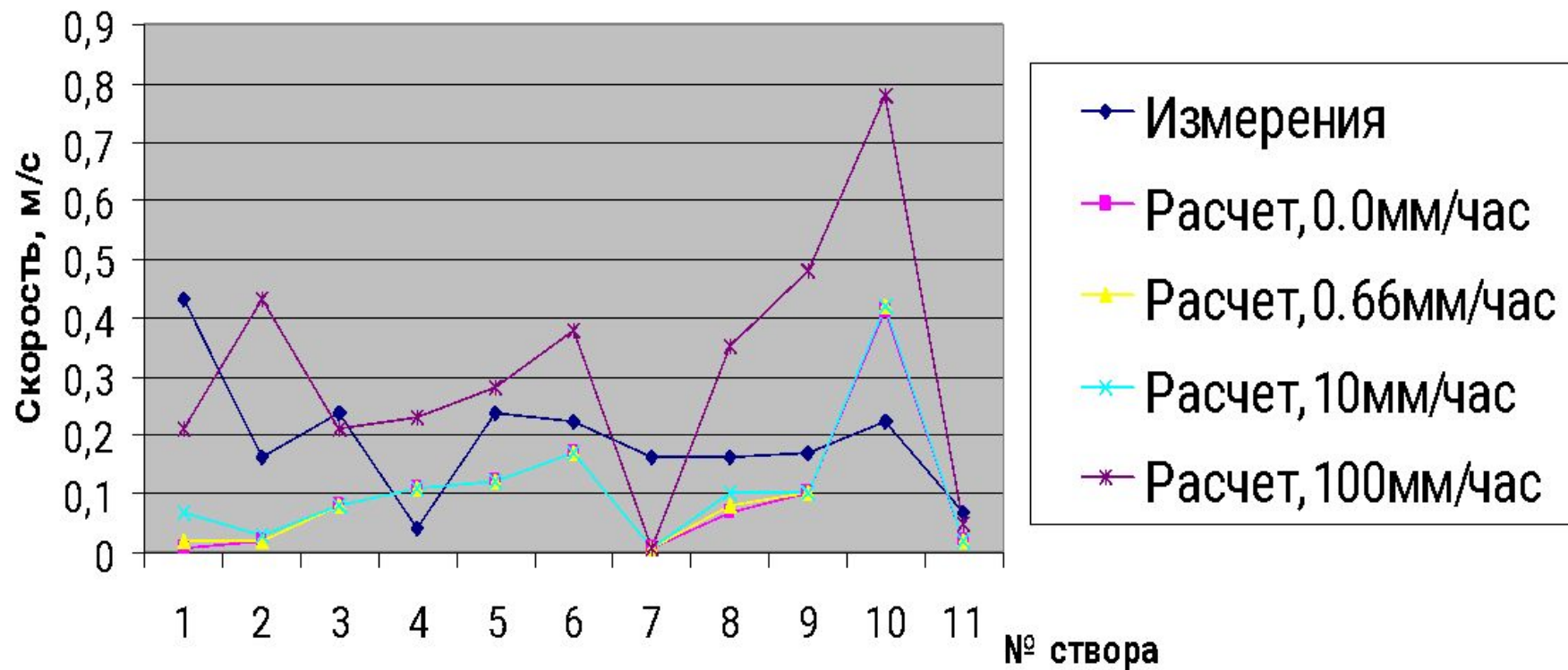
Расчеты в ГИС SAGA, интенсивность осадков 10 мм/час,
CSS=1, MFT=180, CDT=360



Сравнение рассчитанных в ГИС SAGA и измеренных скоростей стока в характерных створах р. Лонинка (параметры расчета CSS=1; MFT=180; CDT=360, интенсивность осадков 0.0, 0.66, 10.0, 100.0 мм/час)

№ створа	S, м ²	Рассчитанные				Измеренные			
		Скорость, м/с				Скорость, м/с		Расходы (л/с)	
		0.0	0.66	10.0	100.0	июнь	сентябрь	июнь	сентябрь
1.	0.048	0,01	0,02	0,07	0,21	0.13		8,46	
2.	0.074 0.074	0,02	0,02	0,03	0,43	0.20	0.16	10,06	11,62
3.	0.074 0.083	0,08	0,08	0,08	0,21	0.24	0.21	18,34	17,39
4.	0.068 0.098	0,11	0,11	0,11	0,23	0.04	0.23	29,05	22,24
5.	0.338 0.205	0,12	0,12	0,12	0,28	0.24	0.19	80,22	37,78
6.	0.182 0.290	0,17	0,17	0,17	0,38	0.22	0.09	39,15	25,47
7.	0.401	0,01	0,01	0,01	0,01	0.16		64,69	
8.	1.024	0,07	0,08	0,10	0,35	0.16		168,24	
9.	1.04	0,10	0,10	0,10	0,48	0.17		175,42	
10.	0.397	0,41	0,42	0,42	0,78		0.22		87,36
11.	0.207 0.074	0,02	0,02	0,02	0,05	0.07	0.04	14,85	2,65

Сравнение расчетных и измеренных скоростей течения р. Лонинка в характерных створах



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. Показана реальная возможность зонирования гидрологического функционирования геосистем на основе единого подхода к моделированию структуры ПТК и стока по априорным данным.**
- 2. Для более точного моделирования необходимо провести корректировку значения гидрологических параметров модели для расчетов в конкретных ландшафтных условиях.**
- 3. Очень грубое описание узкого русла таежной реки в ЦМР (разрешением 10x10 м и более) не позволяет отображать детали гидроморфологических параметров русла, микрорельефа поверхности, важных для стока с плоских равнин. Необходим расчёт русел по более детальной сетке а также тщательный подбор параметров моделирования (аппроксимация).**
- 4. Необходимо свести к минимуму ошибки при измерении скоростей и расходов в условиях топких заторфованных извилистых русел.**
- 5. В условиях недостатка или полного отсутствия информации значения, полученные при моделировании в ГИС, могут служить основой для моделирования структуры водосборов и прогнозирования параметров гидрологического стока**

Благодарю за внимание

