

Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений на основе морфоструктурного районирования

П.В. Максимов¹, Ю.И. Пиковский²

1– Лаборатория №8 ИППИ РАН

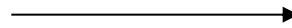
2 – Географический факультет МГУ

История

Шеля Айзекович Губерман

ParaGraph

1990-е годы



Internet

История

ParaGraph

Распознавание рукописных текстов (ParaScript)

Русские шрифты (ParaType)

Анализ и сжатие кардиограмм (Л. Малков)

Трёхмерные виртуальные миры (С. Пачиков, Г. Пачиков)

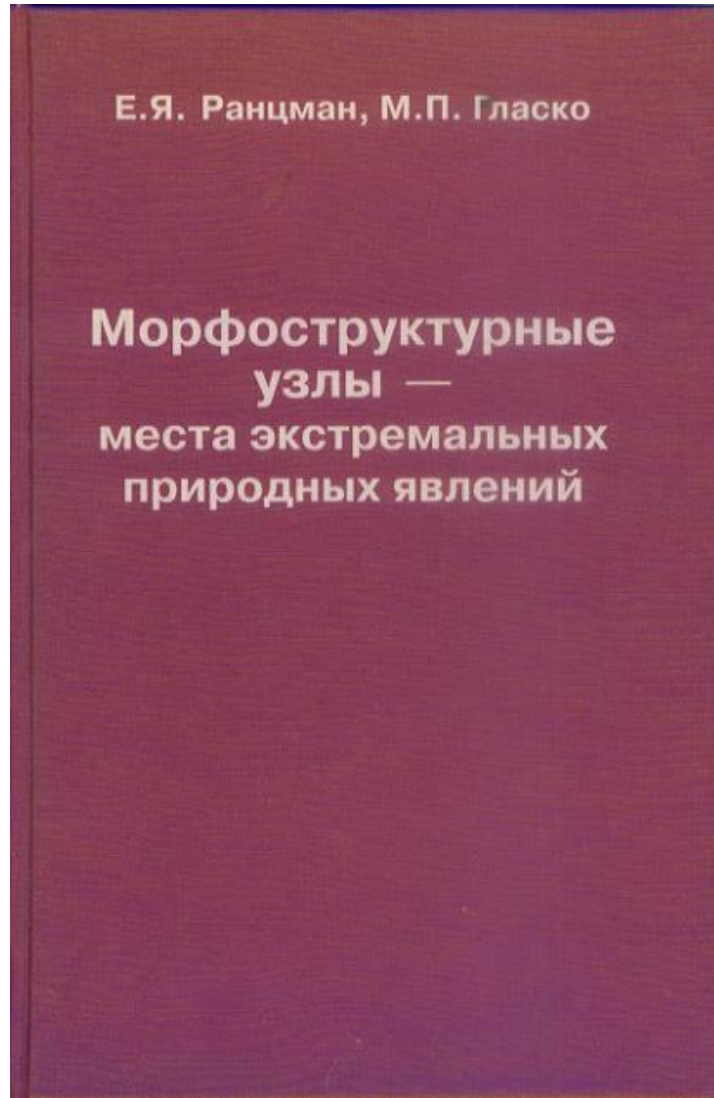
Прогноз месторождений нефти (Ш. Губерман)



We find the location of giant oil/gas fields before you drill

Морфоструктурное районирование

Е.Я. Ранцман
М.П. Гласко
Ш.А. Губерман
Ю.И. Пиковский



Москва 2004

Морфоструктурное районирование

Блоки представляют территорию, в пределах которой все информативные признаки рельефа имеют близкие значения или значения признаков меняются постепенно.

Морфоструктурные линеаменты – границы блоков – линейные зоны шириной от 10 до 40 км, протяжённостью от 100 до 1000 км и более. В зонах линеаментов происходят относительные перемещения прилегающих к ним блоков.

Морфоструктурные узлы – места пересечения или сочленения двух или нескольких линеаментов.

Информативные признаки рельефа:

- 1) *Высоты местности* – изменения высот отражают территориальные изменения вертикальных движений земной коры;
- 2) *Ориентация линейных форм рельефа* – прямолинейных участков русел рек и других эрозионных форм, уступов между разновысотными ступенями рельефа; изменения в их ориентации означают переход к другим видам тектонических напряжений;
- 3) *Тип рисунка речных долин* тесно связан с направлением и крутизной наклона поверхности.

Прогноз месторождений

Губерман Ш.А., Жидков М.П., Пиковский Ю.И., Ранцман Е.Я.
О некоторых критериях нефтегазоносности морфоструктурных узлов (Анды Южной Америки) // Доклады АН СССР. 1986. Т.291. №6. с. 1436–1440.

Объекты прогноза: морфоструктурные узлы с радиусом 75 км.

Обучение: известные крупные месторождения нефти и газа на прогнозируемой территории.

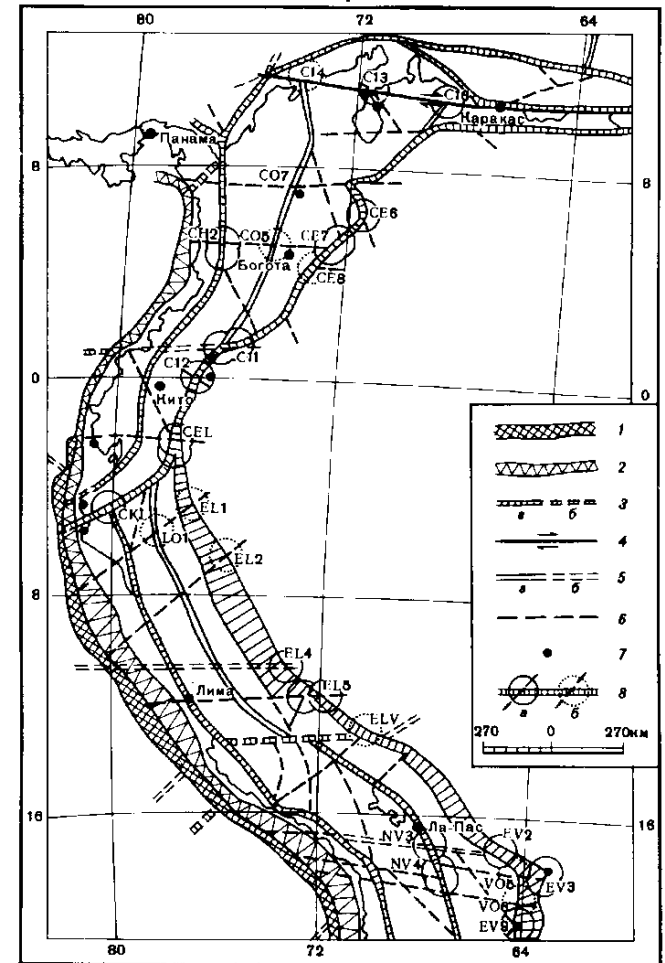


Рис. 1. Схема морфоструктурного районирования горного пояса

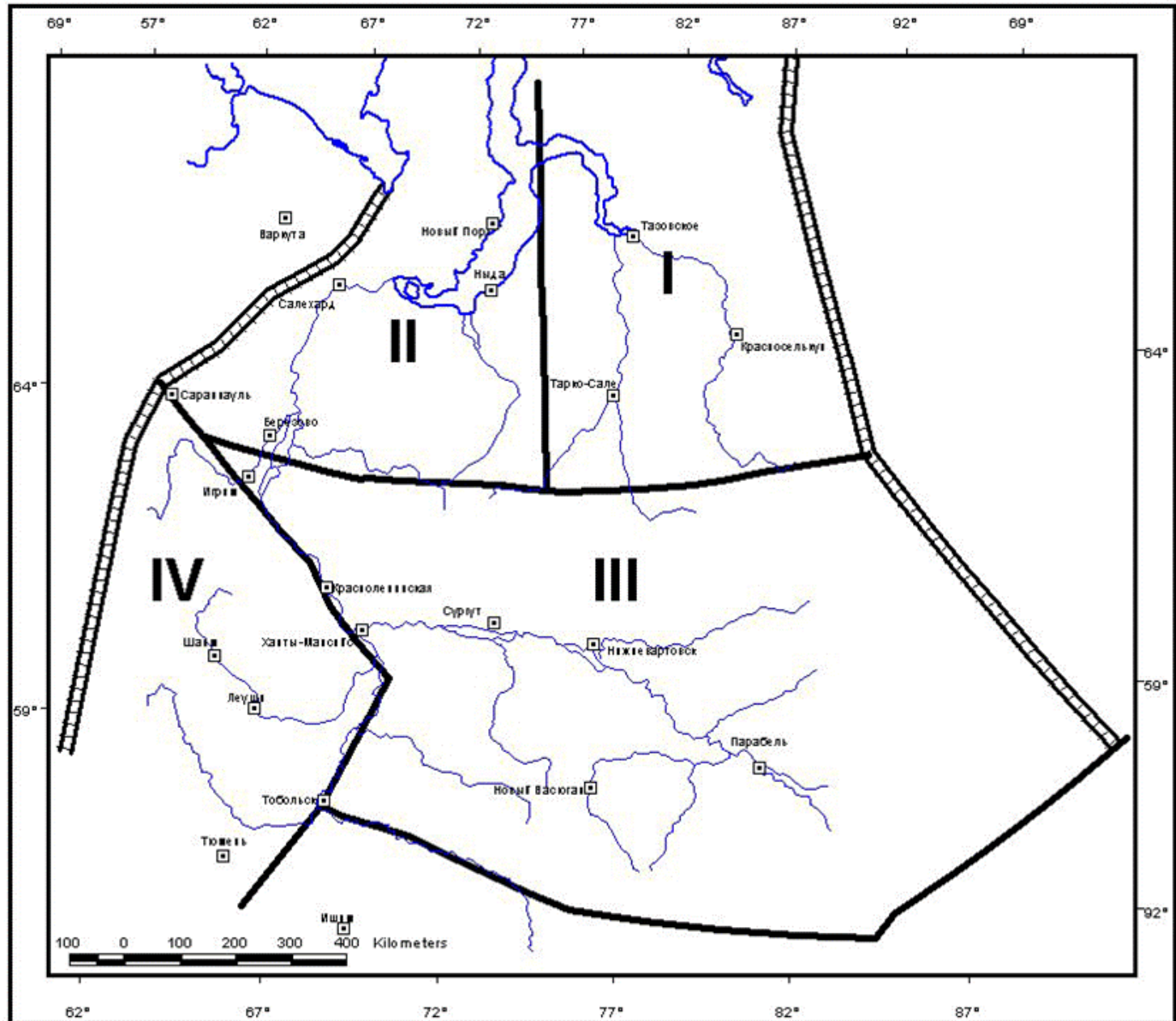
Компьютеризация прогноза месторождений

Цель: автоматизировать процесс создания карт морфоструктурного районирования

Задачи:

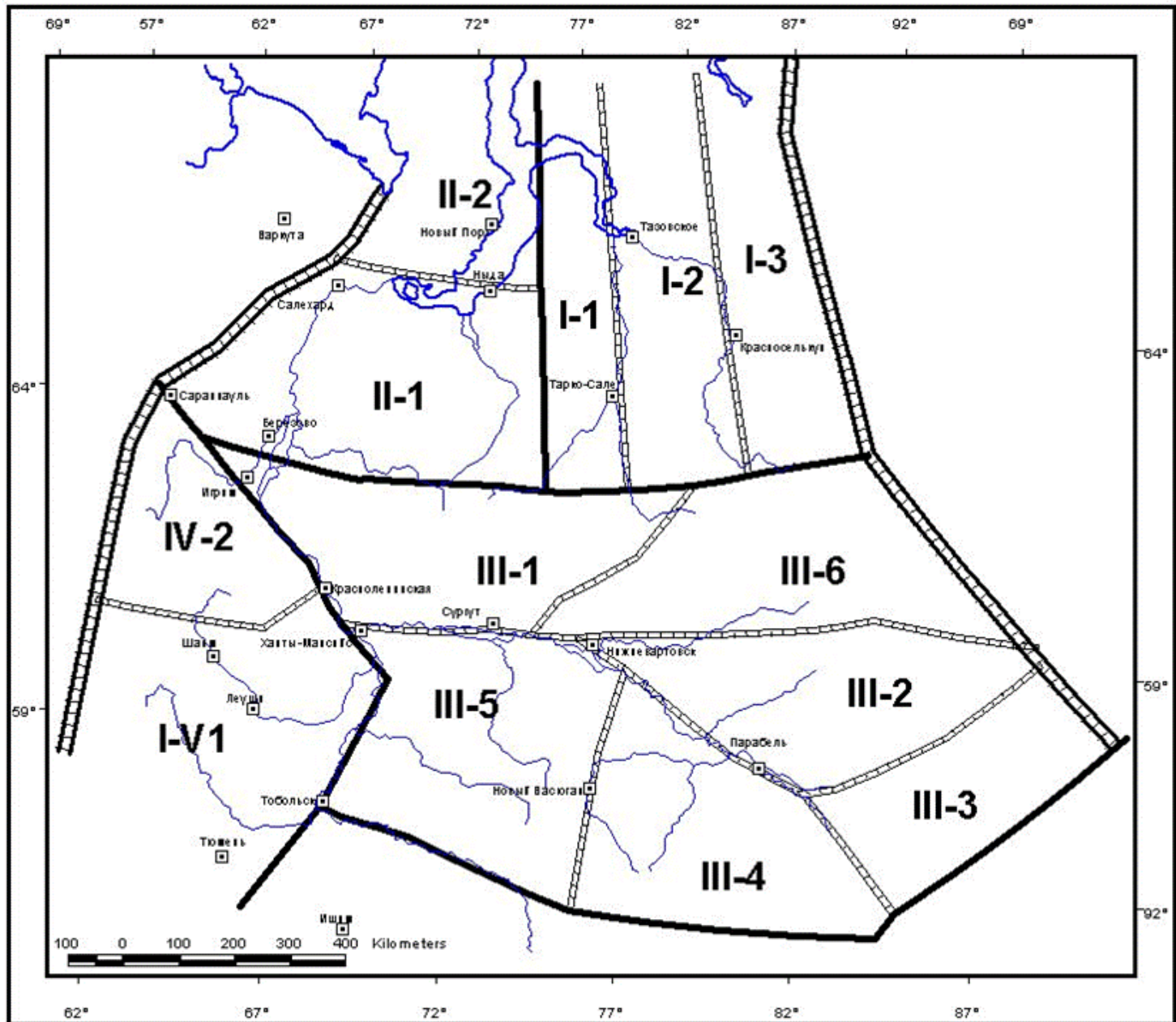
1. Разработать алгоритмы построения морфоструктурных линеаментов, блоков и узлов по картам, представленным в электронном виде.
2. Разработать методы проверки разделения территории на блоки с помощью анализа информативных признаков рельефа на границах блоков.
3. Разработать инструмент (набор инструментов) в системе ArcGIS для выполнения морфоструктурного районирования.

Блоки 1-го ранга – макроблоки



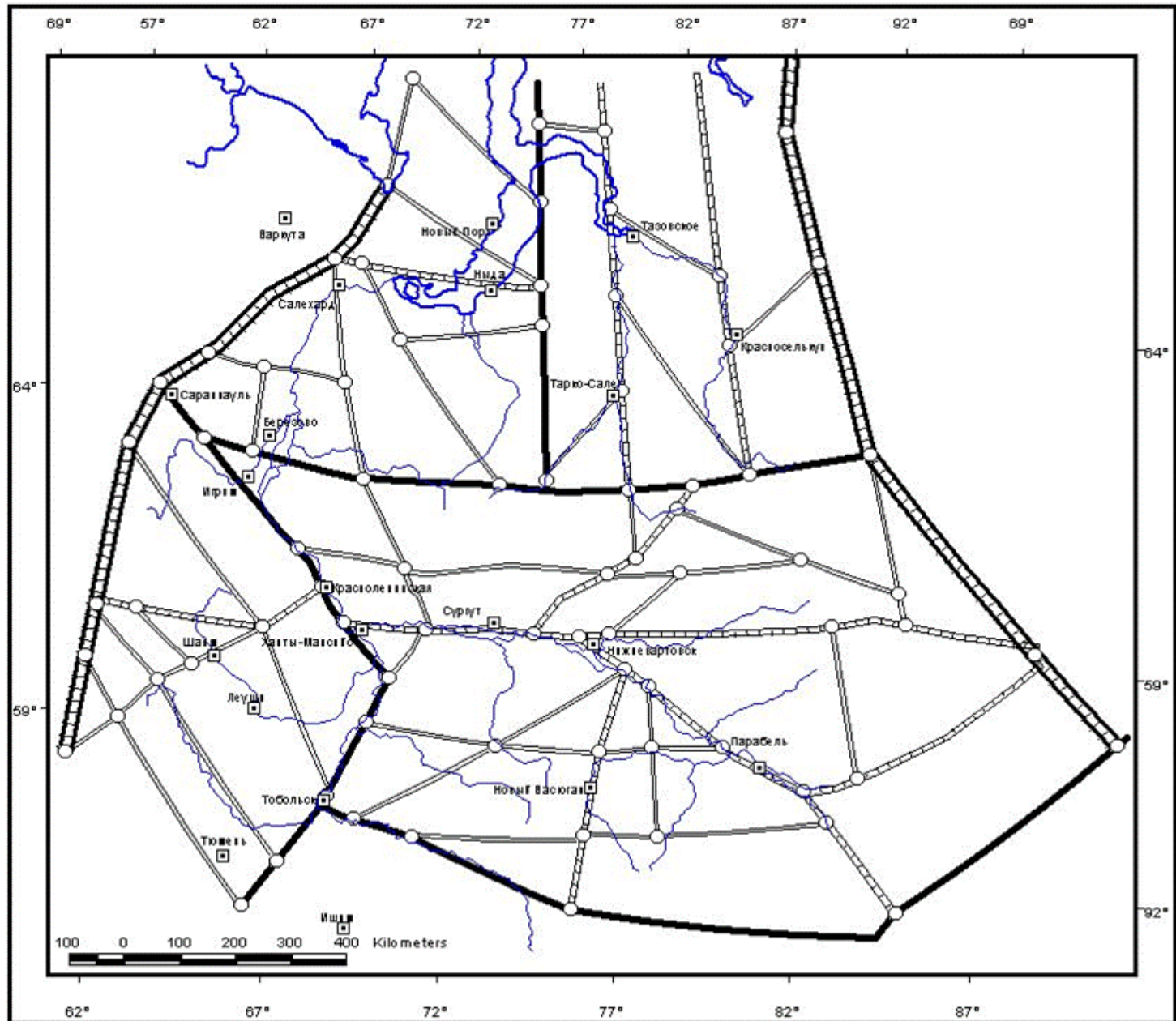
Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Блоки 1-го и 2-го рангов



Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Блоки 1-го, 2-го и 3-го рангов



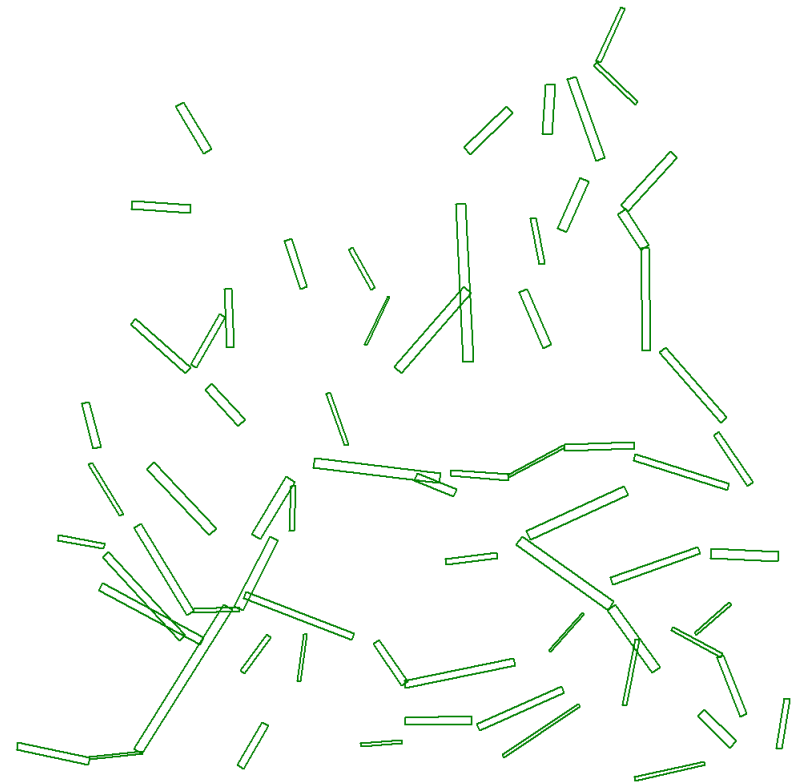
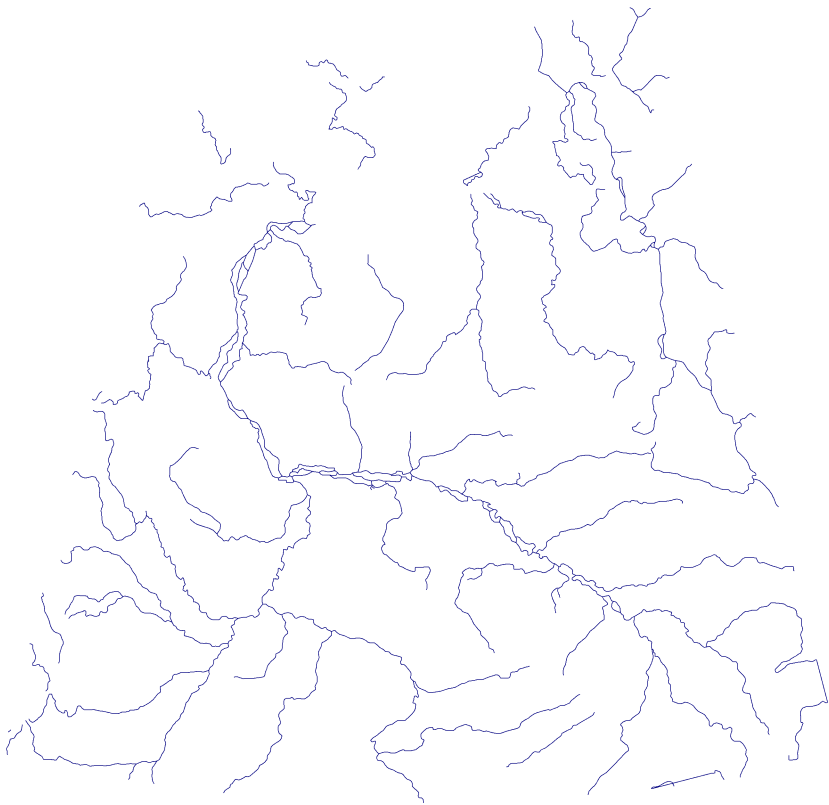
Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Построение каркаса

Построение длинных прямолинейных участков речных долин

Вход – речная сеть на 10-миллионке (в 1 см 100 км)

Выход – набор прямолинейных отрезков речных долин («пеналы по крупным рекам»)

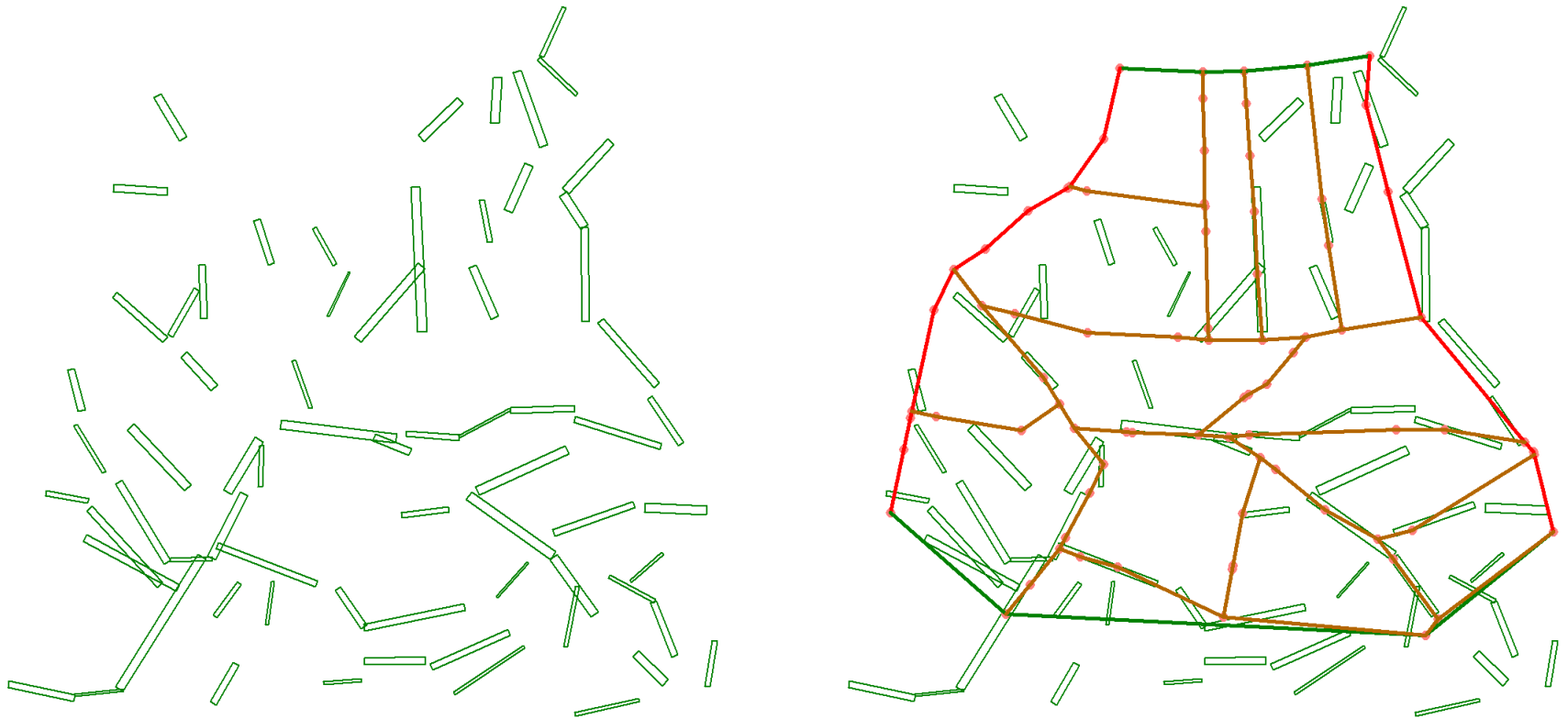


Построение каркаса

Построение линеаментов первого и второго рангов

Вход – набор прямолинейных отрезков речных долин

Выход – каркас

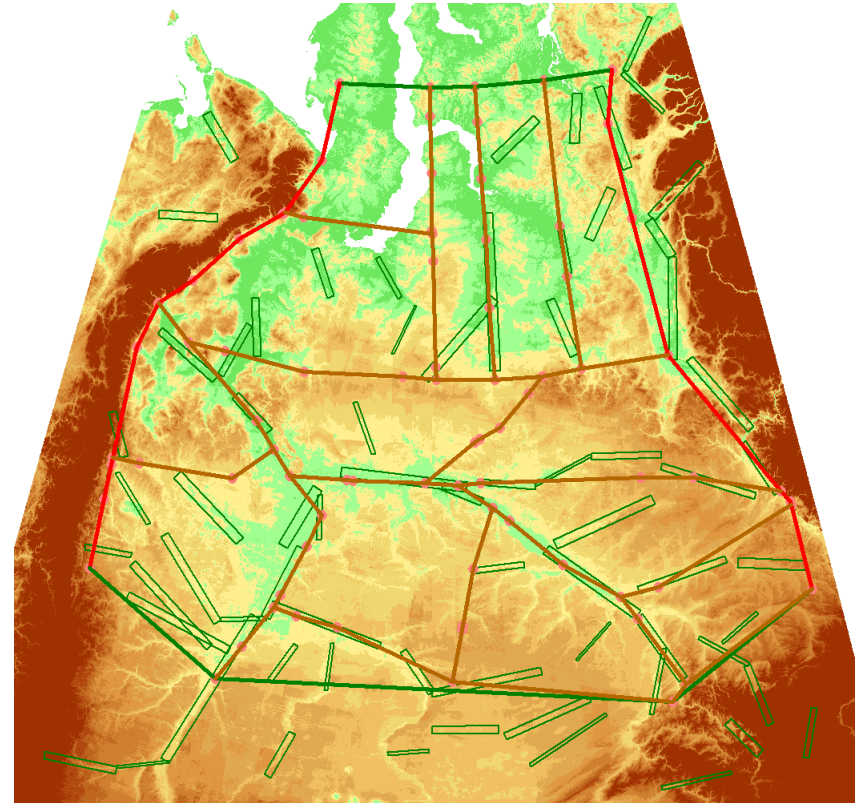
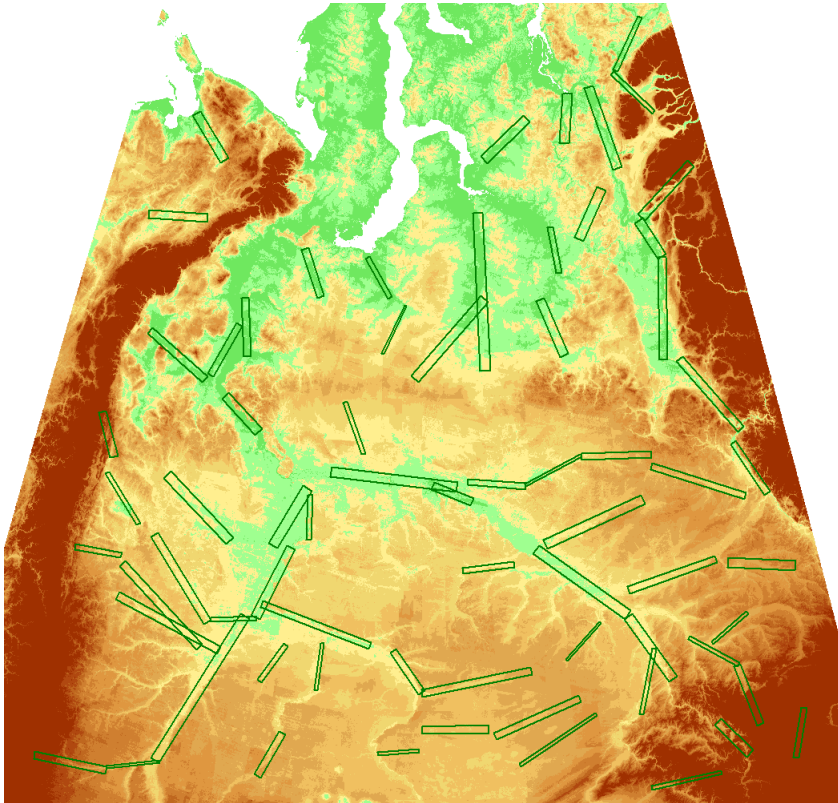


Построение каркаса

Построение линеаментов первого и второго рангов

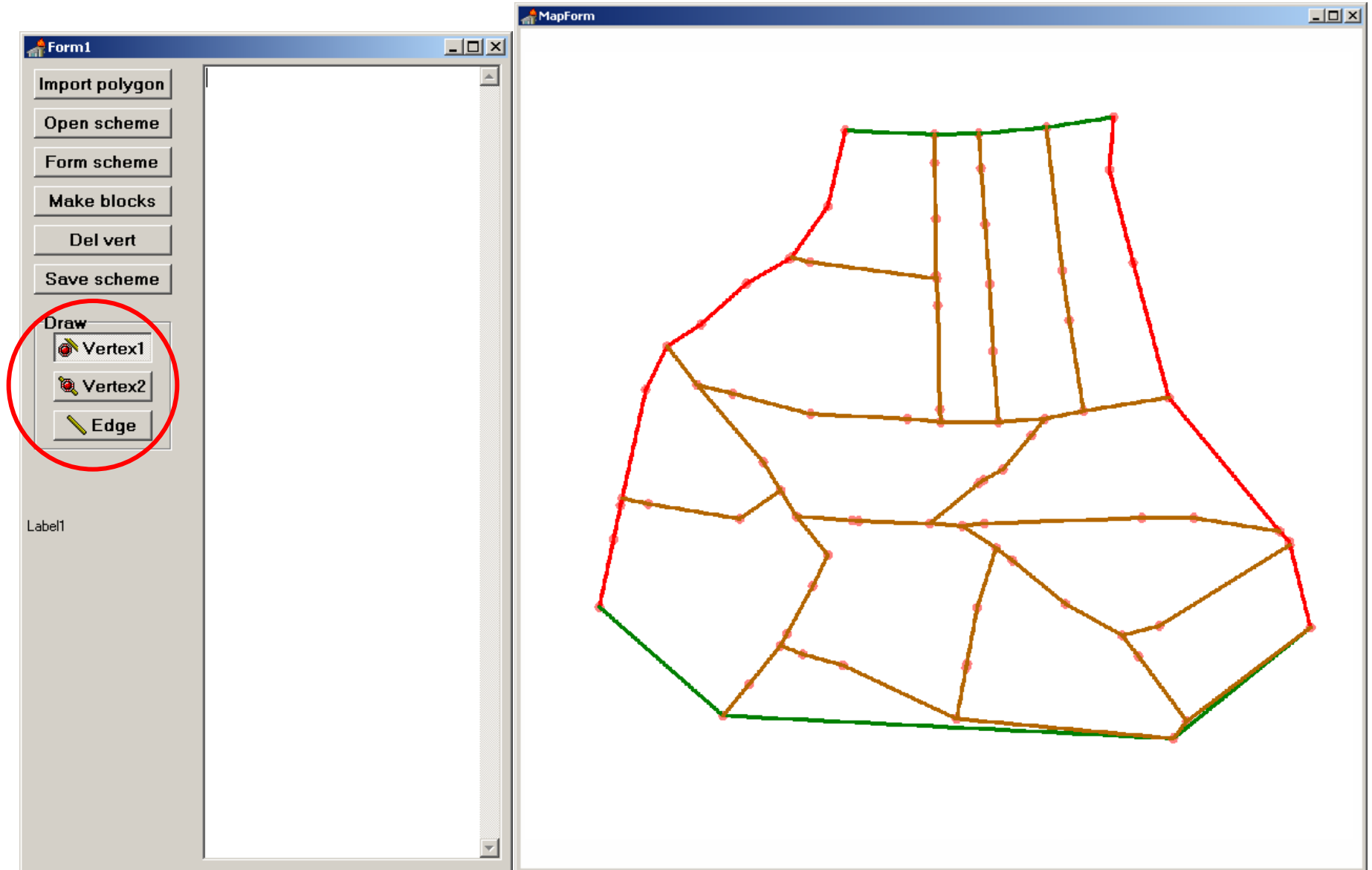
Вход – набор прямолинейных отрезков речных долин

Выход – каркас



Неудача...

Построение каркаса вручную



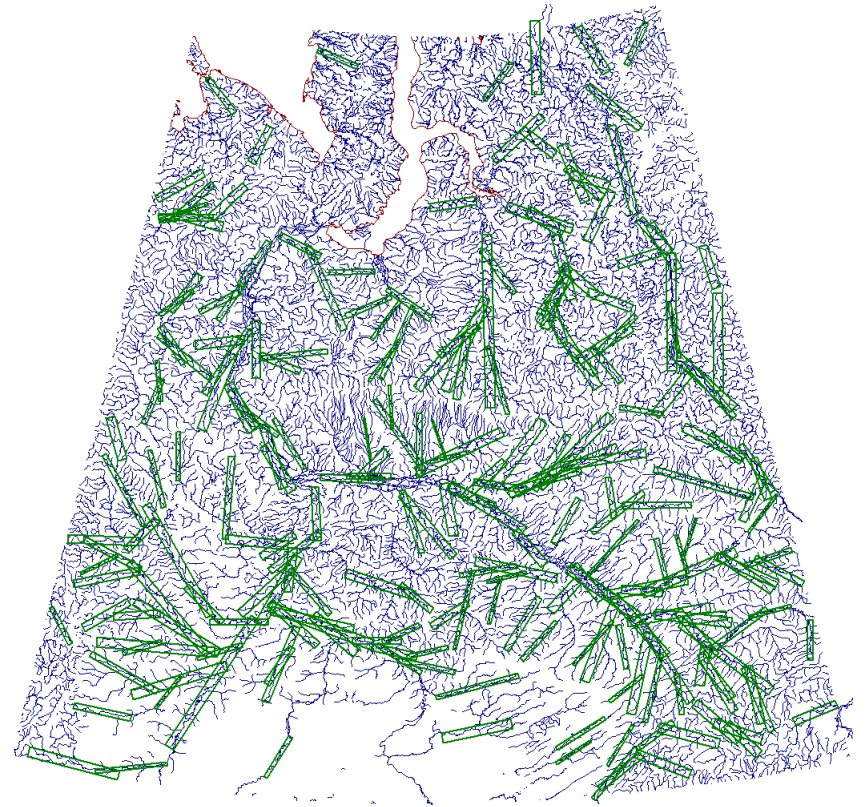
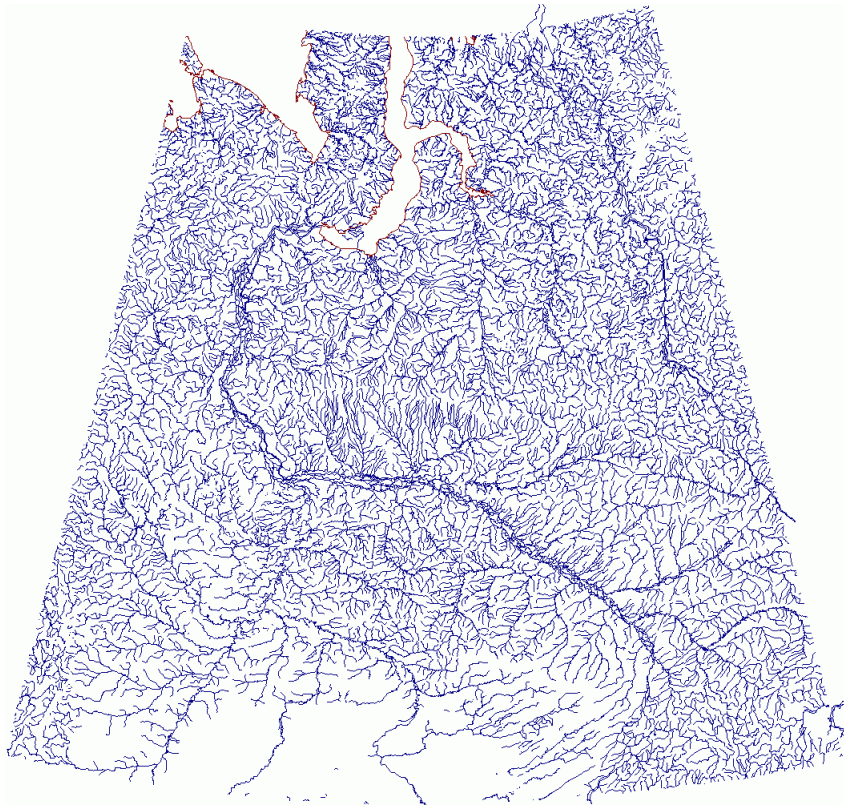
Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Построение морфоструктурной схемы

Построение длинных прямолинейных участков долин

Вход – речная сеть на 2.5-миллионке (в 1 см 25 км)

Выход – упорядоченный набор прямолинейных отрезков речных долин

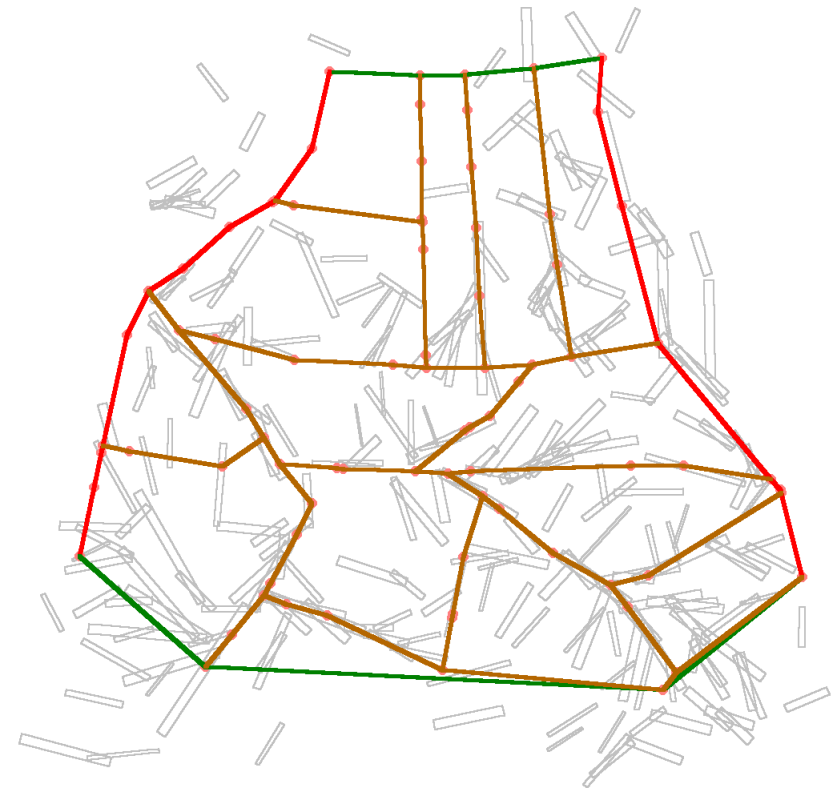
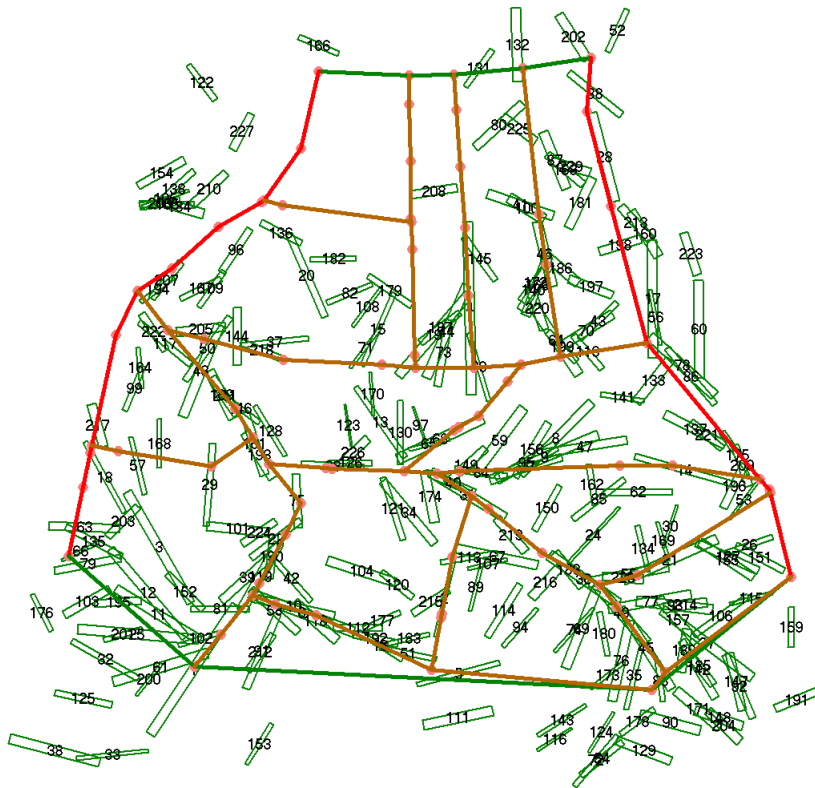


Построение морфоструктурной схемы

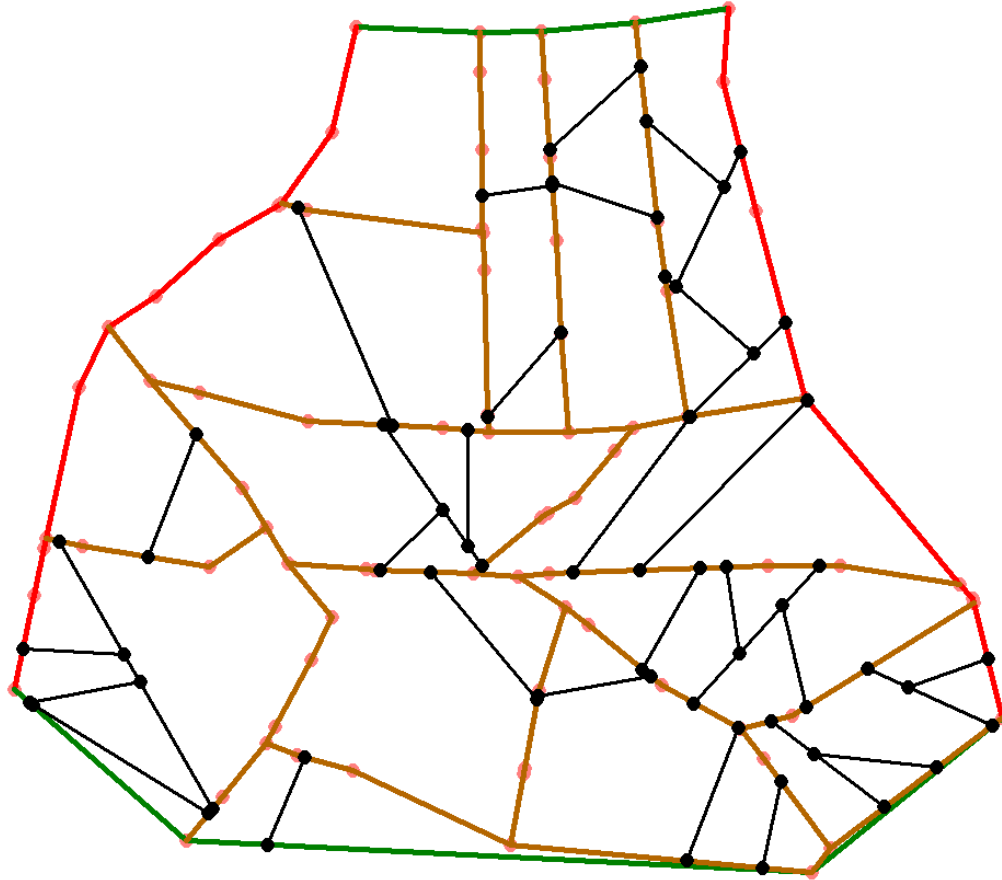
Построение предварительных блоков по прямолинейным участкам долин и каркасу

Входы – набор прямолинейных отрезков речных долин, построенный ранее каркас

Выход – разбиение территории на блоки



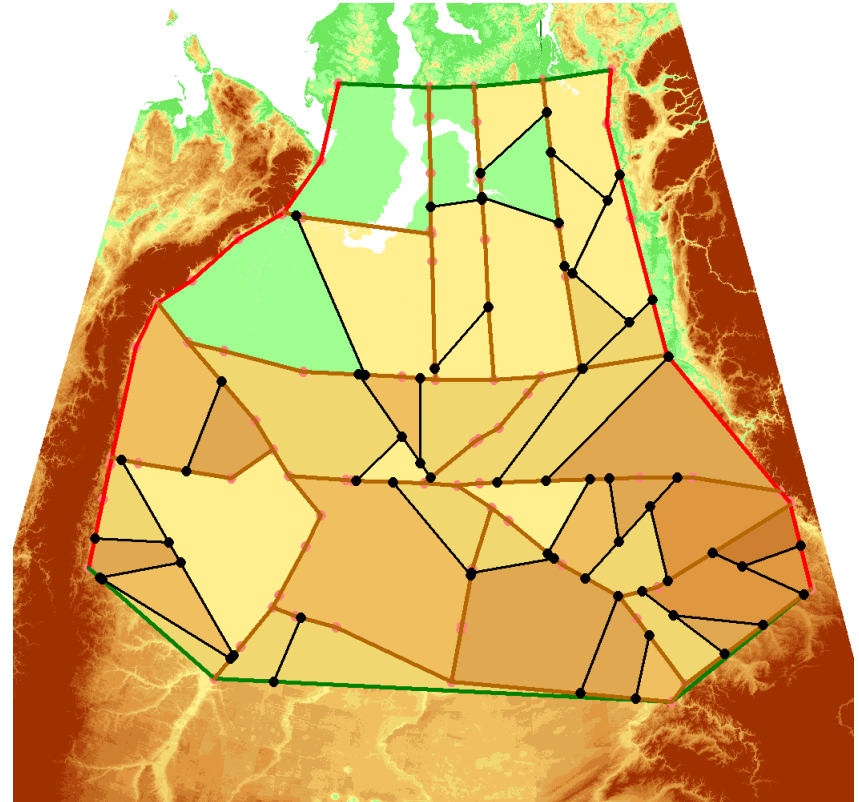
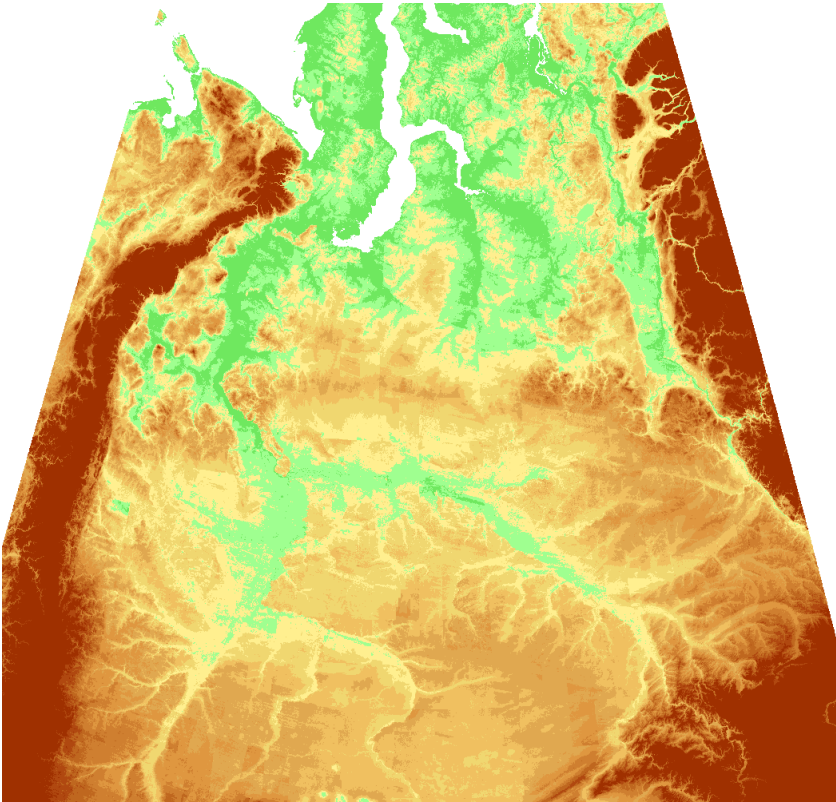
Построенная морфоструктурная схема



Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Проверка морфоструктурной значимости разбиения на блоки

Расчёт средних высот в блоках

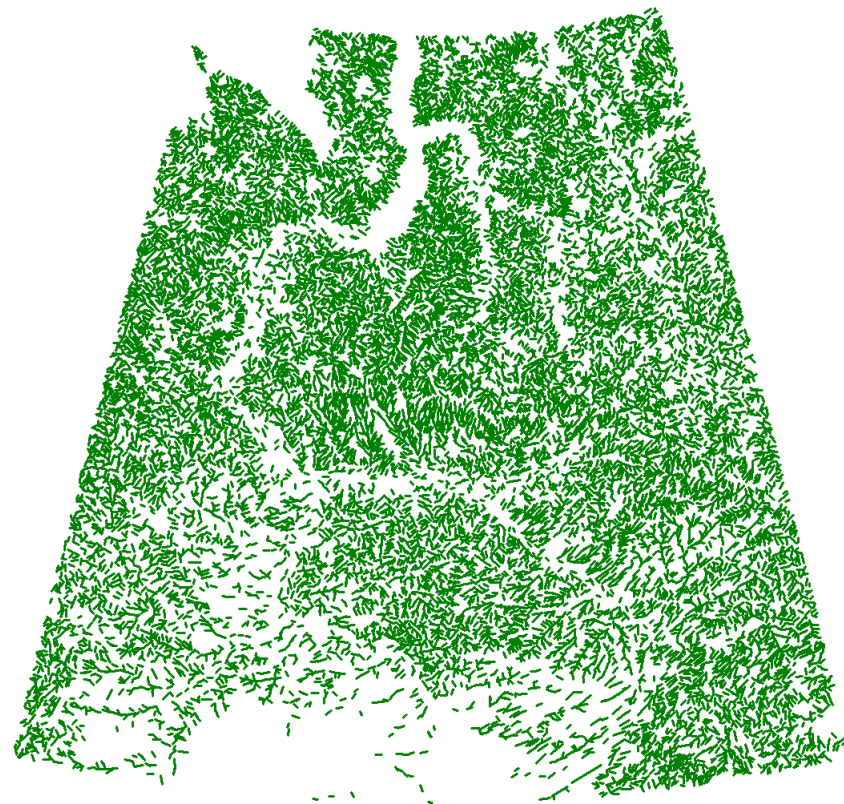
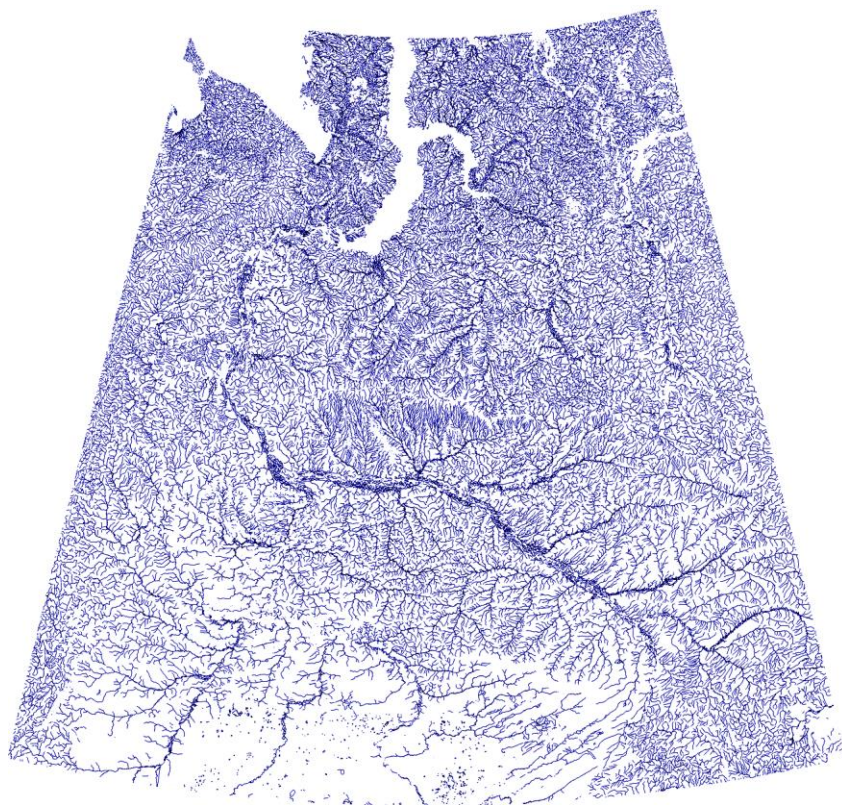


Проверка морфоструктурной значимости разбиения на блоки

Построение линейных элементов рек длиной 10 км

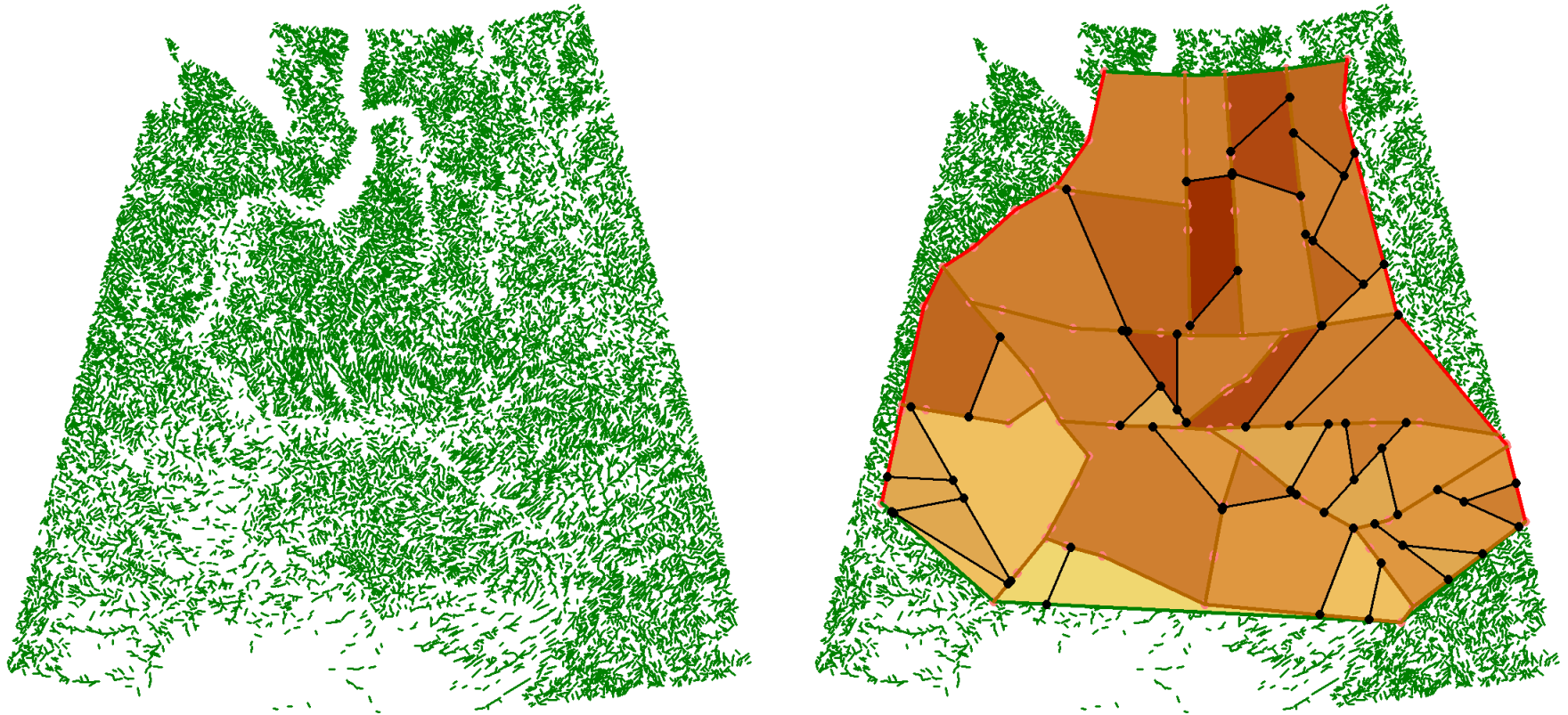
Вход – речная сеть на миллионке (в 1 см 10 км)

Выход – набор линейных элементов



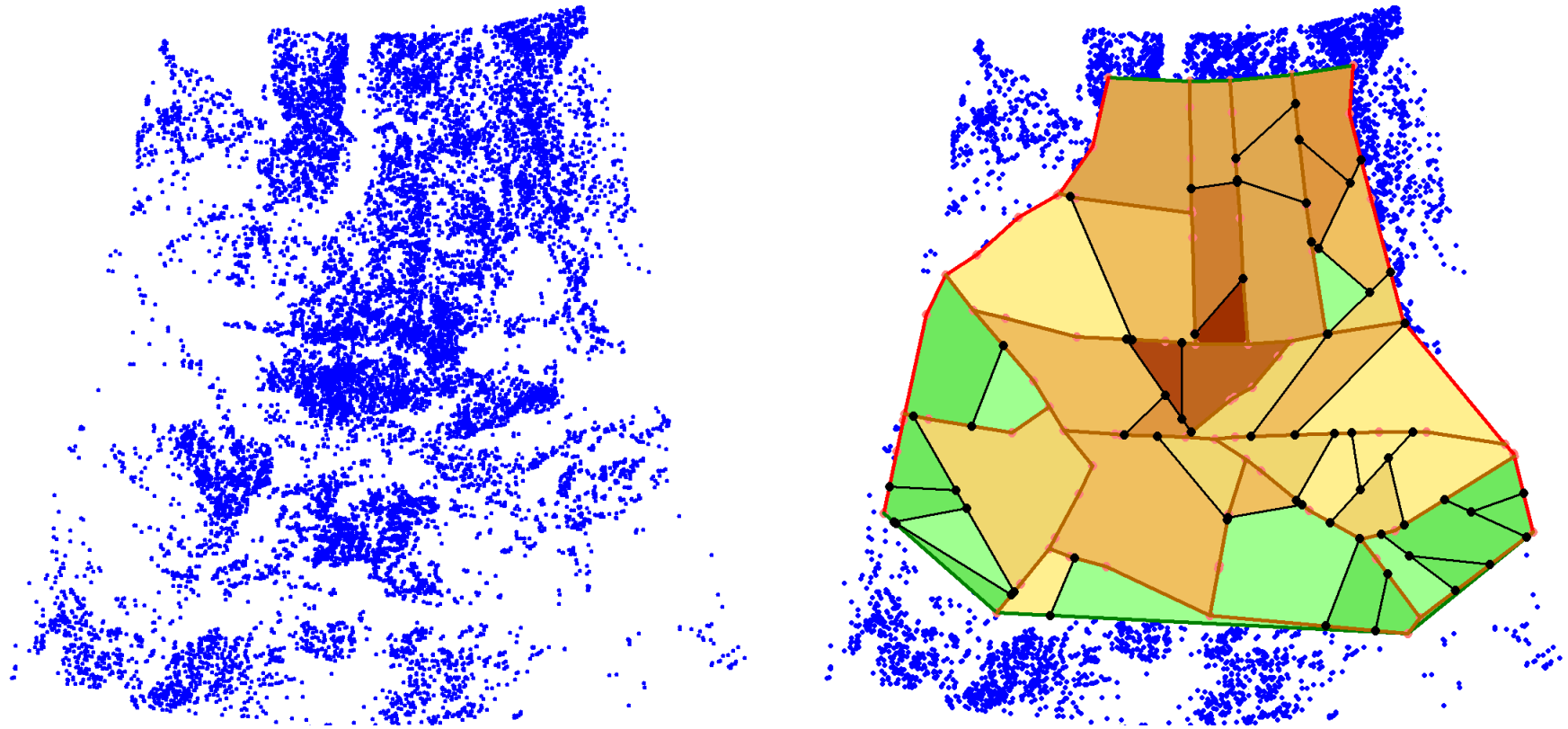
Проверка морфоструктурной значимости разбиения на блоки

Плотность линейных элементов в блоках

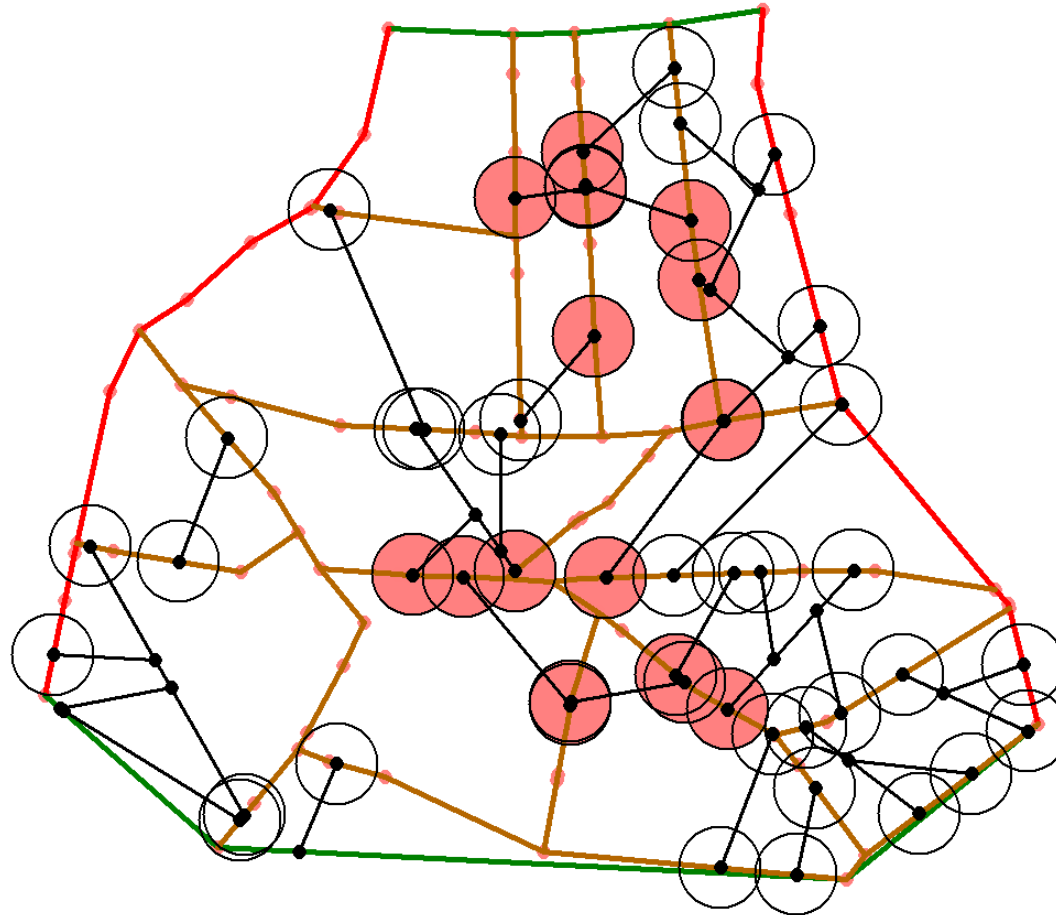


Проверка морфоструктурной значимости разбиения на блоки

Плотность озер в блоках

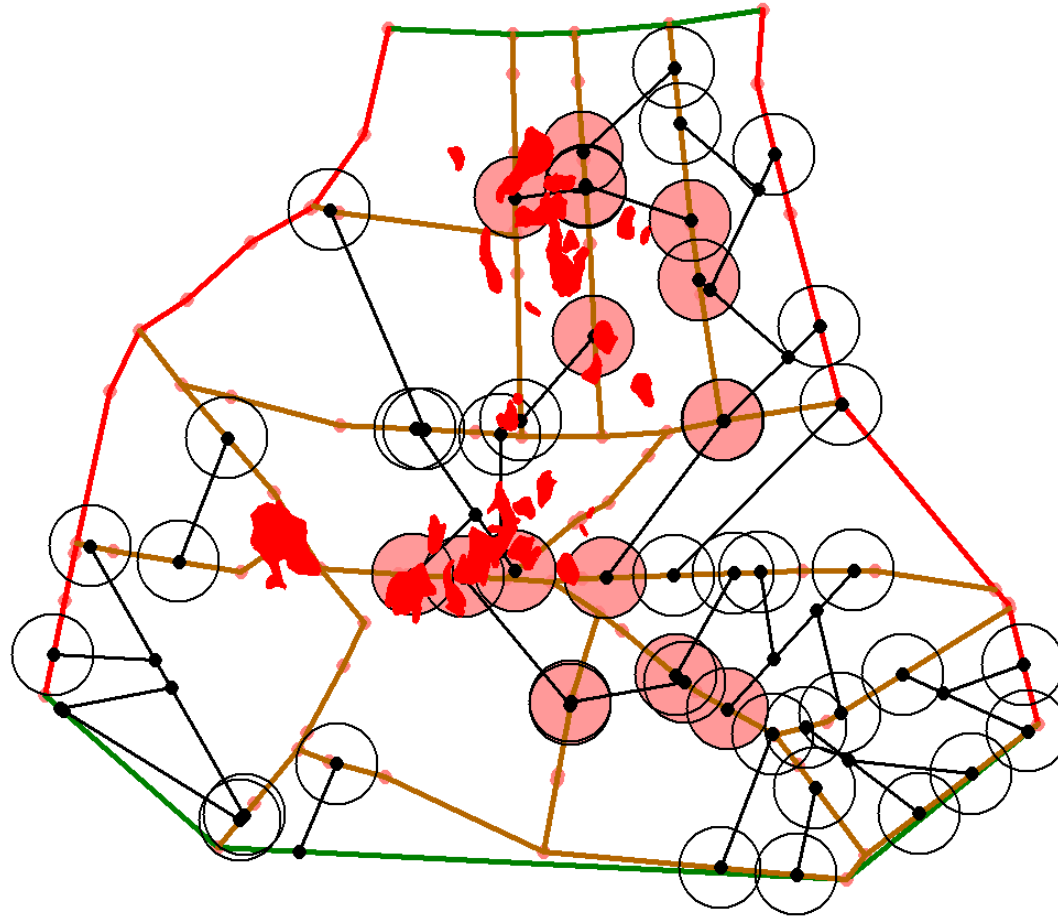


Прогноз



Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Прогноз



Компьютерный прогноз крупных нефтяных месторождений

Основные трудности

1. Разнородность используемой для районирования информации.

Карта рельефа – растр или триангуляционная сеть.

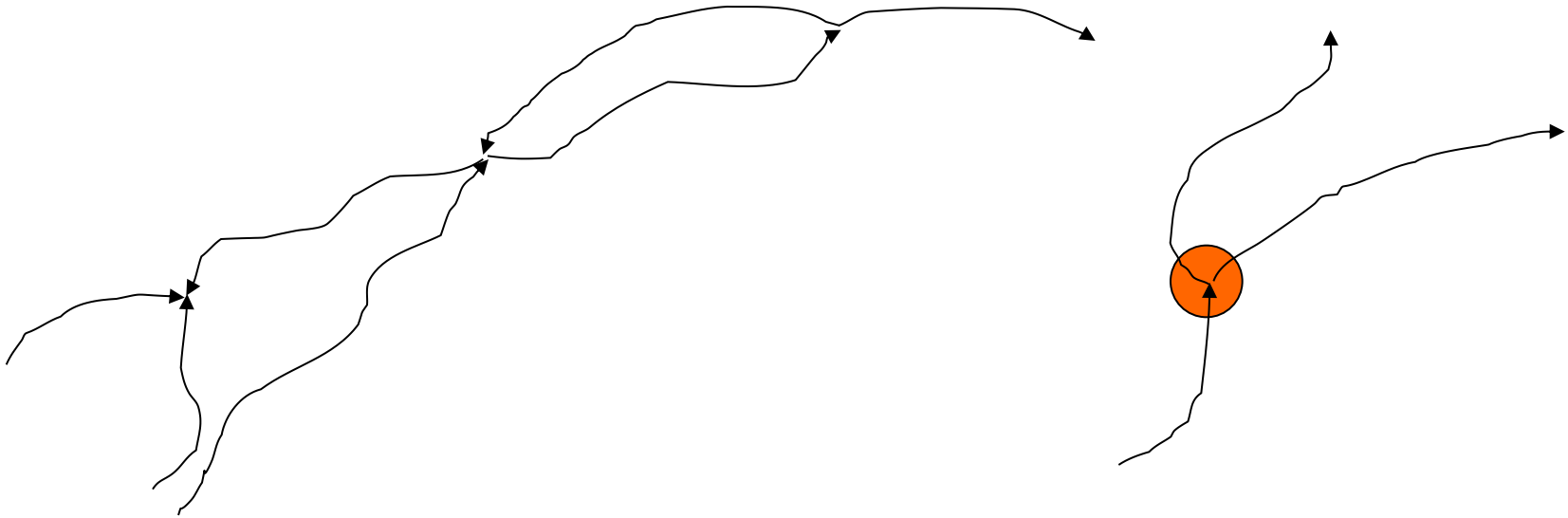
Карта речной сети – векторная, в виде набора ломаных линий, но широкие реки бывают представлены отдельным слоем в виде многоугольников («полигональные реки»).

Карта озёр – векторная, озёра представлены в виде многоугольников.

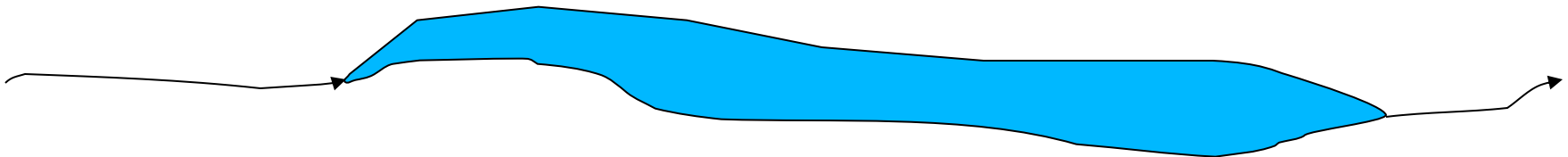
Как было показано, одних карт речной сети разного масштаба недостаточно.

Основные трудности

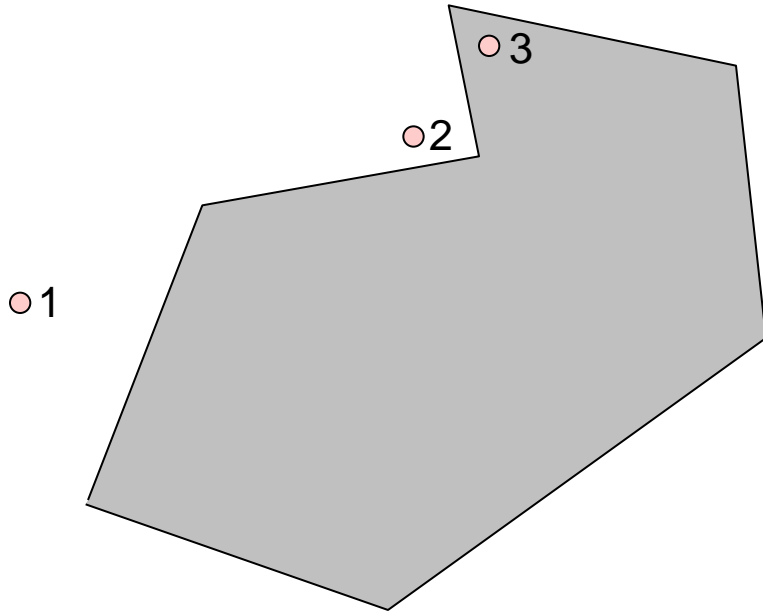
2. Отсутствие «стандарта» в представлении рек на картах.



3. Сложно встроить в алгоритм полигональные реки.



Работа с плоским графом



Морфоструктурный блок представляет собой многоугольник (не обязательно выпуклый), заданный координатами своих вершин. Определите, находится ли каждая из точек 1, 2 и 3 внутри этого блока или вне его?

Исполнители

Елизавета Яковлевна Ранцман – морфоструктурное районирование

Майя Павловна Гласко – идея компьютеризации процесса районирования

Юрий Иосифович Пиковский – идея поиска нефти в узлах, работа с ArcGIS

Шеля Айзекович Губерман – разработка алгоритмов (растровые карты)

Вадим Викторович Максимов – разработка алгоритмов, программирование

Сергей Михайлов — программирование (90-е годы)

Наталья Ковач — работа с системой ArcGIS (2011 г.)

Павел Максимов — работа с ArcGIS, программирование (2011 – 2013 гг.)