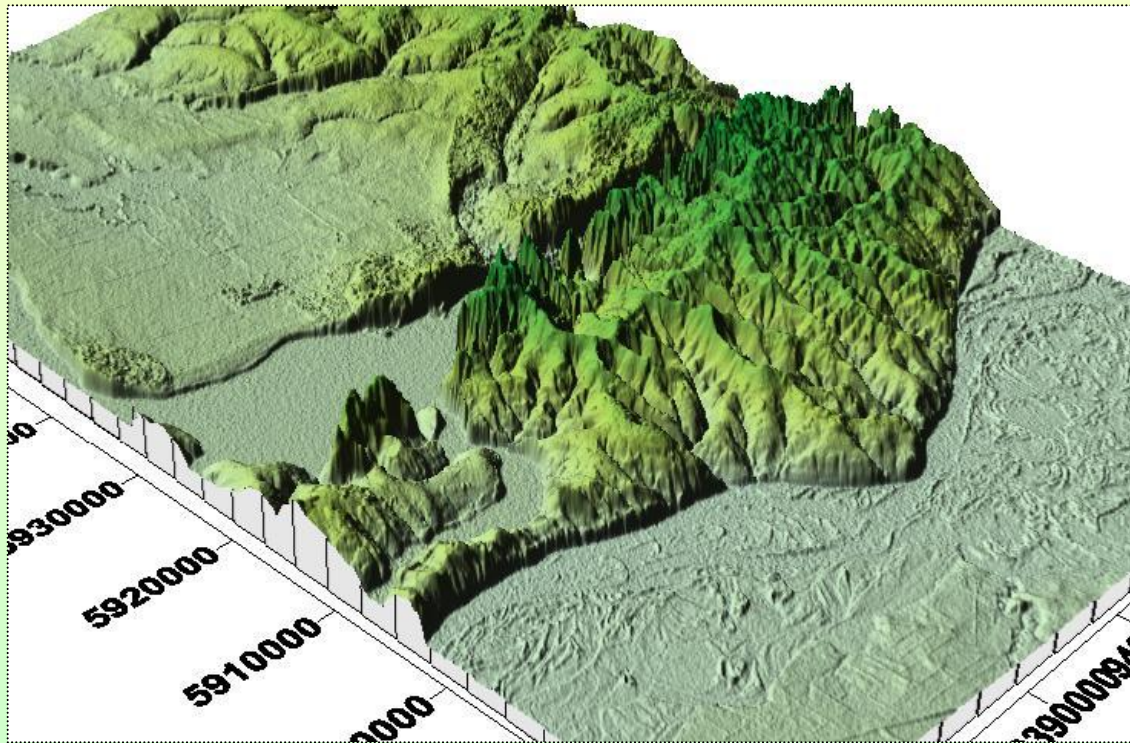


Аналитические ситуационные игры для уменьшения экологических рисков

П.А.Шарый

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН



← Окрестности г.Тольятти, по матрице высот НАСА (разрешение в плане 90м). В рельефе поймы видны старицы.

Матрицы рельефа проекта SRTM (НАСА) открыто доступны на сайте <ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/>

Расчеты и построение карт этого исследования осуществлялись с помощью *Аналитической ГИС Эко* (см. сайт внизу этой страницы).

Электронная почта: p_shary@mail.ru

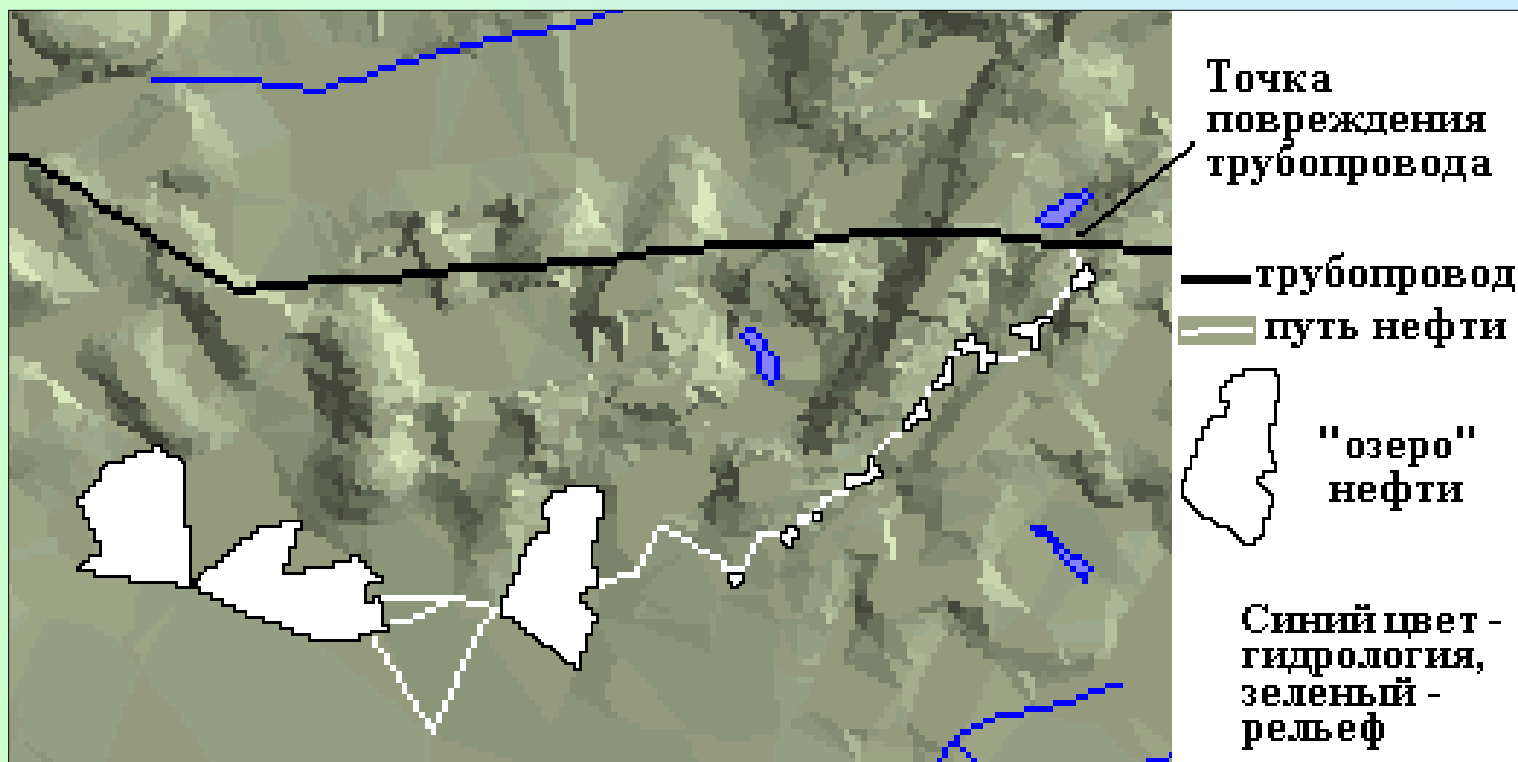
Тел. 8 (4967) 73-36-04

Сайт о ситуационных играх (рус.): http://freereason.coast.ru/dev_giseco_01.html

Сайт о программе Аналитическая ГИС Эко (рус.): <http://www.esti-map.ru/>

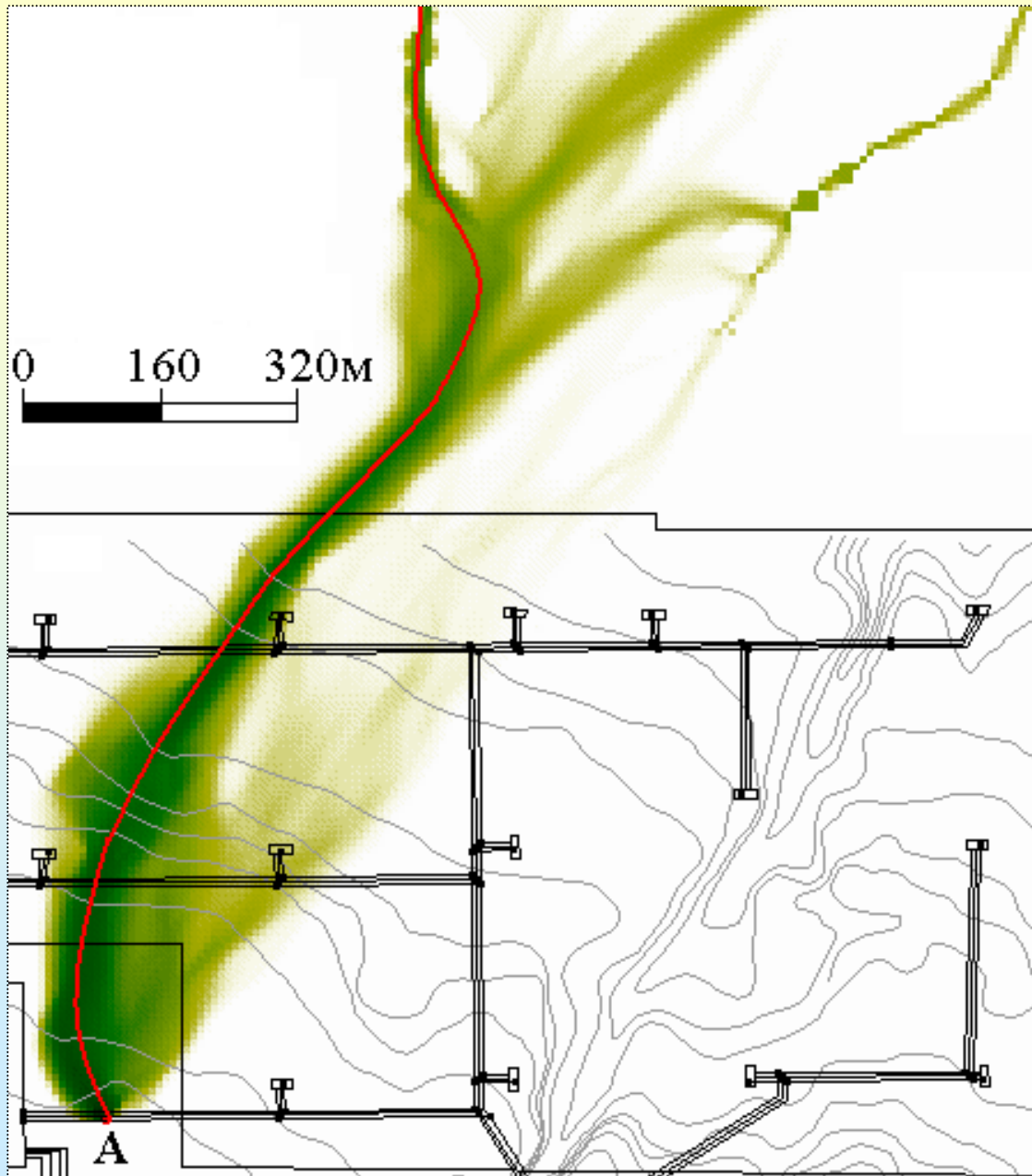
Сайт о геоморфометрии (англ.): <http://www.giseco.info/>

Примеры моделирования разливов нефти



Типичный пример ↑ того, как обычно (ЗАО «Нефтегазсистема», 2004) моделируют латеральный перенос нефти при аварийных разливах для анализа экологических последствий. В обычных моделях нефть течет по *бесконечно тонкой* линии тока (белая), расплываясь иногда в нефтяные «озера». Действительная ситуация отлична от этого. Упрощенность не позволяла «проигрывать» на ЭВМ различные ситуации: не учитывалось обтекание препятствий с разных сторон в различных пропорциях.

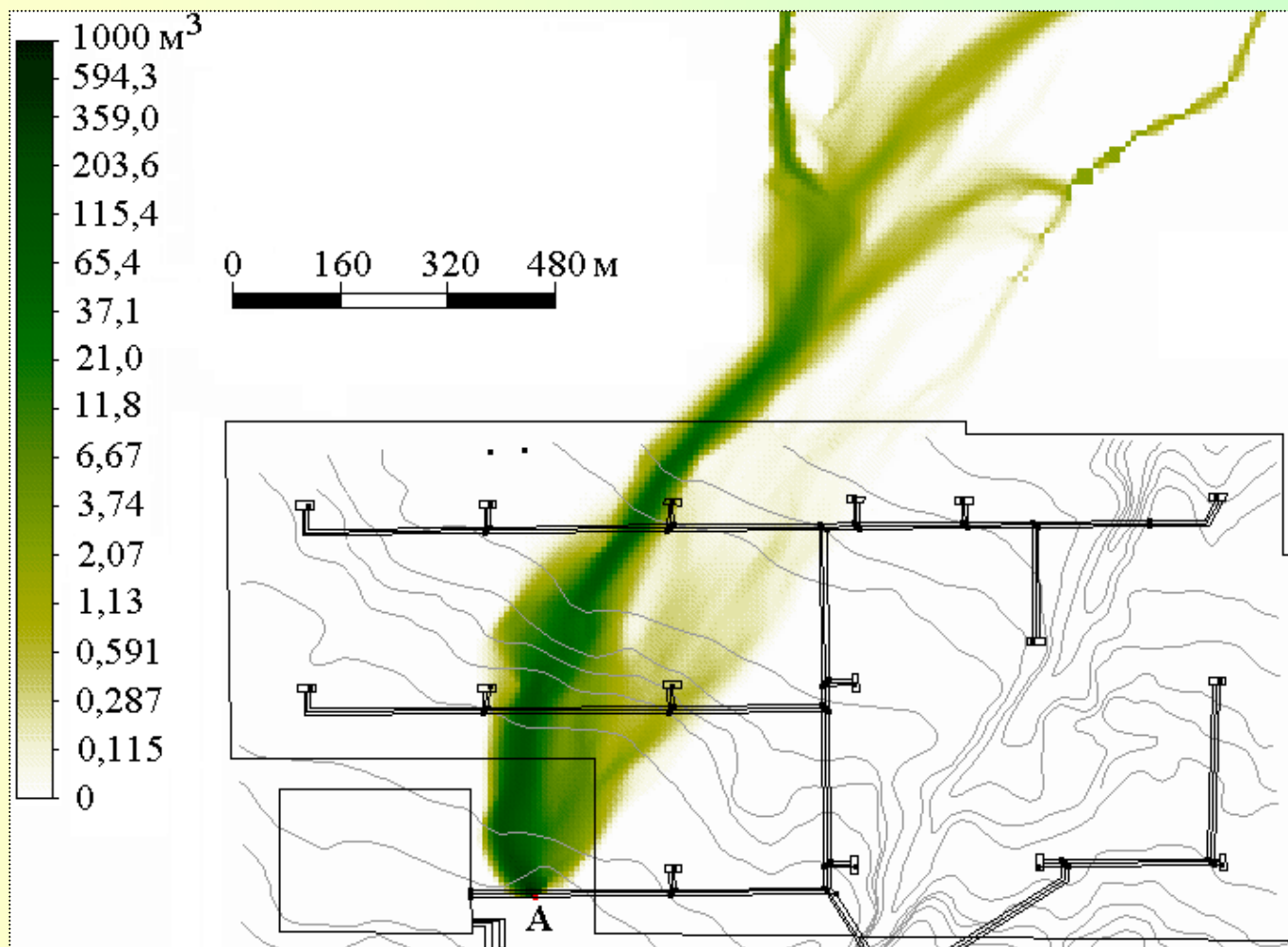
Замена линий тока: области распространения



← Область распространения (оттенки зеленого) жидкости из точки А возникает как обобщение нереалистичного понятия бесконечно тонкой линии тока (красная) при моделировании латерального переноса жидкости, например, нефти.

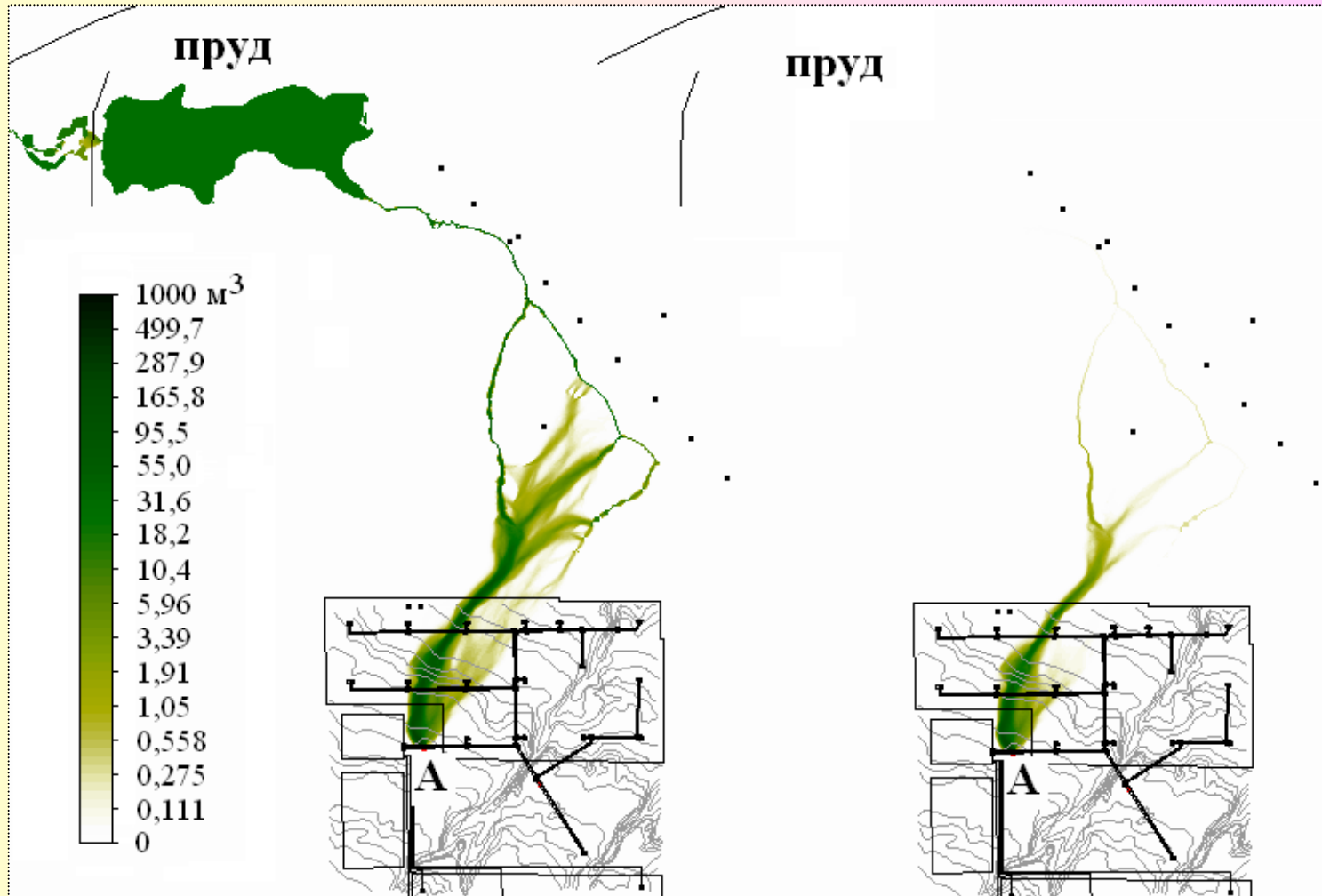
В отличие от линий тока, при расчете областей распространения учитывается многократное разветвление и слияние потоков веществ, перемещающихся под действием силы тяжести по реальной (негладкой) земной поверхности.

Максимальная область распространения



Максимальная (без учета потерь жидкости на впитывание в почву) область распространения из точки А для разлива 1000 м^3 жидкости. Прямые линии – трубопроводы, кривые – горизонтали топокарты. Легенда показывает количество жидкости, прошедшее через данный пиксел на карте (размер пиксела 8 м).

Реальная область распространения



Сравнение максимальной области распространения с реальной. В отличие от максимальной, реальная область распространения учитывает потери нефти на впитывание ее в почву.

Экспериментальная проверка (фото)



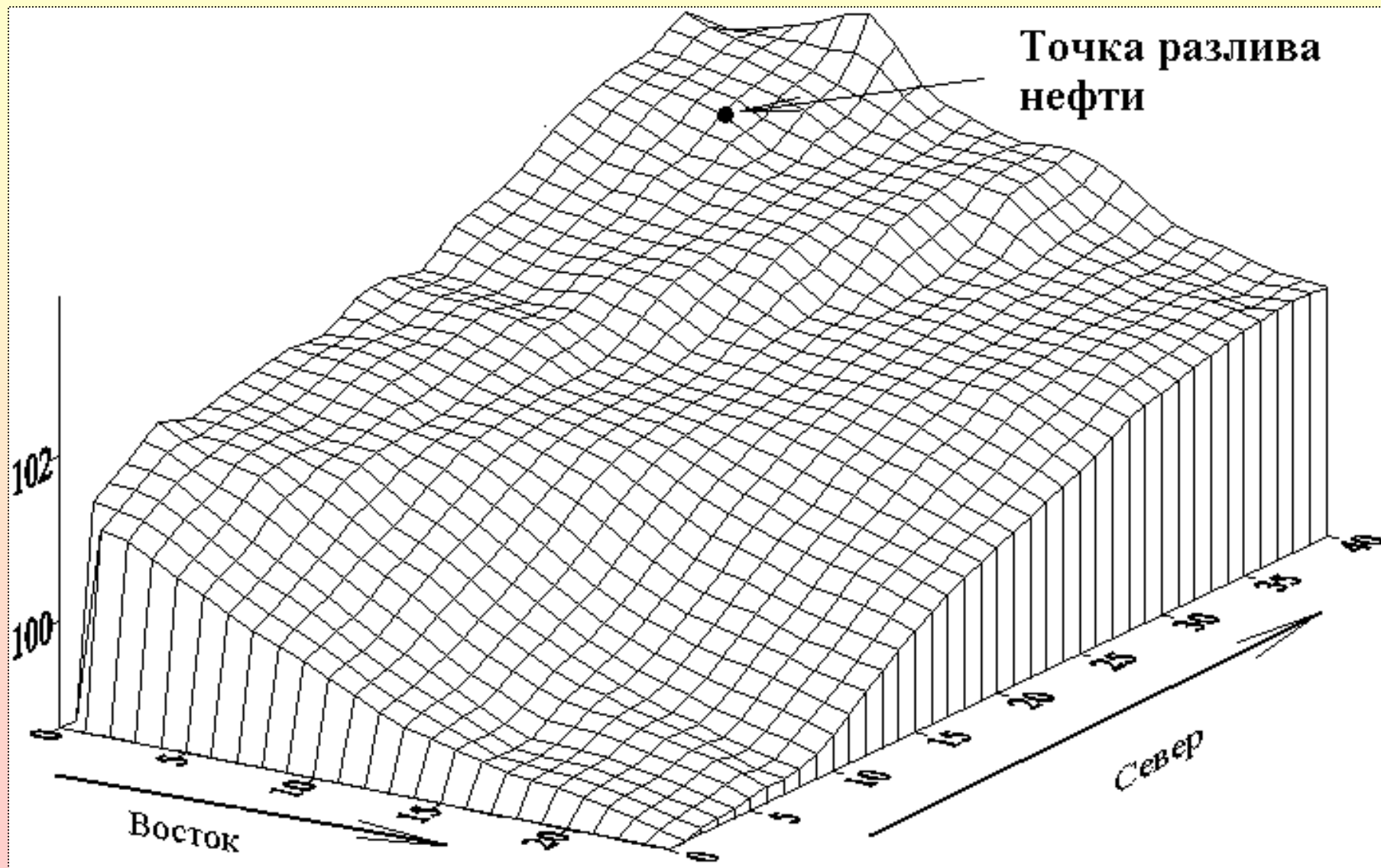
Верхний участок наземного следа от разлива нефти. 23 сентября 2003 года.

Экспериментальная проверка (фото)



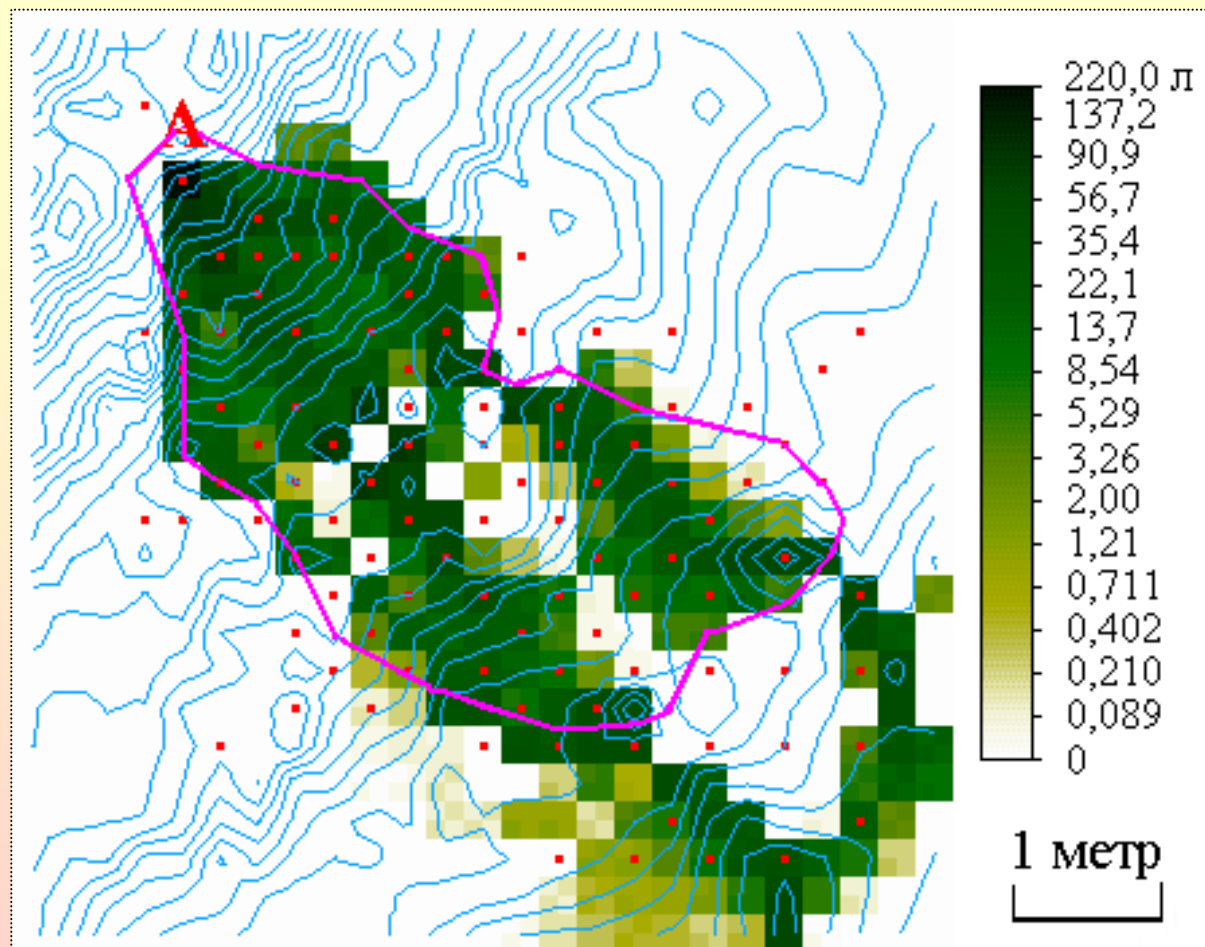
Нижний участок области распространения (лужица) сразу после разлива нефти.

Экспериментальная проверка (разлив нефти)



Положение точки разлива нефти на местности. Средняя крутизна склонов $6,4^\circ$.

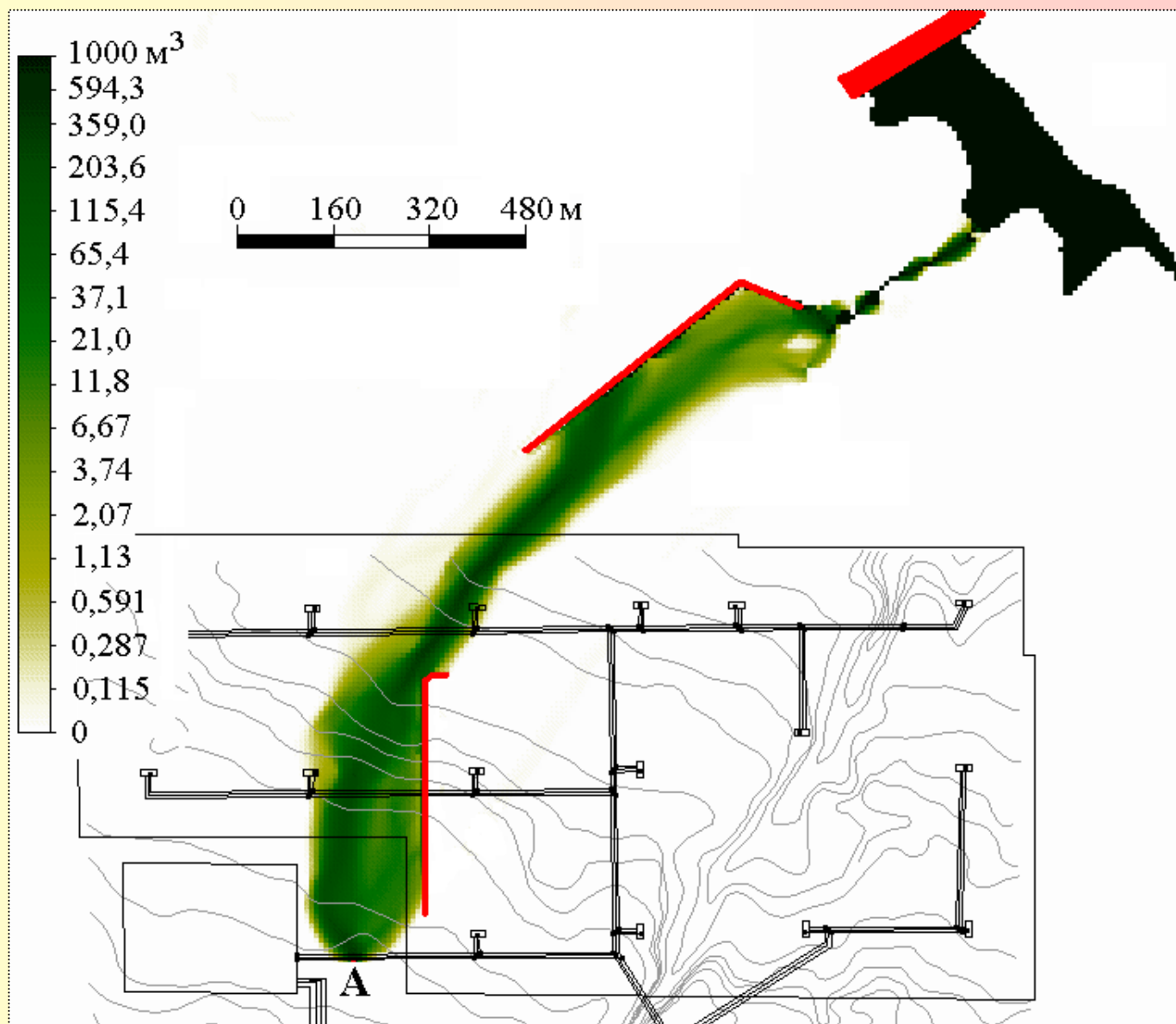
Экспериментальная проверка (разлив нефти)



Сравнение реальной области распространения нефти с предсказанной теоретически (эксперимент совместно с ЦИЭКС). Опыт подтвердил обоснованность расчетов.

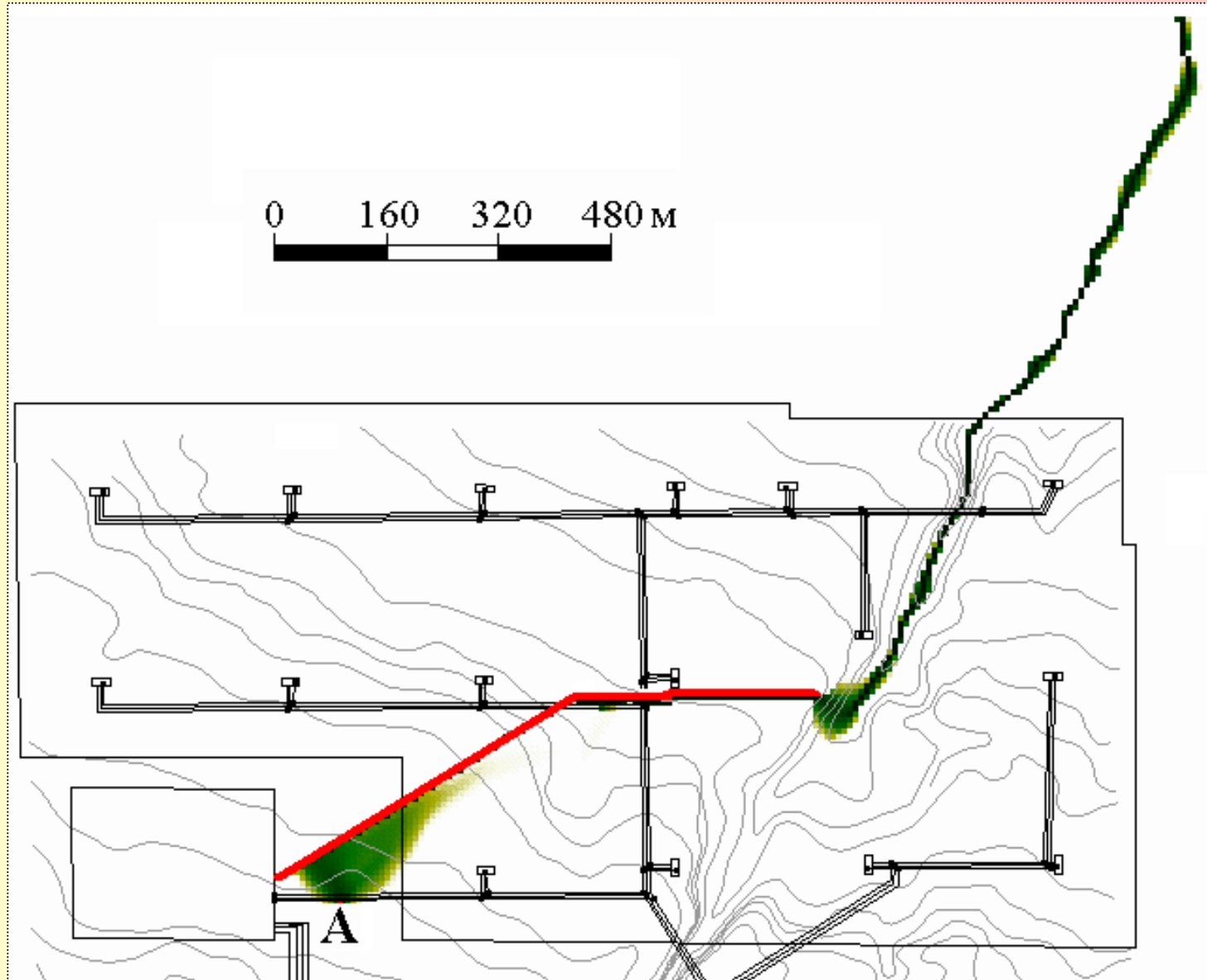
В точку А было вылито 220 литров сырой нефти. Малиновый контур – пятно поверхностного загрязнения, оттенки зеленого – расчет, красные – 102 точки измерения содержания нефти в слое почвы 0-20см, синим показаны горизонтали.

Ситуационные игры (учет изменений рельефа)



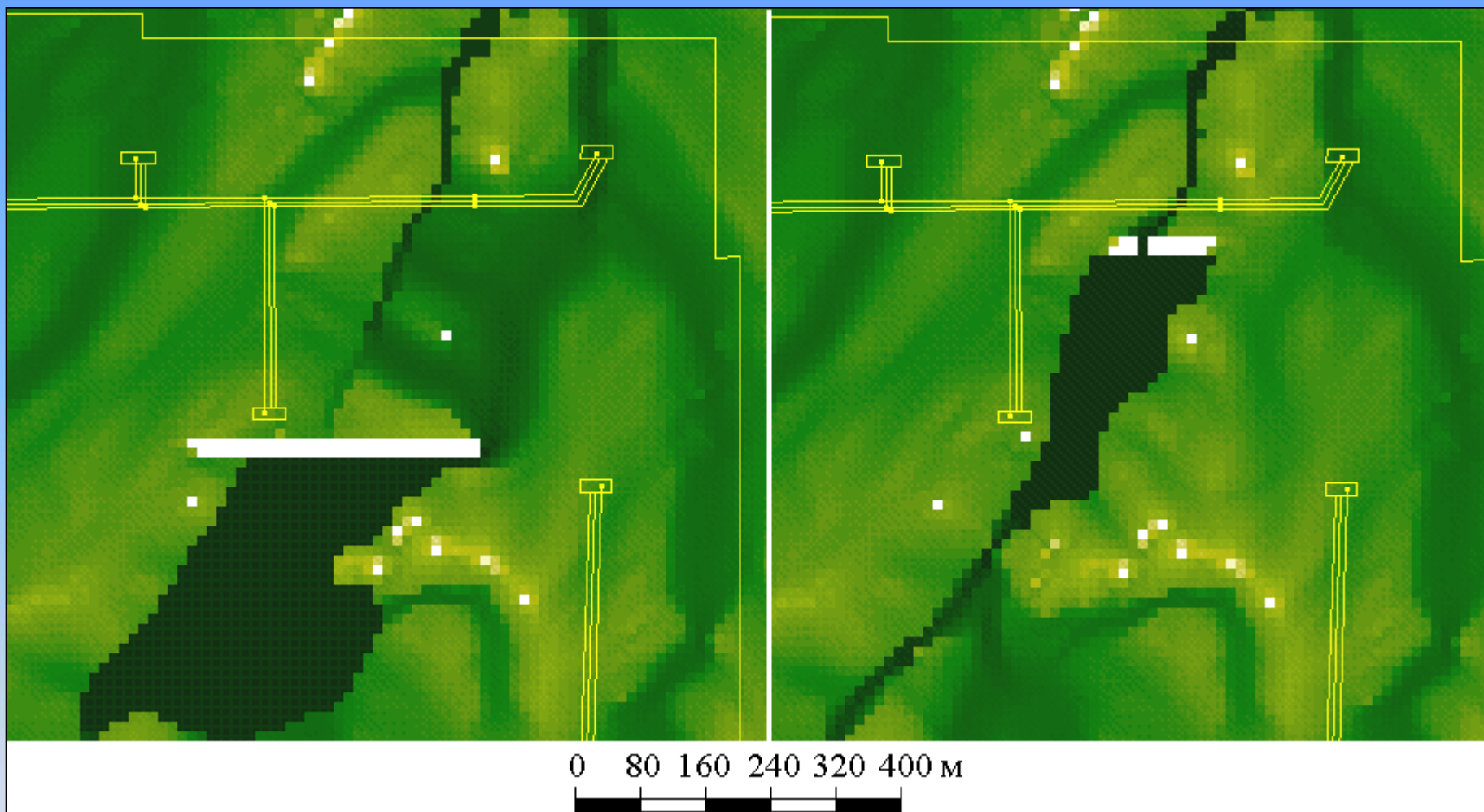
Изменение области распространения при установке обвалований и дамб (красные).

Ситуационные игры (обвалования, вариант)



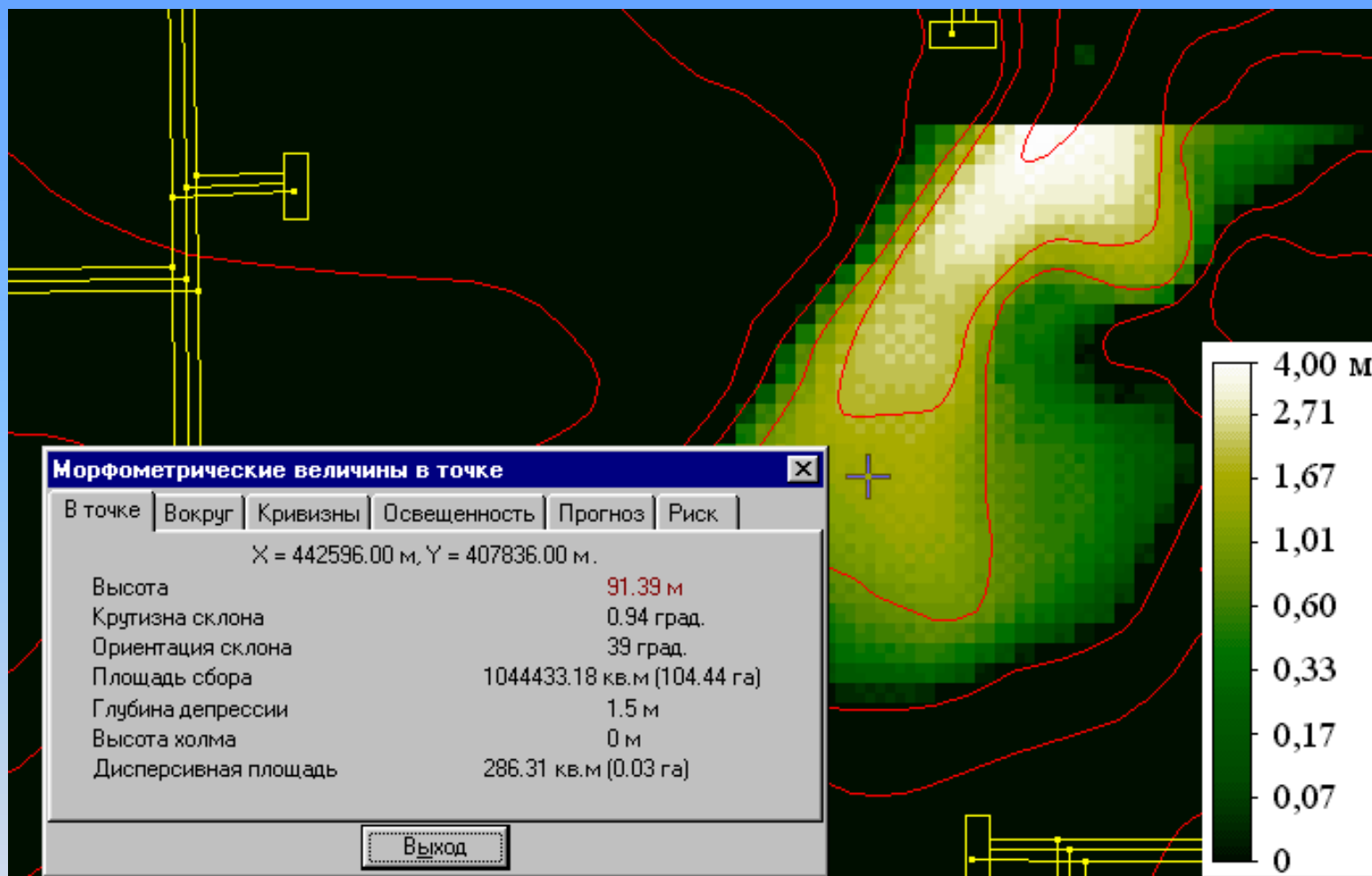
Изменение области распространения при установке обвалования (вариант).

Ситуационные игры (расчет резервуаров)



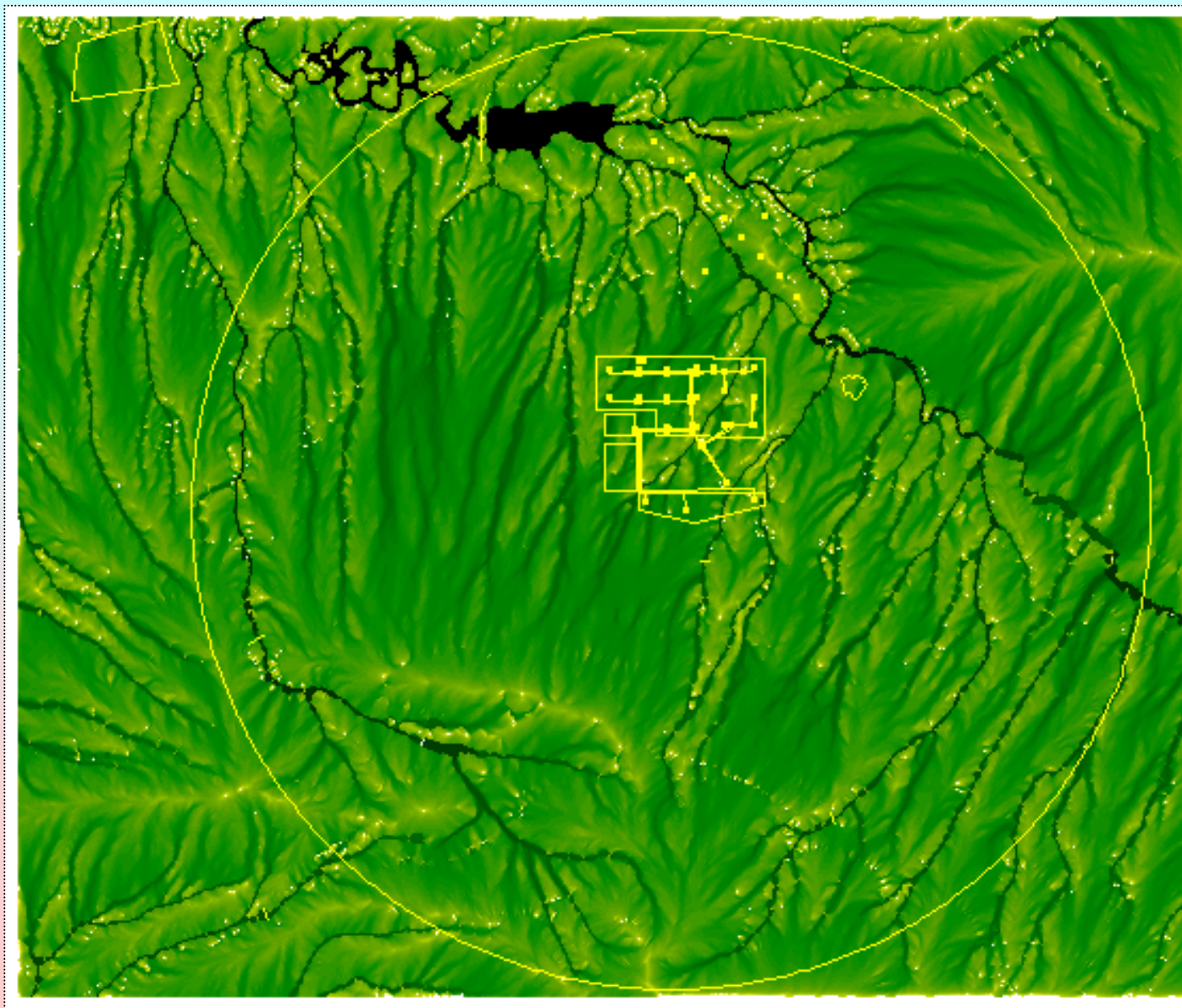
Два варианта проектирования резервуаров (черные) при установке плотин (белые) одинаковой высоты на одной и той же местности. Объем резервуара слева в 2,4 больше объема резервуара справа

Глубины и объемы резервуаров



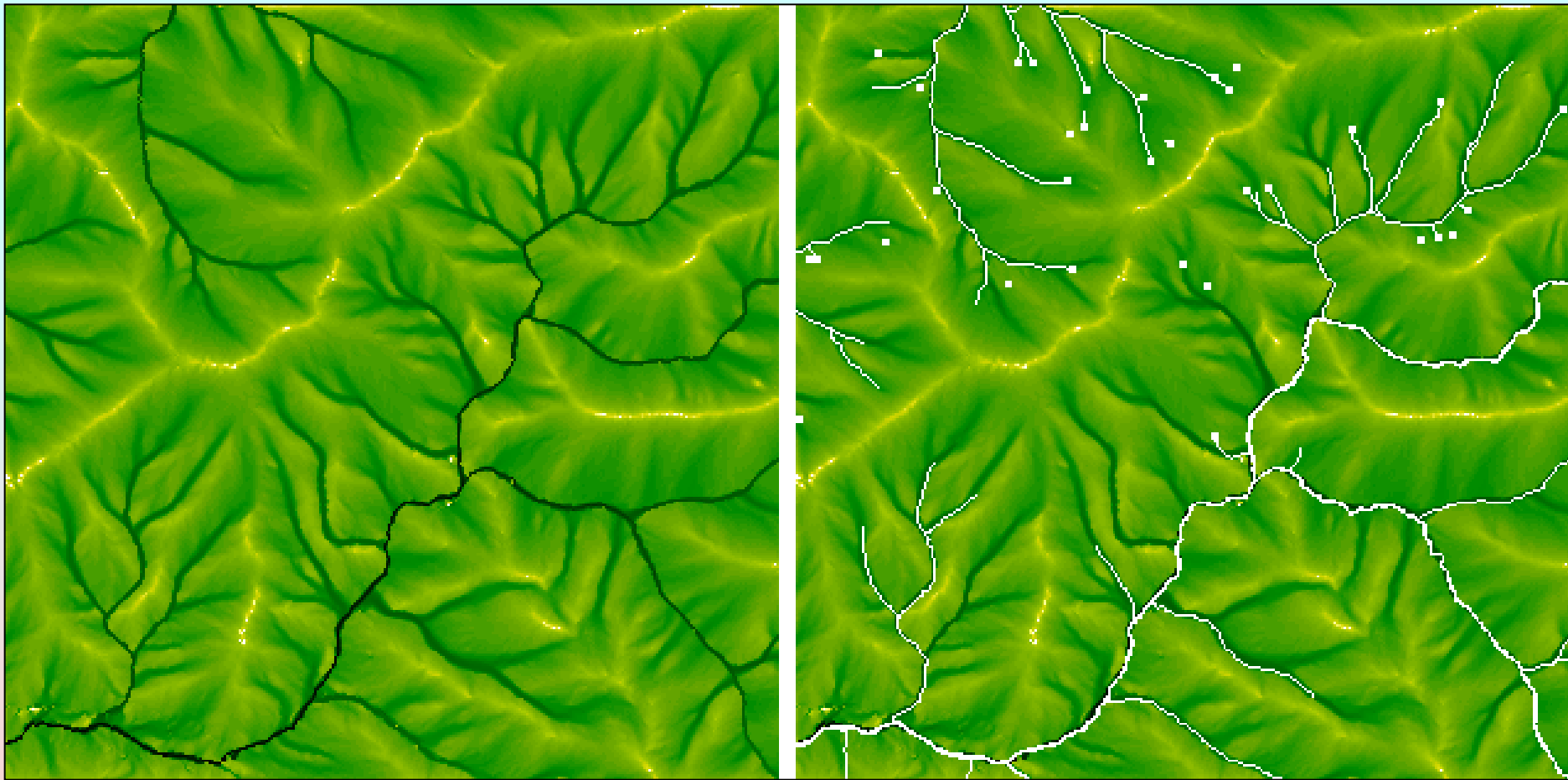
В каждой точке карты доступно значение глубины резервуара. ↑ При проектировании резервуаров доступна детальная информация о возникающих от установки дамбы углублениях (депрессиях) в рельефе, создающих резервуары. В ГИС Эко рассчитываются также объем, площадь и другие х-ки резервуара.

Площадь сбора (объект ГАЗПРОМа, Волгоград)



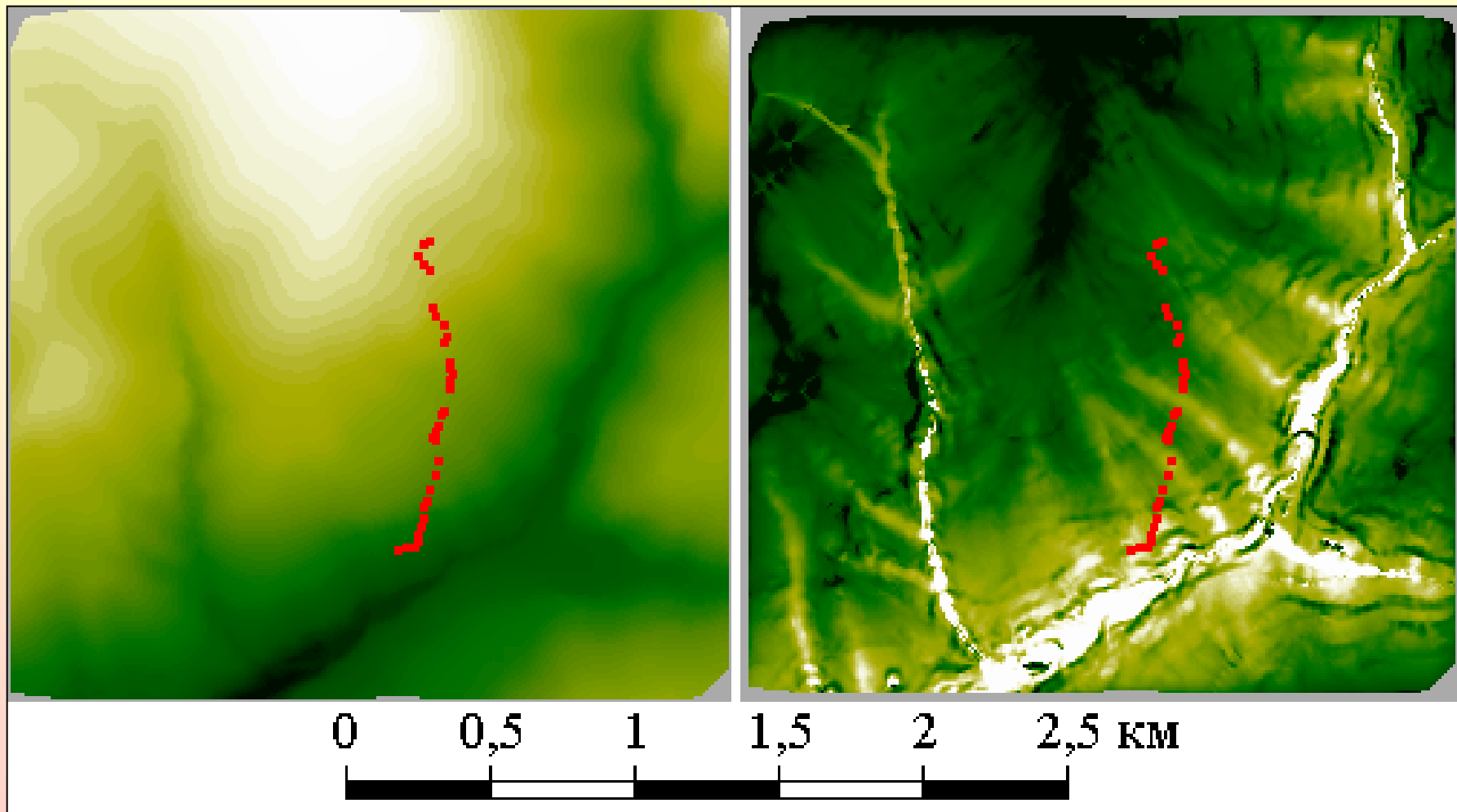
Карта площади сбора, описывающая гидрологию местности. Показывает в каждом пикселе дренирующую площадь всех вышележащих склонов, прогнозирует реки.

Площадь сбора и гидрология местности



Площадь сбора МСА обладает свойством количественно прогнозировать всю гидросеть, как реализованную (реки), так и потенциальную (сухие долины). Начиная с некоторого критического значения МСА ($\sim 25 \text{ км}^2$ для Московской области), во всех участках местности, где она превышена, наблюдаются постоянные поверхностные воды (реки, водоемы). На картах: слева – площадь сбора для участка в Германии (темнее – больше), справа – на ту же карту нанесены реки (белые).

Использование индикационного принципа



Индикационный принцип: *если некоторое свойство почв хорошо коррелирует с рельефом, то его можно прогнозировать прямо по рельефу* (Webster, 1977). Слева – высота и точки измерения свойств почв, справа – результат предсказания пространственной изменчивости одной из характеристик почв (концентрации обменного Ca^{2+}). Аналогично можно предсказывать и нефтеемкость почв.