

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНЫХ (РАВНОЯЧЕЕЧНЫХ) КАРТ ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТЕРРИТОРИЙ

М.Н. Григорьев, Д.М. Остроумов, В.Б. Попов

Геологический консультационный центр «ГЕКОН», гг. Москва – Санкт-Петербург, Россия

Геоинформационные системы - это комбинация интерактивной графической системы с базой данных, в которой хранятся как геометрические, так и предметные данные геометрических объектов, являющихся постоянно действующей моделью реальных пространственных отношений. Исходными данными могут быть карты, результаты измерений, фотоснимки и алфавитно-цифровые документы. Геоинформационные системы решают вопросы интеграции, хранения, выборки, переработки, анализа и отображения больших объемов пространственных данных, а также служат средством анализа данных в задачах управления и принятия решений.

Для достижения максимальной эффективности ГИС при проведении пространственного анализа минерально-сырьевой базы углеводородного сырья необходимо решение следующих вопросов (Рис 1):

- определение целей применения ГИС и задач, решаемых системой;
- сбор, организация и ввод картографической и тематической информации в ГИС;
- статистический и пространственный анализ данных;
- решение проблем обеспечения пользователей пространственными данными и результатами их анализа;
- оценка эффективности ГИС и совершенствование ее работы;
- принятие управленческого решения.



Рис. 1. Используемая технологическая схема подготовки и обработки данных при анализе минерально-сырьевой базы углеводородного сырья

В качестве первостепенных задач пространственного анализа минерально-сырьевой базы углеводородного сырья можно выделить следующие [1]:

1. Анализ минерально-сырьевой базы субъекта федерации в целом, его административных единиц, вертикально-интегрированных компаний и независимых недропользователей с позиций оценки динамики запасов и ресурсов, их воспроизводства; анализ темпов прироста запасов и добычи; анализ движения запасов по месторождениям, лицензионным участкам, недропользователям, административным районам и субъекту в целом; анализ эффективности геологоразведочных работ.
2. Выделение объектов для планирования первоочередных объектов геологоразведочных работ и переоценки.

3. Выделение групп трудноизвлекаемых запасов и анализ качества углеводородного сырья с целью оценки технологических и экономических характеристик разработки конкретного ресурсного объекта.

Объектами пространственного анализа могут являться: залежи, купола, месторождения, недропользователи распределенного и нераспределенного фондов недр, нераспределенный фонд недр, элементы тектонического районирования, нефтегазоносные комплексы, а также субъект федерации в целом (Григорьев М.Н. и др., 2001г.).

Методика пространственного анализа, разработанная специалистами ГКЦ «Гекон» позволяет проводить анализ более чем по 100 параметрам, результатом которого являются тематические карты общим числом более 300. Данная методика пространственного анализа средствами геоинформационных систем защищена патентом Российской Федерации на промышленный образец № 48852, приоритет от 24.03.2000г. «Атлас тематических карт «Минерально-сырьевая база углеводородного сырья (нефть, газ, конденсат)»[2]. При помощи данной методики проведен анализ минерально-сырьевой базы углеводородного сырья на 13 субъектах Российской Федерации.

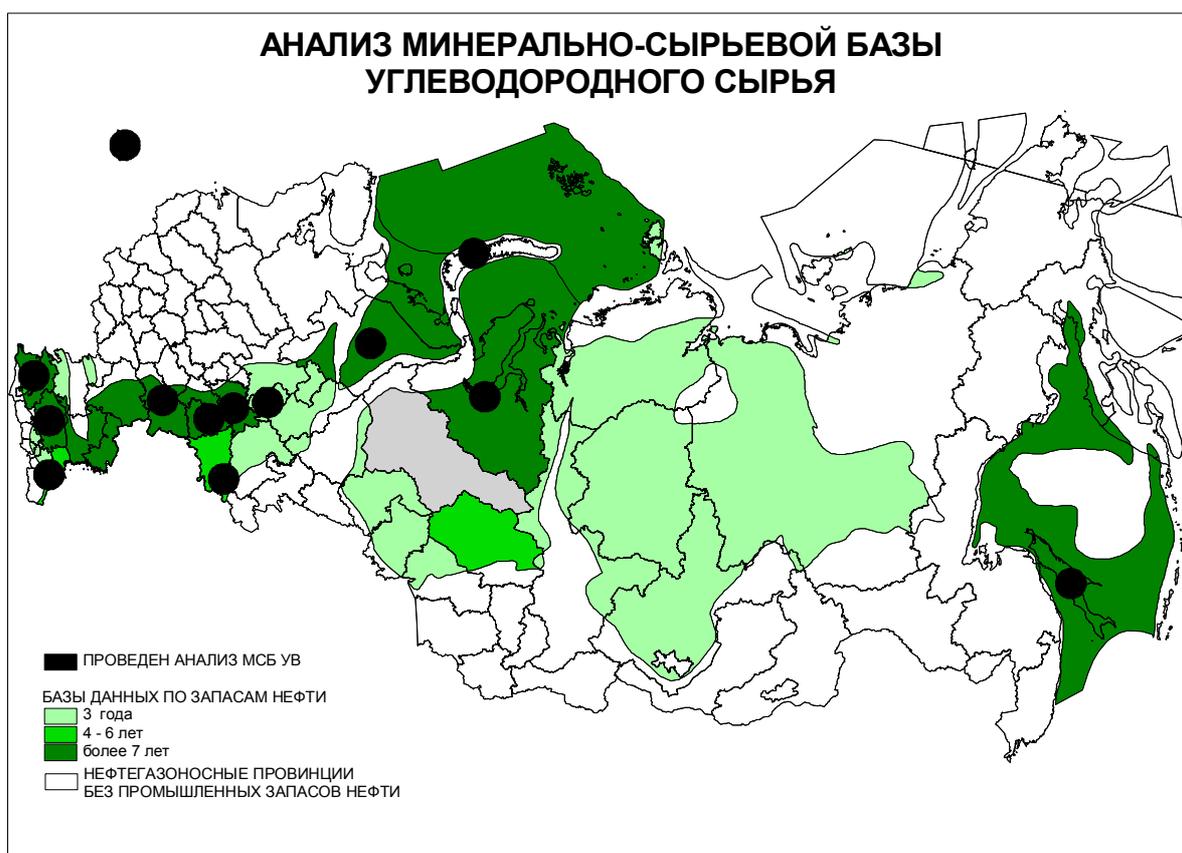


Рис. 2. Субъекты федерации, для которых проведен анализ минерально-сырьевой базы углеводородного сырья

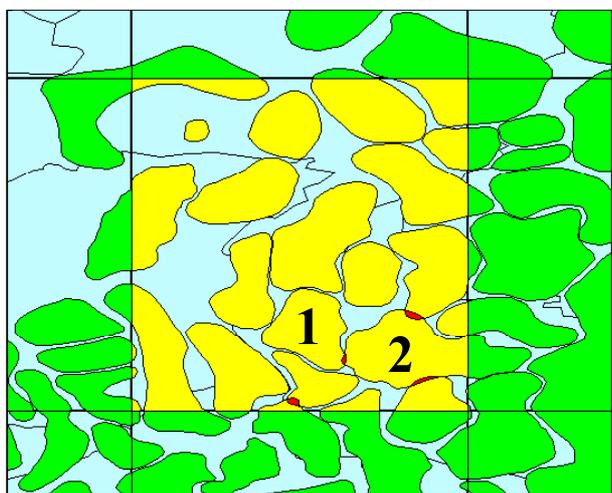
В процессе управления фондом недр возникает вопрос о предоставлении недр в пользование с целью освоения природных ресурсов, заключенных в недрах. Как и любая другая хозяйственная деятельность в условиях рыночной экономики, освоение недр должно приносить прибыль. При этом должны учитываться экономические интересы всех сторон – государства в лице органа управления фондом недр как собственника недр, предприятия-недропользователя как инвестора и субъекта, осваивающего недра. Трудности, возникающие при геолого-экономической оценке минерального сырья, зачастую связаны с интеграцией оценок, выполненных для параметров, имеющих различную степень локализации. Если запасы и перспективные ресурсы имеют четкую географическую (объектную) приуроченность, то прогнозные ресурсы оцениваются для элементов территорий более низкого порядка (например, нефтегазоносные районы или области). Существует метод приведения ресурсов (и запасов) к запасам промышленных категорий путем применения переводных коэффициентов, но это не помогает решить вопрос об их локализации. Принято допущение, что, как правило, прогнозные ресурсы распределены в пределах всего элемента нефтегеологического районирования равномерно, располагаясь вне выделенных локальных объектов (месторождений, перспективных структур и т.п.). Поэтому, при ГЭО выполняются две оценки – локализованных и нелокализованных запасов и ресурсов и возникает

проблема интеграции обеих оценок в единое пространство. Следующим обстоятельством является то, что различные виды полезных ископаемых имеют несовпадающую пространственную локализацию, что создает трудность при комплексной стоимостной оценке природных ресурсов территорий. Немаловажно то, что распределение зон с различными степенями рисков освоения (например, экологических) также имеют самостоятельную локализацию. Представленная выше методика не позволяет абстрагироваться от координатной привязки объектов анализа. Например, если запасы и перспективные ресурсы привязаны к выделенным объектам и имеют четкую географическую (объектную) приуроченность, то прогнозные ресурсы оцениваются для элементов территорий более низкого порядка (например, нефтегазоносные районы или области) при предположении об их равномерном распределении.

Перечисленные обстоятельства приводят к выводу о необходимости проведения оценки не объектов, а территорий в целом, представленных в виде системы равномерных ячеек (кластеров или пикселей). Размер ячеек, используемых для анализа, определяется исходя из среднего размера выявленных месторождений и перспективных объектов территории. Размер кластера обосновывается, исходя из принципа описывания объекта кластером или группой кластеров. Таким образом, размер ячейки варьируется в зависимости от размеров оцениваемых объектов. Основное преимущество данного подхода – абстрагирование от оцениваемых объектов, от их физических и географических границ, размеров и положений. Кластерное построение карты позволяет проводить оценку ресурсов применительно к произвольно заданной территории – региону, району, округу и т.п., – осуществлять планирование лицензионных участков и т.п. Особую значимость данный методический подход приобретает при оценке нелокализованных ресурсов. Вследствие описанных выше преимуществ представляемого алгоритма оценки (сопоставимость, абстрагированность) возможно последовательное использование различных методов стоимостной оценки, отличающихся по степени детальности и точности. При поступлении дополнительных данных осуществляется корректировка проводимой оценки, то есть созданный алгоритм проведения стоимостной оценки является основой создания постоянно действующей модели стоимостной оценки природоресурсного потенциала территорий. Таким образом, мы получаем суммарную (интегральную) стоимостную оценку территорий как по различным классам объектов, так и по различным характеризующим их параметрам (например, запасы и ресурсы), а главное – по различным видам природных ресурсов (нефть, газ, уголь, вода, лес и т.п.) и видам рисков.

Основной показатель оценки – стоимость запасов и ресурсов. Так как полученная стоимость привязана к территории, а не к объекту, то, соответственно, достигается еще одно важное преимущество – сопоставимость различных оценок. То есть, оценивая, например, ценность запасов, мы легко можем сопоставить ее с ценностью нелокализованных ресурсов, а главное – сложить две стоимости. Подобное невозможно при использовании традиционных оценок, которые привязываются к конкретным объектам.

Для обеспечения возможности проведения кластерного анализа в ГКЦ «Гекон» разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее производить расчет распределения параметров по равномерной произвольно задаваемой сети [3]. На Рис. 3 представлена схема построения кластера. Из рисунка следует, что значения объектов, попавших в ячейку (кластер) целиком суммируются. Если же объект входит в ячейку только какой-то своей частью, то в кластере суммируется значение параметра объекта, пропорциональное площади объекта, вошедшего в кластер. При наложении объектов друг на друга значения областей наложения также суммируются по отдельности пропорционально площади наложения. Для производства такого анализа принято допущение, что, как правило, прогнозные ресурсы распределены в пределах всего элемента нефтегеологического районирования равномерно, располагаясь вне выделенных локальных объектов (месторождений, перспективных структур и т.п.) [3].



- 1 – Контур месторождения в пределах ячейки;
- 2 – Наложение контуров месторождений в пределах ячейки

Рис. 3. Схема построения кластера

Панель диалога модуля создания равномерной сети и последующих расчетов анализируемых параметров по созданной сети приведена на Рис. 4.

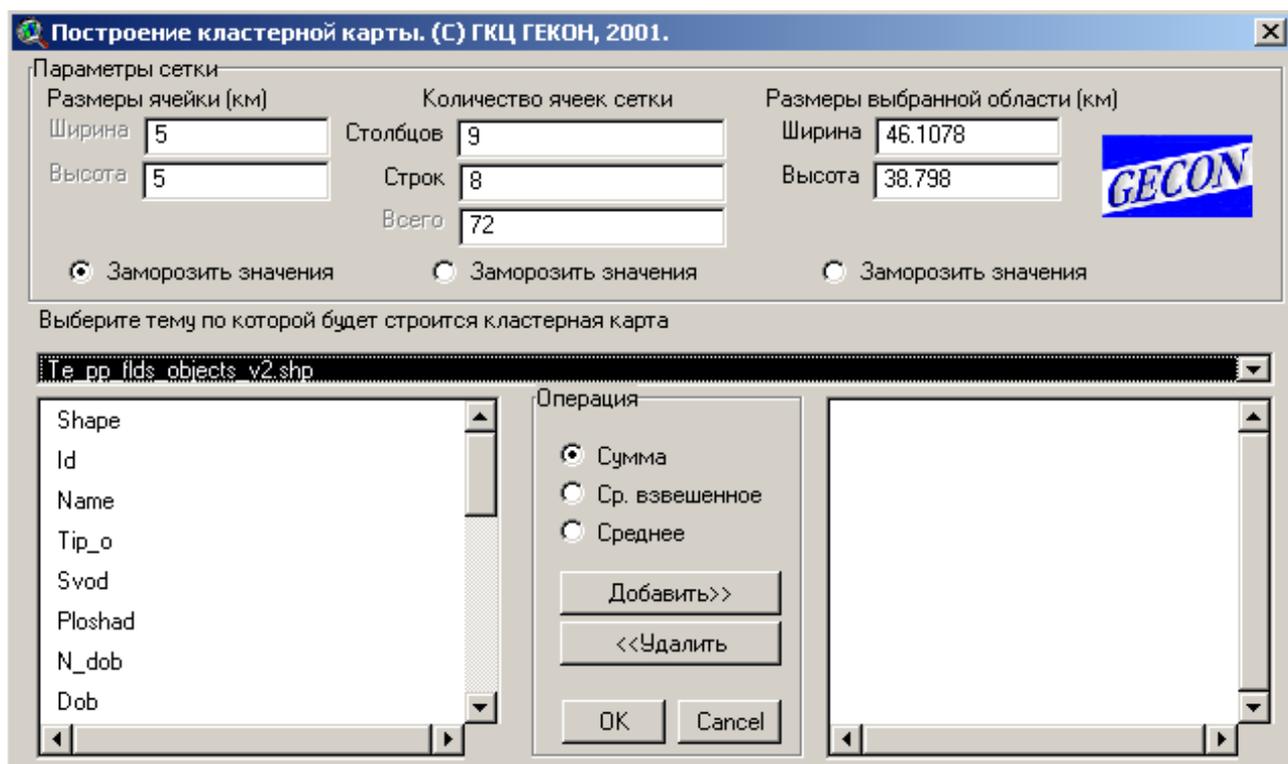


Рис. 4. Панель диалога модуля расчета кластерной карты

Модуль обеспечивает следующие возможности:

1. Выбор параметров сетки: размера ячейки (в километрах); размера расчетной области (в километрах); количества строк и столбцов в расчетной сетке.
2. Выбор тематического слоя, по которому строится кластерная карта, содержащего атрибутивную таблицу, по значениям которой считаются значения ячеек сетки.
3. Возможность создать: предварительную сетку, которая может подгружаться как сеточный файл (основа); расчетный файл на основе уже выбранной (созданной) сетки, с последующей его подгрузкой для расчета других параметров; возможность расчета другого параметра после создания сеточного файла и расчетного файла.
4. Возможность коррекции (UserRect) границ расчетной области пользователем по изображению на экране.

Представленный методический подход к проведению стоимостной оценки природных ресурсов, алгоритм ранжирования территорий по степени инвестиционной привлекательности и анализ влияния качества запасов на стоимостную оценку были апробированы для территорий ряда нефтедобывающих субъектов федерации европейской части России. Применение данной методики позволяет объединить результаты анализа влияния отдельных видов запасов и рисков их освоения на конечный эффект освоения всех природных ресурсов в единое информационное поле интегральной стоимостной оценки. Пространственное представление результатов анализа позволяет решить две группы задач: проведение комплексной оценки природоресурсного потенциала территорий; планирование и оптимизация хозяйственной деятельности. Впервые пространственный анализ на основе кластерных карт был проведен специалистами ГКЦ «Гекон» для территории Республики Татарстан в 2001 году – в результате этого анализа была создана постоянно действующая модель геолого-экономической оценки минерально-сырьевой базы углеводородного сырья Республики Татарстан.

Построение кластерных карт было осуществлено в ГКЦ «Гекон» для экономической оценки и ранжирования территорий по степени инвестиционной привлекательности в рамках работ по созданию постоянно действующей модели геолого-экономической оценки. Инструментом, позволяющим выделить наиболее привлекательные для освоения объекты и территории, является геолого-экономическая оценка (ГЭО) запасов и ресурсов. Методики проведения самой стоимостной оценки в общих чертах описаны в многочисленных публикациях. В работах по стоимостной оценке, проведенных ГКЦ «Гекон», в качестве базисной методики стоимостной оценки используется методика проектного анализа, оперирующая такими понятиями как

дисконтированные потоки наличности. Данная методика представляется наиболее корректной при проведении подобных работ, так как она в полной мере учитывает как выгоды, так и затраты, возникающие при освоении природных ресурсов.

Общая последовательность реализованной в ГКЦ «Гекон» геолого-экономической (стоимостной) оценки природоресурсного потенциала территорий состоит из следующих этапов (при принятии УВС как **базового полезного ископаемого**):

Анализ распределения углеводородов

1. Деление анализируемой территории на элементы нефтегеологического районирования (ЭНГР); в пределах ЭНГР осуществляется оценка распределения ресурсов по нефтегазоносным комплексам (НГК);
2. Привязка месторождений и перспективных площадей – к ЭНГР; залежей – к НГК.
3. Выделение однородных совокупностей (ОС) - отложений нефтегазоносного комплекса в пределах элемента нефтегеологического районирования.

Расчет удельных плотностей запасов для ОС

По месторождениям определяется удельная плотность запасов категорий АВС1 и С2, приведенных к С1. По перспективным площадям определяется удельная плотность ресурсов С3, приведенных к С1. По каждому ЭНГР определяется значение величины удельной плотности ресурсов С3, D1 и D2, приведенных к категории С1. Полученное значение присваивается площади ЭНГР за вычетом площадей месторождений и перспективных участков, находящихся в пределах данного ЭНГР [3]:

$$S_{ЭНГР} = \sum S_{\text{Месторождение}} + \sum S_{\text{ПерспективнаяПлощадь}} + S_{\text{Нелокализованных Ресурсов}}$$

Таким образом, мы получаем значение удельных плотностей текущих запасов и ресурсов (приведенных к С1) нефти по территории (Рис. 5).

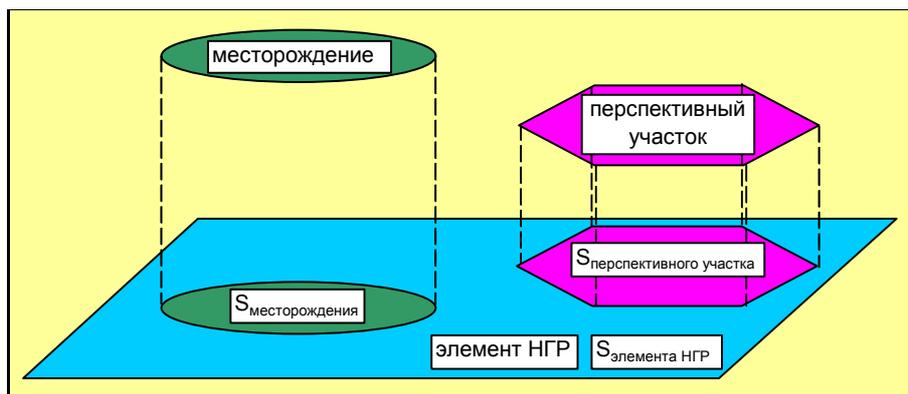


Рис. 5 Схема расчета значений удельных запасов и ресурсов по ЭНГР

Аналогичным образом определяется удельная плотность как начальных, так и текущих запасов и ресурсов нефти.

Создание регулярной сети

1. Обоснование величины ячейки с позиций величин размеров залежей/месторождений и картографического масштаба представления результатов оценки;
2. Выбор картографической проекции и нулевой точки;
3. Построение регулярной сети.

Для обеспечения возможности проведения кластерного анализа в ГКЦ «Гекон» разработано специализированное программное обеспечение – приложение к ArcView,- позволяющее производить расчет распределения параметров по равномерной произвольно задаваемой сети [3]. Модуль обеспечивает следующие возможности:

- А. Задание размера ячейки (в километрах) и расчетной области (в километрах);
- В. Выбор тематического слоя, по которому строится кластерная карта, содержащего атрибутивную таблицу, по значениям которой считаются значения ячеек сетки;
- С. Возможность использования единой сетки с последующей подгрузкой данных для расчета дополнительных параметров.

Стоимостная оценка

А. Ресурсного потенциала УВ однородных совокупностей:

1. Выбор типового (эталонного) объекта для ОС, характеризующегося усредненными горно-геологическими условиями, для нефтегазоносного комплекса в пределах элемента нефтегеологического районирования;
2. Финансовый анализ разработки эталонных объектов с установленными запасами промышленных категорий на основе существующей и предполагаемой схем разработки; оценка влияния горно-геологических и экономико-географических условий на экономическую эффективность разработки. Получение значений удельной чистой текущей стоимости;
3. Экономическая оценка запасов промышленных категорий и ресурсов, приведенных к промышленным категориям, – умножение значений запасов и приведенных ресурсов на расчетное значение удельной чистой текущей стоимости;
4. Допущение о равномерном распределении запасов в пределах контуров залежей и о тождественности контуров для разновозрастных залежей;
5. Расчет суммарных запасов для многозалежных месторождений в пределах единых контуров;
6. Расчет плотности запасов по регулярной сети;
7. Преобразование плотности запасов в стоимостную оценку по регулярной сети.

Б. Всех нефтегазоносных комплексов в пределах элемента нефтегеологического районирования:

1. Суммирование плотностей запасов НГК по регулярной сети;
2. Суммирование стоимостной оценки НГК по регулярной сети.

В. Ресурсного потенциала УВ территории в целом - суммирование стоимостной оценки по регулярной сети с учетом пограничных ячеек.

Г. Всей совокупности природных (возобновляемых и невозобновляемых) ресурсов территории в целом - суммирование стоимостной оценки видов природных ресурсов по единой регулярной сети.

Стоимостная оценка экологических рисков территории в целом

1. Экономическая оценка рисков освоения (для каждого вида природного ресурса);
2. Суммирование стоимостной оценки экологических рисков с учетом их вероятности по регулярной сети.

Интегрированная стоимостная оценка природоресурсного потенциала территории в целом - алгебраическое суммирование стоимостной оценки ресурсов и рисков по регулярной сети.

В ГКЦ «Гекон» проведены расчеты по ранжированию территории Ненецкого АО (Тимано-Печорская НГП) по степени инвестиционной привлекательности (рис.6). Критерием оценки в данном случае является расчетный показатель, скорректированный на количество баррелей в 1 тонне нефти в зависимости от плотности. Данный показатель рассчитывается как разность валового дохода от реализации нефти, единого налога на добычу полезных ископаемых, экспортной пошлины и средней себестоимости производства нефти российских нефтяных компаний, принятой на уровне 4.5 долл./барр. (без учета транспортных расходов) [4]. Цена нефти принята на уровне 23 долл./барр., курс доллара – 32 руб./долл. Ставка таможенной пошлины принята на максимальном уровне для анализируемого ценового диапазона.

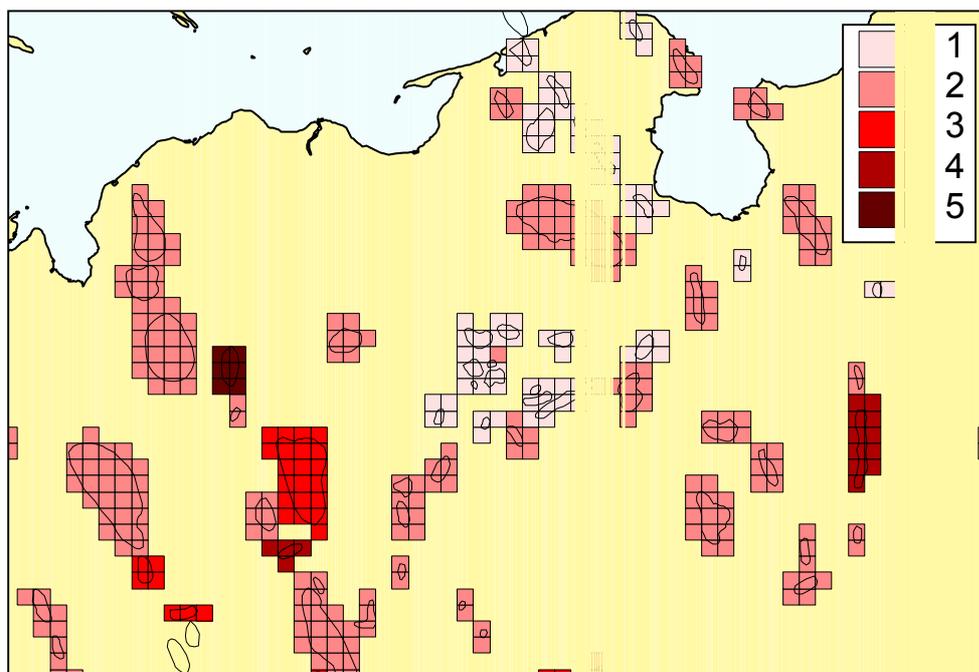


Рис. 6. Разность валового дохода от реализации нефти, единого налога на добычу полезных ископаемых, экспортной таможенной пошлины и средней себестоимости производства нефти российских нефтяных компаний (без учета транспортных расходов). Фрагмент карты месторождений Ненецкого автономного округа. Условные обозначения: Корректировка на количество баррелей в тонне нефти (\$/тонну)
1 – менее 90; 2 – 90-100; 3 – 100-110; 4 – 110-120; 5 – более 120

Данный подход может быть эффективно использован в хозяйственной деятельности на самых различных уровнях управления – от самостоятельных хозяйствующих субъектов (предприятия и организации) до региональных и федеральных органов управления фондом недр. При этом набор задач, решение которых облегчается при использовании описываемого подхода, довольно схож, различаются только масштабы использования. Например, при экономической оценке природных ресурсов больших территорий возможно планирование мероприятий по развитию и обустройству данных территорий – например, выбор наиболее эффективного маршрута магистрального трубопровода (при стоимостной оценке углеводородного сырья), который проходил бы по зонам наибольшей доходности освоения территорий.

Эффективное использование подобного метода возможно при оценке лицензионных участков в процессе подготовки конкурсов (определение условий и т.п.). Оценка лицензионного участка возможна как оценка территории, в пределах которой находится некоторая совокупность природных ресурсов – месторождений, перспективных площадей - а не как набор отдельных объектов. Очевидно, что можно незатрудненно провести корректировку стоимостной оценки территории с привлечением сведений о возможных рисках освоения (в первую очередь – экологических) и о так называемых вмененных издержках, то есть оценки упущенных возможностей от освоения природных ресурсов, одновременное использование которых с основным ресурсом невозможно.

Применение кластерных карт помогает при решении следующего круга вопросов:

1. оценка состояния фонда недр – текущее состояние, ретроспективная и перспективная оценки;
2. выбор и обоснование направлений инвестиционной деятельности;
3. планирование мероприятий по дальнейшему развитию территорий;
4. планирование бюджетов местного и регионального уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Григорьев М.Н. Принципы и подходы многовариантного анализа минерально-сырьевой базы углеводородного сырья // Современные проблемы геологии нефти и газа. – М.:Научный мир,2001. – С.206-212.
2. Григорьев М.Н., Козлова О.И., Остроумов Д.М. Пространственный анализ минерально-сырьевой базы углеводородного сырья средствами геоинформационных систем. ArcReview, 2002, №2, стр.12.
3. Григорьев М.Н., Попов В.Б., Остроумов Д.М. Геолого-экономическая оценка минерально-сырьевой базы при помощи кластерных карт. ArcReview, 2002, №1, стр.9.
4. Своя нефтяная игра, Эксперт, №7, 18 февраля 2002г., С.5.