

=====

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

=====

## **Геоинформационные аспекты мониторинга российской науки: индикаторы и инструментарий**

**А.П. Вайншток\*, В.Г. Гиттис\*, А. Н. Либкинд\*\*,  
И.А. Либкинд\*\*, В.А. Минин\*\*, В.Ю. Фадеев\*\***

*\*Институт проблем передачи информации, Российская академия наук, Москва, Россия*  
*\*\*Российский фонд фундаментальных исследований, Москва, Россия*  
Поступила в редколлегию 17.02.2005

**Аннотация**— Рассматриваются основные статистические показатели, характеризующие состояние и тенденции развития Российской фундаментальной науки, функции сетевой аналитической ГИС КОМПАС, ГИС-проект КОМПАС-РФФИ, а также некоторые примеры геоинформационного анализа.

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

База данных РФФИ содержит уникальный информационный материал, представленный участниками конкурсов и проектов более чем за десятилетнюю деятельность фонда. Эта информация содержится в заявках и отчетах участников ежегодных конкурсов. Она может быть использована как для получения фактографических справочных данных, так и для многоаспектного статистического исследования.

Основой мониторинга Российской науки по данным РФФИ являются статистические показатели (индикаторы), разработанные Отделом методики и анализа РФФИ [1-9]. Статистические показатели материалов РФФИ позволяют оценить творческую активность и продуктивность научных исследований по институтам, ведомствам, областям знаний и регионам, а также проанализировать динамику изменения научных интересов по направлениям исследований научных проблем. Для анализа используются БД заявок и отчетов по конкурсам РФФИ, БД аналитико-статистической информационной системы РФФИ (АСИС) и сетевой ГИС-проект КОМПАС-РФФИ.

В данной публикации мы рассмотрим основные индикаторы, характеризующие состояние и тенденции развития фундаментальной науки, ГИС-проект КОМПАС-РФФИ и некоторые примеры геоинформационного анализа.

### **2. ОБЪЕКТЫ МОНИТОРИНГА РОССИЙСКОЙ НАУКИ И ОСНОВНЫЕ ИНДИКАТОРЫ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Индикаторы характеризуют конкурсную активность коллективов и отдельных ученых, научный уровень проектов, продуктивность ученых, сотрудничество между учеными, демографические особенности. Индикаторы представляют собой статистические показатели, которые вычисляются по информации, содержащейся в заявках, грантах и отчетах участников конкурсов РФФИ.

Индикаторы соотносятся с пятью категориями *объектов*:

1. Экономико-географические регионы.
2. Субъекты Российской Федерации.
3. Ведомства Российской Федерации.
4. Области знаний.
5. Классификатор РФФИ.

По каждому экземпляру объекта (например, конкретный субъект РФ, конкретная рубрика Классификатора РФФИ) и по каждому году (году конкурса – для заявок и грантов (проектов), году отчета – для научных отчетов) рассматриваются десятки статистических показателей. Например, для каждого субъекта РФ (ведомства и т.д.) и каждого года может быть предоставлено более 50 различных наукометрических и демографических показателей. Все множество индикаторов, описывающих каждый объект, разбито на шесть *разделов*:

1. Основная информация.
2. Персоны.
3. Публикации.
4. Демография (гендерное распределение).
5. Демография (распределения по возрасту).
6. Сотрудничество (инициативное кооперирование ученых).

**1. Основная информация.** Индикаторы данного раздела предназначены для того, чтобы дать пользователю общее представление об объекте. К ним относятся:

- Число заявок по данному объекту (региону РФ, субъекту федерации, ведомству и т.д.).
- Общее число грантов конкурса данного года.
- Общее число участников заявок (заявителей).
- Общее число участников грантов (грантеров).
- Коэффициент прохождения заявок<sup>1</sup>.

**2. Персоны.** Группа этих индикаторов включает:

- Общее число участников заявок.
- Общее число участников грантов.
- Общее число уникальных персон заявок.
- Общее число уникальных персон<sup>2</sup> грантов.
- Коэффициент прохождения уникальных персон грантов.
- Степень дублирования уникальных персон заявок<sup>3</sup>
- Степень дублирования уникальных персон грантов.

**3. Публикации.** Данная группа индикаторов дает возможность оценить научную продуктивность данного объекта (субъекта РФ, ведомства и т.д.) в заданном году. К ней относятся:

- Общее число публикаций.
- Число журнальных статей.
- Доля журнальных статей.
- Число журнальных публикаций, имеющих приставленный список литературы.

---

<sup>1</sup> Коэффициент прохождения заявок, равен отношению числа грантов к числу заявок.

<sup>2</sup> Число участников заявок (грантов) равна сумме участников по всем заявкам (грантам). При этом каждый участник учитывается столько раз, сколько он участвовал в заявках (грантах). В случае же вычисления числа персон участник учитывается только один раз, даже если он участвует в нескольких проектах.

<sup>3</sup> Степень дублирования уникальных персон заявок (грантов) равна отношению числа участников заявок (грантов) объекта к числу уникальных персон заявок (грантов) объекта.

- Число ссылок на публикации РФФИ.
4. **Демография (гендерное распределение).** Группа показателей этого раздела включает:
- Число участников заявок (грантов) – женщин.
  - Число участников заявок (грантов) – мужчин.
  - Число уникальных персон заявок (грантов) – женщин.
  - Число уникальных персон заявок (грантов) – мужчин.
5. **Демография (распределение по возрасту).** Эта группа индикаторов позволяет отслеживать процессы старения и обновления научных кадров в каждой из областей знаний, ситуацию с научными кадрами в данном объекте (регионе, ведомстве). К ней относятся:
- Численности участников заявок (грантов) по возрастным группам от 14 до 100 лет<sup>4</sup>.
  - Численности уникальных персон заявок (грантов) по возрастным группам от 14 до 100 лет.
6. **Сотрудничество (инициативное кооперирование ученых).** Оцениваются следующие направления сотрудничества: *географическое, межведомственное и тематическое сотрудничество.*

Индикаторы географического сотрудничества характеризуют творческие связи ученых из различных экономико-географических районов и субъектов Российской Федерации:

- Число заявителей (грантеров) из данного региона (субъекта), которые участвуют в заявках (грантах) других регионов (субъектов), т.е. число уникальных персон (участников), приглашенных из данного региона (субъекта) для участия в чужих проектах.
- Число заявителей (грантеров) из других регионов (субъектов), которые участвуют в заявках (грантах) данного, выбранного пользователем региона (субъекта), т.е. число уникальных персон (участников), являющихся для данного региона (субъекта) уникальными персонами-совместителями (участниками-совместителями).
- Число заявителей (грантеров), работающих в данном регионе (субъекте) и участвующих в заявках (грантах) этого же региона (субъекта), т.е., число уникальных персон (участников), для которых место работы и организация финансирования располагается на территории данного региона (субъекта).

Сопоставление этих характеристик (как для случая уникальных персон, так и для случая участников) позволяет судить о том в какой мере выбранный регион является «реципиентом» или «донором» научных кадров, либо является «самодостаточным» в отношении научных кадров.

Индикаторы межведомственного сотрудничества характеризуют участие в одних и тех же проектах РФФИ ученых, работающих в организациях, принадлежащих различным ведомствам:

- Число заявителей (грантеров) из данного ведомства, которые участвуют в заявках (грантах) из других ведомств.
- Число заявителей (грантеров) из других ведомств, которые участвуют в заявках (грантах) данного, выбранного пользователем ведомства.
- Число заявителей (грантеров) из данного ведомства, которые участвуют в заявках (грантах) этого же ведомства.

Сопоставление этих трех характеристик позволяет судить о том, в какой мере ведомство является «реципиентом» или «донором» научных кадров, либо является ли ведомство в отношении научных кадров самодостаточным.

Индикаторы тематического сотрудничества характеризуют сотрудничество по областям знаний. Индикаторы географического и межведомственного сотрудничества основываются на учете данных о том, из какой именно конкретной организации подана заявка или грант и в какой именно организации работает ее участник. В случае тематического сотрудничества участник заявки или гранта не может быть «привязан» к одной единственной области знаний или ее раз-

---

<sup>4</sup> Возраст человека (участника, уникальной персоны) учитывается на момент проведения конкурса.

делу. Действительно, например, исполнитель проекта РФФИ по физике, может принимать участие еще и в проекте по химии или математике, или и по химии и по математике одновременно. В этой ситуации невозможно сказать, в каком случае он должен быть учтен в категории «свой», а в каком – в категории «чужие». Индикаторами тематического сотрудничества являются:

- Число уникальных персон (участников) из данной области знаний, участвующих в заявках других областей знаний.
- Число уникальных персон (участников) из данной области знаний, участвующих в грантах других областей знаний.

Для представления и анализа индикаторов, характеризующих состояние и развитие научной деятельности в России, Отделом методики и анализа РФФИ разработана Аналитико-статистическая информационная система (АСИС РФФИ), которая может быть использована для мониторинга науки России, проведения комплексных науковедческих исследований, разработки научной политики и соответствующих решений федеральными и региональными органами управления РФ. При разработке АСИС РФФИ учтены информационные потребности, вытекающие из практической деятельности РФФИ, запросы на статистическую информацию, поступавшие в РФФИ из различных государственных и научных организаций, а также опыт собственных аналитических исследований, систематически проводимых Фондом в последние годы. АСИС является многопользовательской информационной системой, для работы пользователя с которой необходимо лишь наличие Internet браузера MS Internet Explorer версии 5.1 или выше. В БД АСИС содержится статистическая информация по всем представленным категориям объектов (Экономико-географические регионы, Субъекты РФ, Ведомства РФ, Области знаний, Классификатор РФФИ) за все годы деятельности РФФИ. Управление базой данных осуществляется посредством сервера MS SQL 7.0.

### 3. ГИС-ПРОЕКТ КОМПАС-РФФИ

#### 3.1. Введение

Для геоинформационного мониторинга Российской науки разработан ГИС-проект на базе сетевой аналитической географической информационной системы (ГИС) КОМПАС. Первая версия системы КОМПАС была разработана в ИППИ РАН в 1999 г. и является одной из первых сетевых аналитических ГИС [10].

ГИС-проект представляет собой структурированное в форматах применяемой ГИС множество данных по некоторой предметной области и изучаемой территории. ГИС-проект КОМПАС-РФФИ дает возможность анализировать особенности Российской фундаментальной науки как в географическом аспекте, в разрезе субъектов федерации, экономико-географических районов, федеративных округов, городов, так и по областям знаний и разделам классификатора РФФИ. Данные ГИС-проекта структурированы по информационным слоям. Система может выполнять операции со всем слоем, с группой объектов слоя и с отдельным объектом слоя. При этом анализ может выполняться над одним или несколькими атрибутами слоя.

В данном разделе излагаются основные функциональные характеристики ГИС КОМПАС, описываются структура данных и параметры их визуализации, а также приводятся описание ГИС-проекта КОМПАС-РФФИ и примеры геоинформационного анализа.

#### 3.2. Функции ГИС КОМПАС

Основные отличия сетевых аналитических ГИС от настольных обусловлены, главным образом, изменением типа пользователя *от эксперта в области ГИС технологий к эксперту в предметной области*. Это обстоятельство накладывает дополнительные требования к основным операциям сетевых аналитических ГИС. С одной стороны, система должна включать достаточный набор функций, чтобы обеспечить решение задач эксперта предметной области. С другой стороны, эти функции должны реализоваться с помощью удобных и достаточно понятных для эксперта операций. Так операции визуального исследования должны обеспечивать неограниченную интерактивность при картографическом анализе данных. Аналитические преоб-

разования должны включать в себя как расширенный класс заранее подготовленных операторов, ориентированных на предметную область, так и интерпретатор, позволяющий пользователю самому конструировать необходимые для исследования ГИ операторы преобразований. Комплексная обработка в сетевых аналитических ГИС должна быть основана на интуитивно понятных методах исследования пространственно-временных данных.

При разработке аналитической ГИС КОМПАС были поставлены два основных требования:

1. Создать технологию, позволяющую разработчикам географических ресурсов достаточно просто публиковать свои результаты в телекоммуникационных сетях.
2. Предоставить широкому кругу потребителей географических ресурсов, не имеющих специальных навыков в области ГИС-технологий, достаточно универсальный и интуитивно понятный набор интерактивных средств анализа географических объектов как по одному, так и комплексу тематических атрибутов.

Сетевая аналитическая ГИС КОМПАС (COMPASS - Cartography Online Modeling, Presentation and Analysis System) предназначена для публикации пространственно-временной экономической, социологической и демографической информации, анализа комплексных свойств объектов и поддержки принятия политических, экономических и административных решений. Система оперирует с географическими объектами, представленными на карте в виде слоев полигонов, линий и точек. Клиентская часть ГИС КОМПАС реализована в виде Java апплета и вызывается из Web-страницы <http://www.iitp.ru/projects/geo>. При вызове этой страницы система автоматически загружается на компьютер пользователя и начинает работу. Система может работать на всех платформах, на которых установлены стандартные средства сети Интернет. Быстродействие выполнения всех ГИС функций определяется только параметрами компьютера пользователя. Другими примерами аналитических ГИС в виде Java апплетов являются CommonGIS (Andrienko and Andrienko, 1999, Andrienko et al, 1999, Andrienko and Andrienko 2002), Lava Magma (Berg et al, 1999) и ГеоПроцессор (Gitis et al, 1998).

Достоинствами реализации аналитических сетевых ГИС в виде Java апплетов являются высокая интерактивность анализа данных, динамическое управление средствами картографической и графической визуализации, высококачественная графика. Следует отметить также, что реализация аналитической ГИС в виде Java приложения позволяет в локальном режиме создавать и запоминать новые индикаторы.

Система поддерживает следующие функции:

*1. Визуальное исследование данных:*

- Интерактивное управление визуализацией слоев карты.
- Интерактивное масштабирование размеров и сдвиг карты.
- Интерактивное построение картограммы тематического свойства.
- Вывод информации для выбираемых на карте географических объектов: значение индикатора, таблица, текст, URL
- Интерактивная группировка значений индикатора в произвольные интервалы, построение картограмм интервальных значений и одновременная подсветка групп объектов, относящихся к одному интервалу, выбираемому курсором.
- Подсветка релевантных данных в окнах визуализации и анализа ГИ
- Поиск географического объекта на карте по его названию
- Интерактивное построение картограмм отклонений значений индикатора от порога, задаваемого пользователем с помощью ввода численного значения, установки значения с помощью движущегося указателя или с помощью выбора объекта на карте.
- Интерактивное построение гистограммы значений индикатора.
- Интерактивное построение круговых и столбчатых диаграмм для одного индикатора по нескольким географическим объектам.
- Интерактивное построение круговых и столбчатых диаграмм для нескольких индикаторов по одному объекту.

- Представление цифровой таблицы всех индикаторов выбранного объекта.

## 2. Аналитические преобразования данных:

- Генерирование нового тематического свойства с помощью произвольной функции от нескольких исходных свойств, интерактивно конструируемой пользователем из алгебраических и логических операций и элементарных функций.

## 3. Правдоподобный вывод многомерных эмпирических закономерностей

- Нахождение функции сходимости с выборкой примеров по комплексу свойств.
- Нахождение функции принадлежности к двум классам по комплексу свойств.

### 3.3. Структура данных и параметры их визуализации в ГИС Компас

Каждый информационный слой ГИС КОМПАС состоит из геометрии, атрибутивной информации и метаданных. Геометрия объектов слоя представлена координатами полигонов (административные регионы), линий (дороги), точек (города). Атрибутивная тематическая информация представлена числовыми значениями, текстовыми строками или URL. Метаданные представлены на расширяемом языке разметки XML (Extensible Markup Language).

Координаты объектов слоя представлены в отдельных файлах в векторном Shape-формате, для создания которых могут быть использованы соответствующие средства компании ESRI и других фирм, поддерживающих указанный формат. Атрибутивная информация по объектам слоя представляется в виде таблицы, каждая строка которой соответствует отдельному объекту, а каждый столбец - определенному тематическому показателю. Табличные данные могут содержаться в отдельных файлах в формате DBF или в базах данных. При использовании баз данных применяется программный интерфейс ODBC (Open Database Connectivity). Он позволяет получать приложениям доступ к базам данных с использованием языка SQL. Интерфейс ODBC обеспечивает использование приложением одного и того же программного кода для доступа к данным различных типов СУБД посредством подключения к ним соответствующего драйвера. Применение моста ODBC-JDBC (Java Database Connectivity) позволяет реализовать стандартный доступ из Java приложений к различным типам баз данных посредством интерфейса JDBC API, который преобразует методы JAVA в вызовы, специфичные для каждой конкретной разновидности БД, в частности ODBC, и возвращает полученные результаты обратно приложению.



Рис. 1. Схема подключения БД к Java приложению

Одно из главных достоинств JDBC, как и JAVA, является независимость от компьютерной платформы, поэтому приложение, использующее JDBC, может переноситься между разными платформами и обращаться к самым разным СУБД.

В системе КОМПАС источники данных ГИС-проекта (слои однородных географических объектов и таблицы тематических атрибутов), структура и вид представления картографических и атрибутивных данных на экране описываются в специальном XML-файле метаданных. В XML-документе задаются значения определенных проблемно-ориентированных понятий (например: карта, слой, геометрия, база данных и т.п.), которые используются в исполняемой программе. В качестве примера рассмотрим фрагмент XML-документа, в котором описываются географические и атрибутивные данные:

```

<?xml version="1.0" encoding="windows-1251"?>
<map name="Регионы России">
  <layer id="Города" visible="true">
    <geometry src="data/city100.cvf" format="cvf"/>
    <database src="data/city100.dbf" format="dbf" id-attr="NAME_RWIN">
  
```

```

<attr id="POP_95" name="Численность населения" type="float"/>
<attr id="CAPITAL" name="Областной центр" type="boolean"/>
<attr id="URL" name="Сайт" type="url"/>
</database>
<style
  line-color="black" fill-color="white" text-color="black" font-size="10"
  draw-labels="true"
  draw-shadow="true" min-size="2" max-size="6" point-style="circle" pal-
  ette="#feffff#ff80c0"
/>
</layer>
<layer id="Железные дороги" visible="false">
  <geometry src="data/rways.cvf" format="cvf"/>
  <style fill-color="silver"/>
</layer>
<layer id="Области" visible="true">
  <geometry src="data/regions.cvf" format="cvf"/>
  <database src="data/regions.dbf" format="dbf" id-attr="REGION" encoding="Cp866">
    <attr id="NPREDPR" name="Число предприятий и организаций" type="integer"/>
    <attr id="VOLUME_PR" name="Объем пром. производства %" type="float"/>
    <attr id="INVEST_USD" name="Иностранные инвестиции,$" type="float"/>
    <attr id="EC_REG" name="Экономический район" type="string"/>
  </database>
  <style
    line-color="black" fill-color="#cccccc" text-color="#008000" palette="teal green"
    draw-labels="true"/>
</layer>
</map>

```

При использовании в качестве источника атрибутов базы данных запись в XML-документе

```
<database src="data/city100.dbf" format="dbf" id-attr="NAME_RWIN">
```

заменяется на строки

```
<database src="jdbc:odbc:DB" user="user" password="user"
  table="regions" format="jdbc" id-attr="REGION" encoding="Cp866">
```

Подключение данных пользователя, организованных в виде таблицы Объекты\*Атрибуты к системе Компас (для имеющейся в системе картографической основы) практически сводится к записи в шаблон XML-документа визуализируемых атрибутов. При использовании базы данных тематических показателей можно применить средства JDBC для получения метаданных БД (количество столбцов в таблице, название столбцов, тип данных в столбце и др.), на основании которых может быть сгенерирован соответствующий XML-документ ГИС-проекта.

### 3.4. ГИС-проект КОМПАС-РФФИ

Обычно геоинформационная модель мира формируется из сущностей, их свойств и связей. В общем случае рассматриваются два типа сущностей: географические объекты и непрерывные многообразия [11, 12]. В ГИС-проекте КОМПАС-РФФИ достаточно рассматривать только географические объекты, к которым относятся пространственные зоны (полигоны), линии и точки.

Источником информации для ГИС-проекта КОМПАС-РФФИ является БД АСИС РФФИ.

Для построения первой версии ГИС-проекта Компас-РФФИ из БД АСИС-РФФИ были импортированы следующие группы тематических индикаторов, характеризующих состояние и тенденции развития Российской фундаментальной науки в географическом и тематическом аспектах:

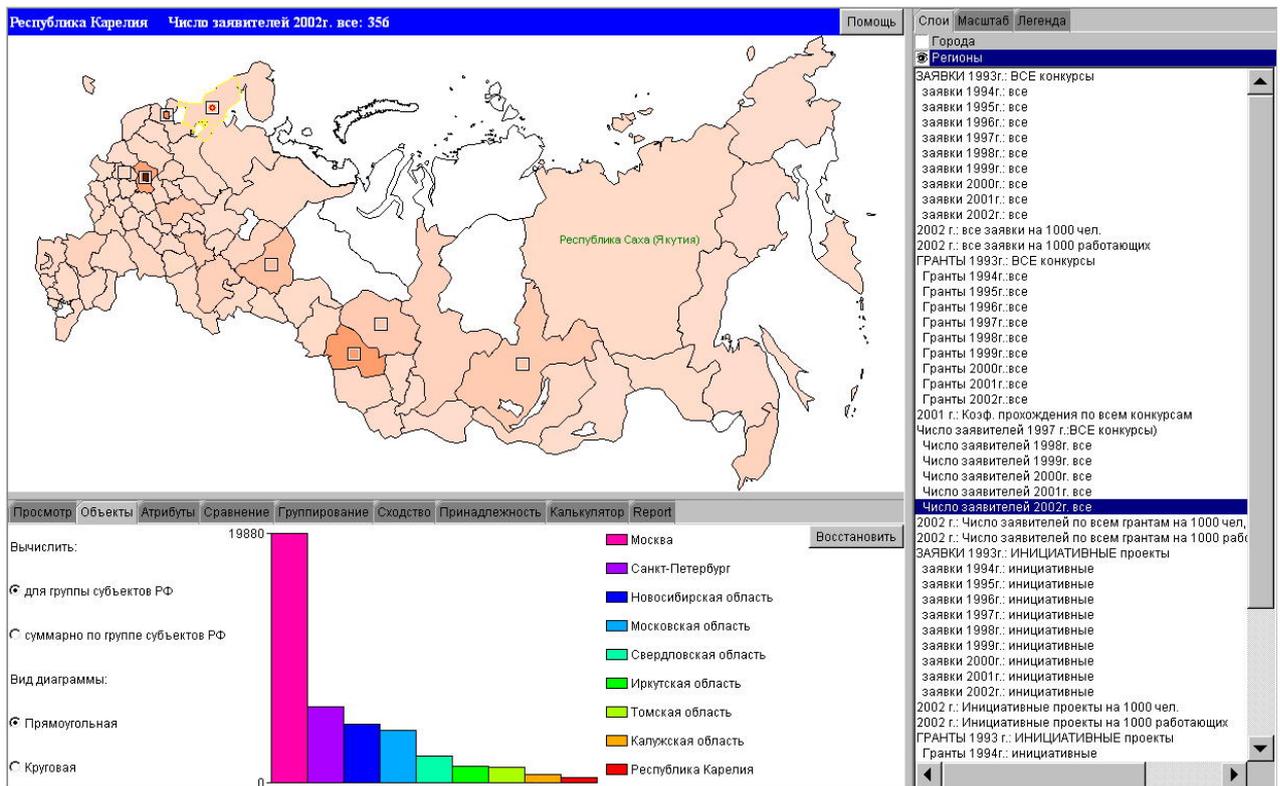
- Проекты РФФИ за 1993-2002 гг. в географическом аспекте: заявки, гранты и заявители по экономико-географическим регионам и субъектам РФ.

- Проекты РФФИ за 1993-2002 гг. в тематическом аспекте: заявки, гранты и заявители по областям знаний и классификатору РФФИ.
- Участие сотрудников ВУЗов из данного субъекта федерации (СФ) в заявках, поданных от организаций финансирования из различных СФ (конкурс инициативных проектов).
- Участие сотрудников ВУЗов из различных СФ в заявках, поданных от организаций финансирования из данного СФ (конкурс инициативных проектов).
- Участие сотрудников ВУЗов МинОбразования из данного СФ в заявках, поданных от организаций финансирования из различных СФ (конкурс инициативных проектов).
- Участие сотрудников ВУЗов МинОбразования из различных СФ в заявках, поданных от организаций финансирования из данного СФ (конкурс инициативных проектов).
- Экономические Регионы: Инициативные проекты университетов (включая МГУ, столичные ВУЗы, ВУЗы других ведомств и частные университеты) за 1993-2002 годы.
- Экономические Регионы: Инициативные проекты университетов Министерства Образования РФ за 1993-2002 годы.
- Экономические Регионы: Инициативные проекты Провинциальных Университетов (в т.ч. региональные филиалы столичных вузов вне зависимости от ведомства) за 1993-2002 годы.
- Экономические Регионы: участие уникальных персон-сотрудников провинциальных университетов во всех проектах (в т.ч. и в проектах своего региона).

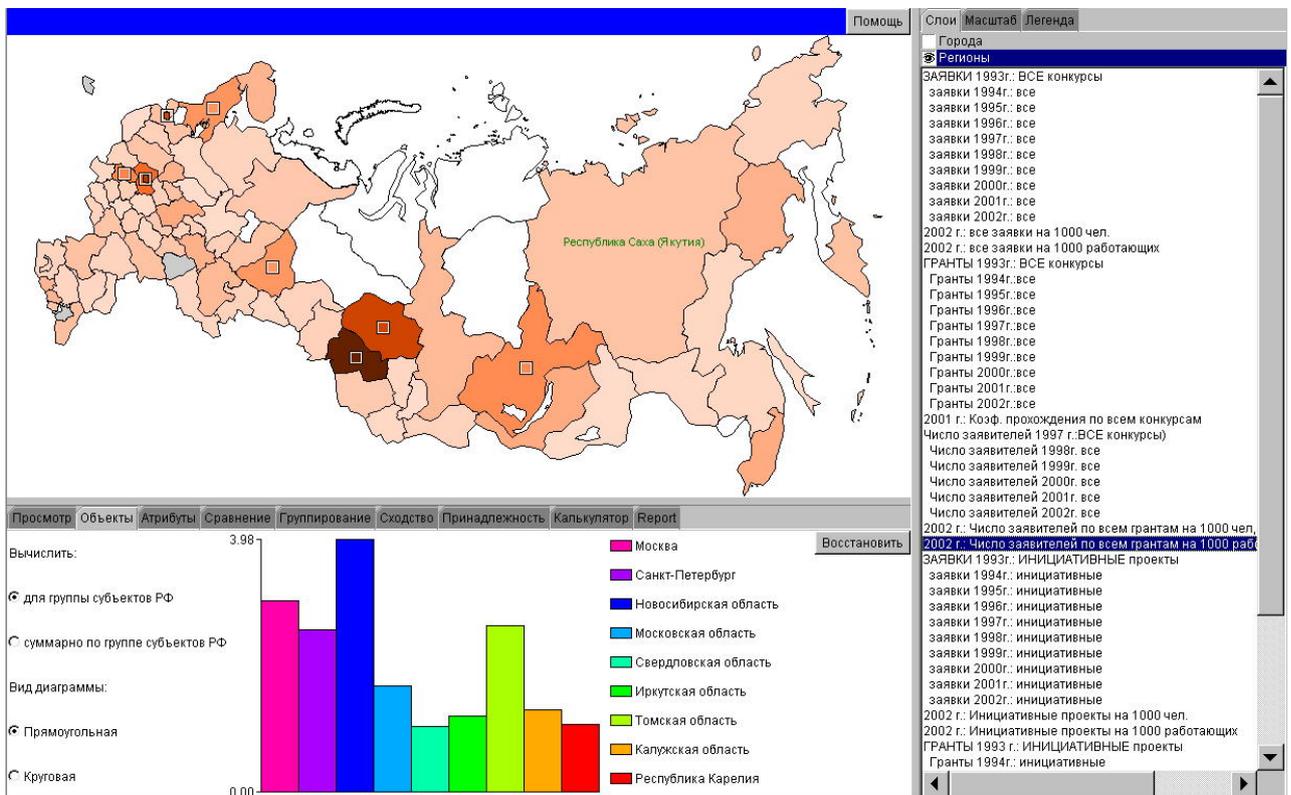
Рассмотрим некоторые примеры анализа тематических индикаторов РФФИ в ГИС-проекте КОМПАС-РФФИ

Научный потенциал ученых, проживающих в различных географических объектах можно характеризовать числом заявителей по проектам РФФИ. На рис. 2 показана картограмма числа заявителей по всем видам конкурсов РФФИ за 2002г и диаграмма количества заявителей для девяти субъектов федерации. Видно, что наибольшее число заявителей относится к Москве (19880 заявителей), наименьшее число заявителей среди данных субъектов федерации относится к Республике Карелия (356 заявителей).

Нормировка числа заявителей по числу работающих может характеризовать творческую научную активность населения географического объекта. Картограмма числа заявителей по всем конкурсам РФФИ 2002 г. в расчете на 1000 работающих показана на рис. 3. в нижней части этого же рисунка показана диаграмма числа заявок в расчете на 1000 работающих для тех же 9 субъектов федерации, которые выбраны на Рис. 2. Из диаграммы видно, что упорядоченность субъектов федерации по оценкам творческого потенциала и по активности существенно отличаются друг от друга. Наибольшая оценка творческой активности относится Новосибирской области (на 1000 работающих приходится около 4 заявителей), для Москвы эта оценка около 3, а для Свердловской области, как и для Карелии, она составляет около 1.

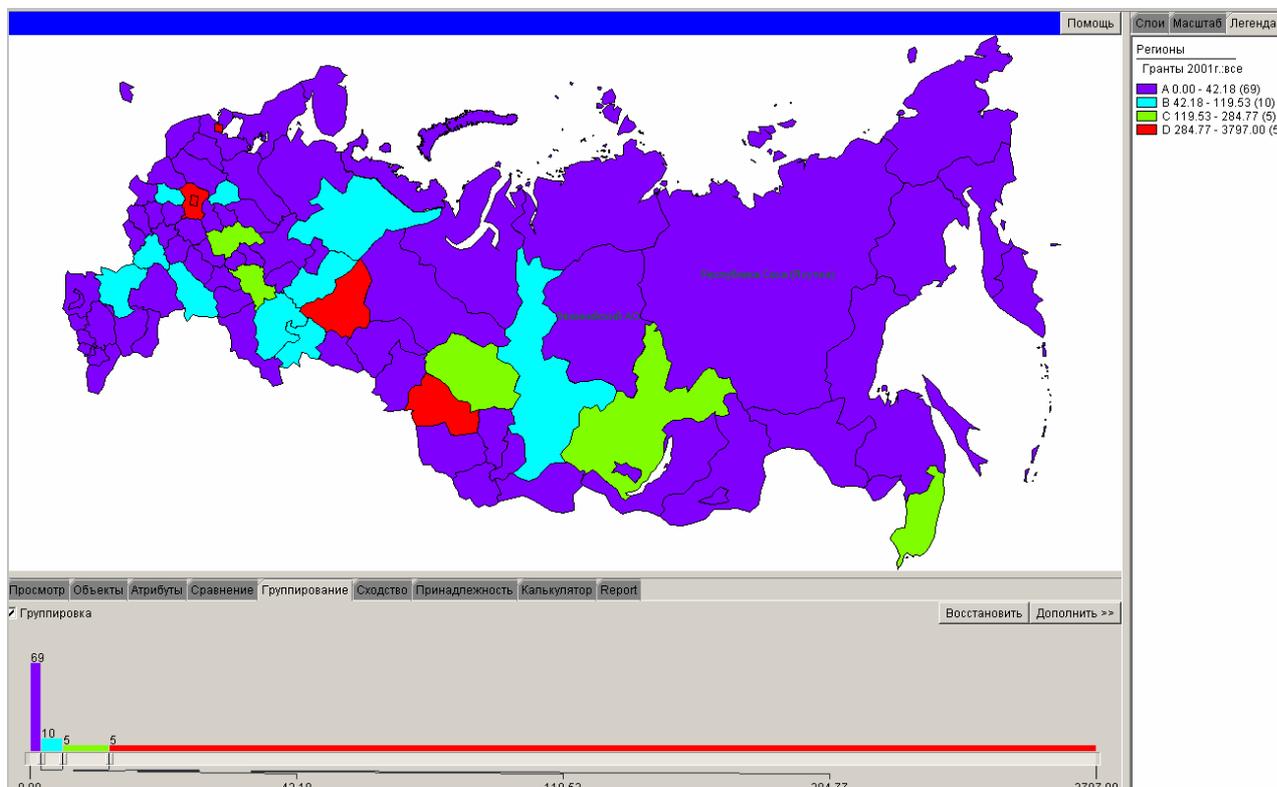


**Рис. 2.** Картограмма и диаграмма числа заявителей по всем видам конкурсов РФФИ за 2002 г. Белым на картограмме показаны регионы, из которых не поступали заявки в 2002 г. Интенсивность закрашки возрастает с увеличением значения показателя.



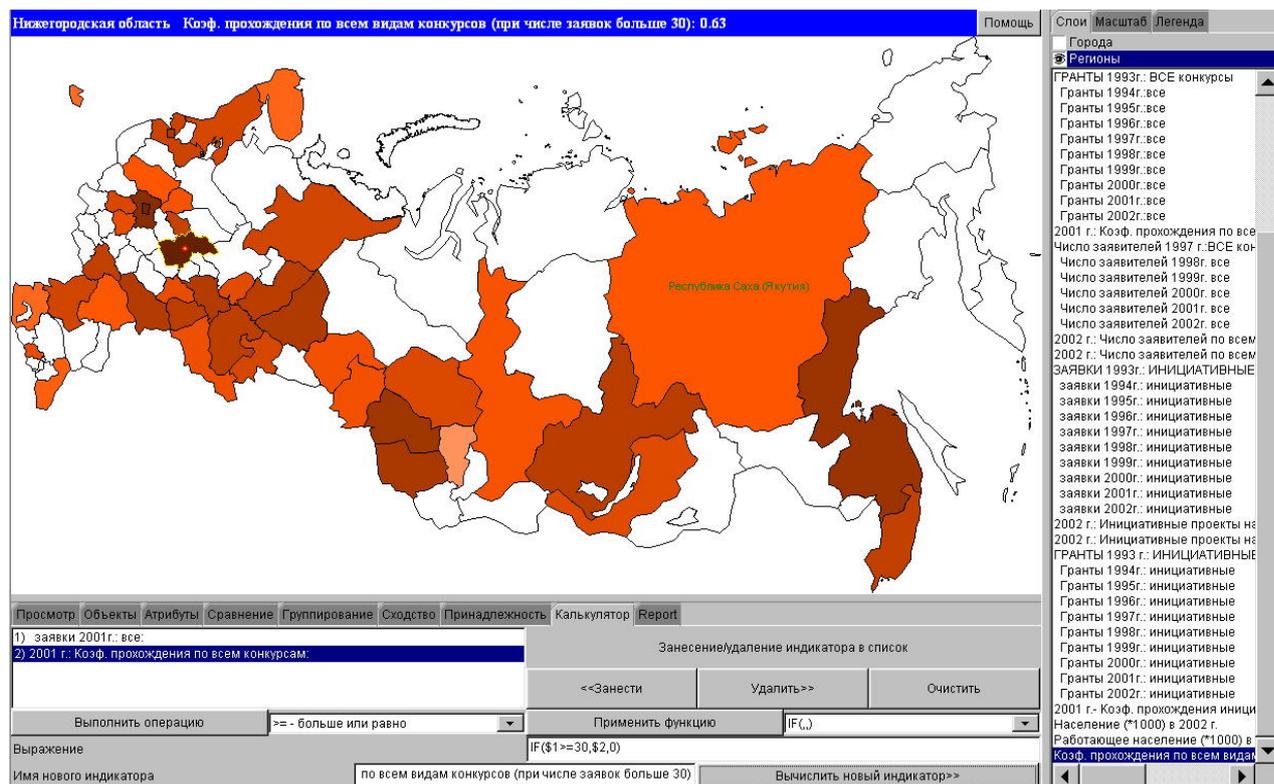
**Рис. 3.** Картограмма и диаграмма числа заявителей по всем конкурсам РФФИ 2002 г. в расчете на 1000 работающих. Более интенсивный цвет соответствует большему значению показателя. Серым цветом показаны регионы, по которым информация отсутствует.

Другим показателем научного потенциала географического объекта может являться количество полученных грантов. На рис. 4 показана картограмма группировки регионов по числу грантов, полученным по всем видам конкурсов 2001г. Регионы разбиты на несколько групп: две группы по 5 регионов с наибольшим числом грантов, группа из 10 регионов и наиболее многочисленная группа из 69 регионов с числом грантов от 0 до 42. На рисунке легко видеть, что наибольшее число грантов в интервале от 285 до 3797 относится к группе, в которую вошли Москва, Московская область, Санкт-Петербург, Новосибирская и Свердловская области.



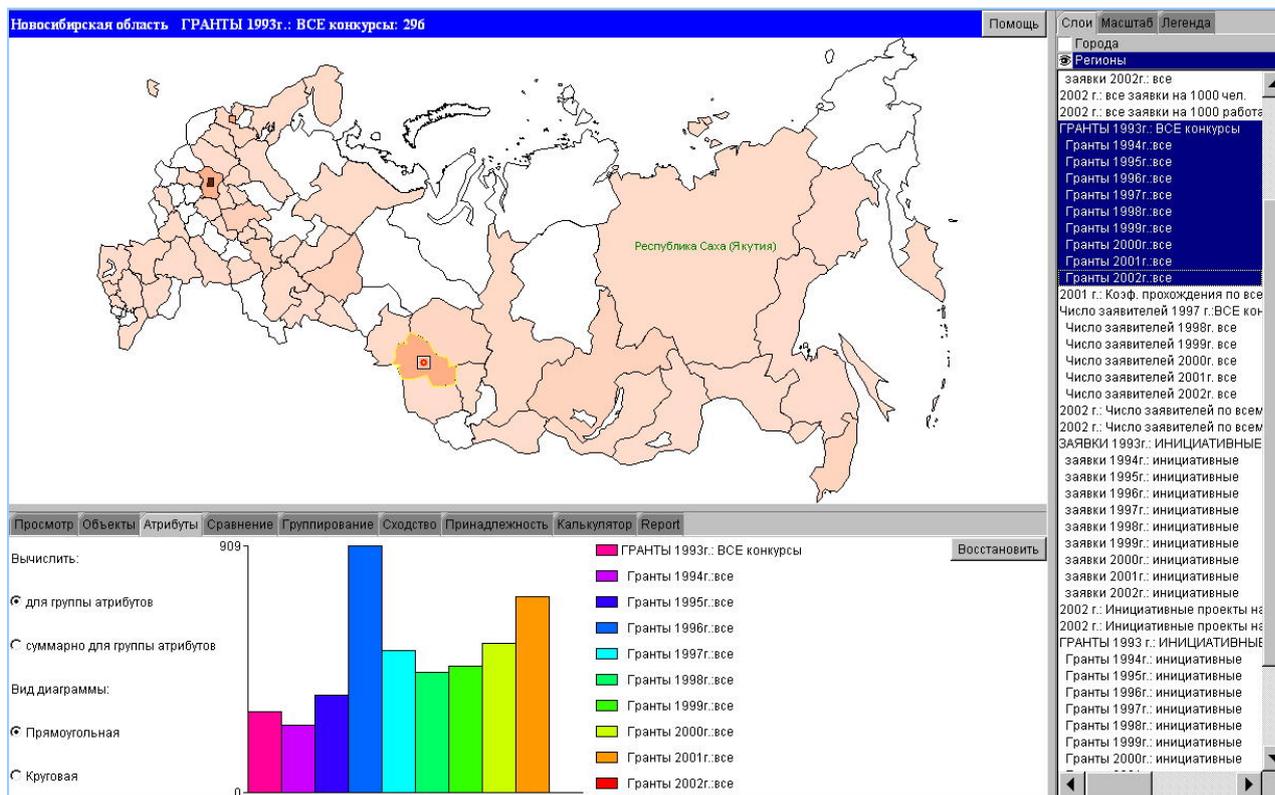
**Рис. 4.** Картограмма группировки регионов по числу грантов, полученным по всем видам конкурсов 2001 г.

Научный уровень исследований в географических объектах можно оценивать по коэффициенту прохождения грантов, равному отношению числа грантов к числу заявок. Этот индикатор по всем видам конкурсов 2001 г. вычислен в ГИС КОМПАС для субъектов федерации. Его картограмма при условии, что число заявок субъекта федерации больше 30, показана на рис. 5. Максимальный коэффициент прохождения, 0.63, относится к Нижегородской области, которая подсвечена (на ней находится курсор) и для которой в верхней строке окна карты выведен текстовый комментарий.



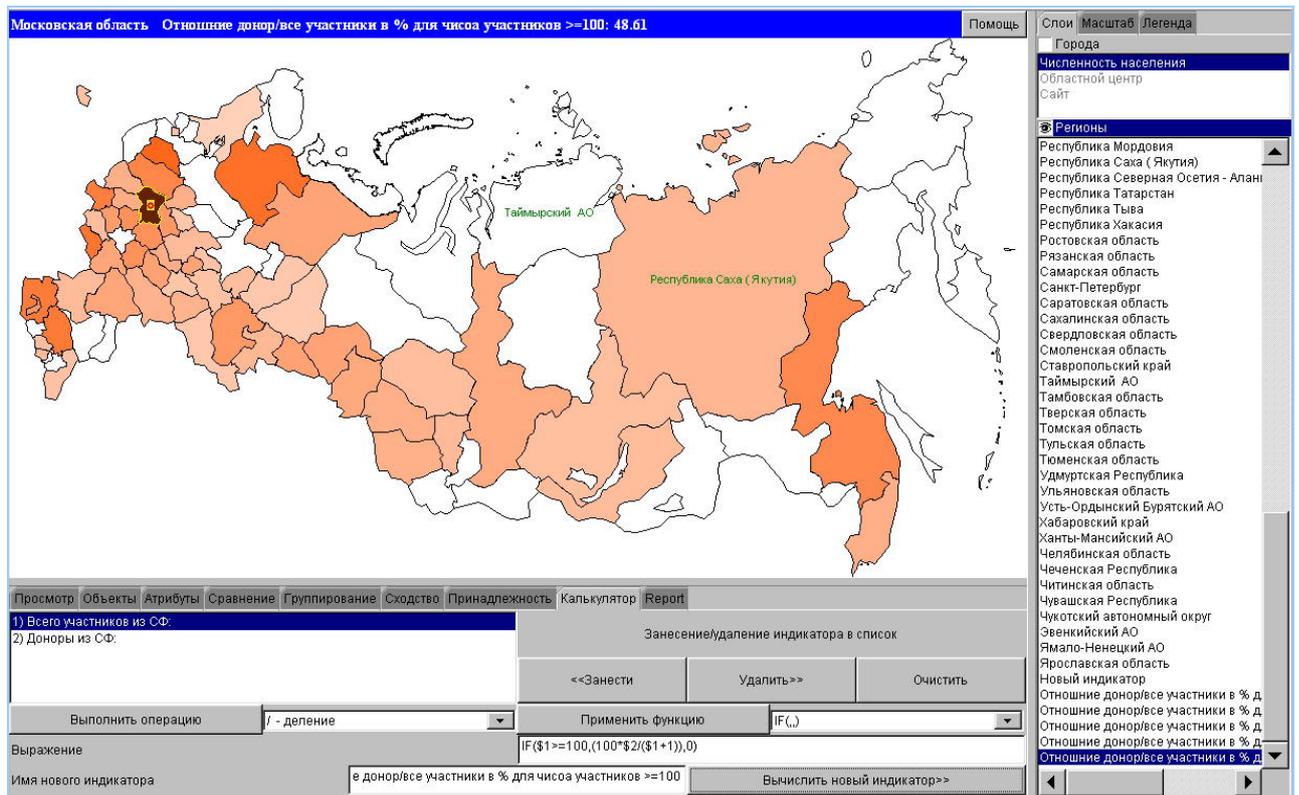
**Рис. 5.** Картограмма коэффициента прохождения грантов по всем видам конкурсов 2001 г. (при условии, что число заявок больше 30). Более интенсивный цвет соответствует большему значению показателя. Белым цветом показаны регионы, для которых число заявок меньше 30. В нижнем окне показан интерфейс интерактивного вычисления произвольной функции, которая может конструироваться из элементарных функций с использованием алгебраических и логических операций. В нижнем окне показан интерфейс калькулятора системы.

В ГИС-проекте КОМПАС РФФИ легко получить представление о временных изменениях индикаторов. Например, на рис. 6 показана диаграмма изменения числа грантов с 1993 по 2001 гг. для Новосибирской области по всем конкурсам, что может являться оценкой изменения научного потенциала во времени. Можно видеть, что максимальное число грантов равно 909 и относится к 1996 г. и что, начиная с 1998 г. число грантов монотонно увеличивается.



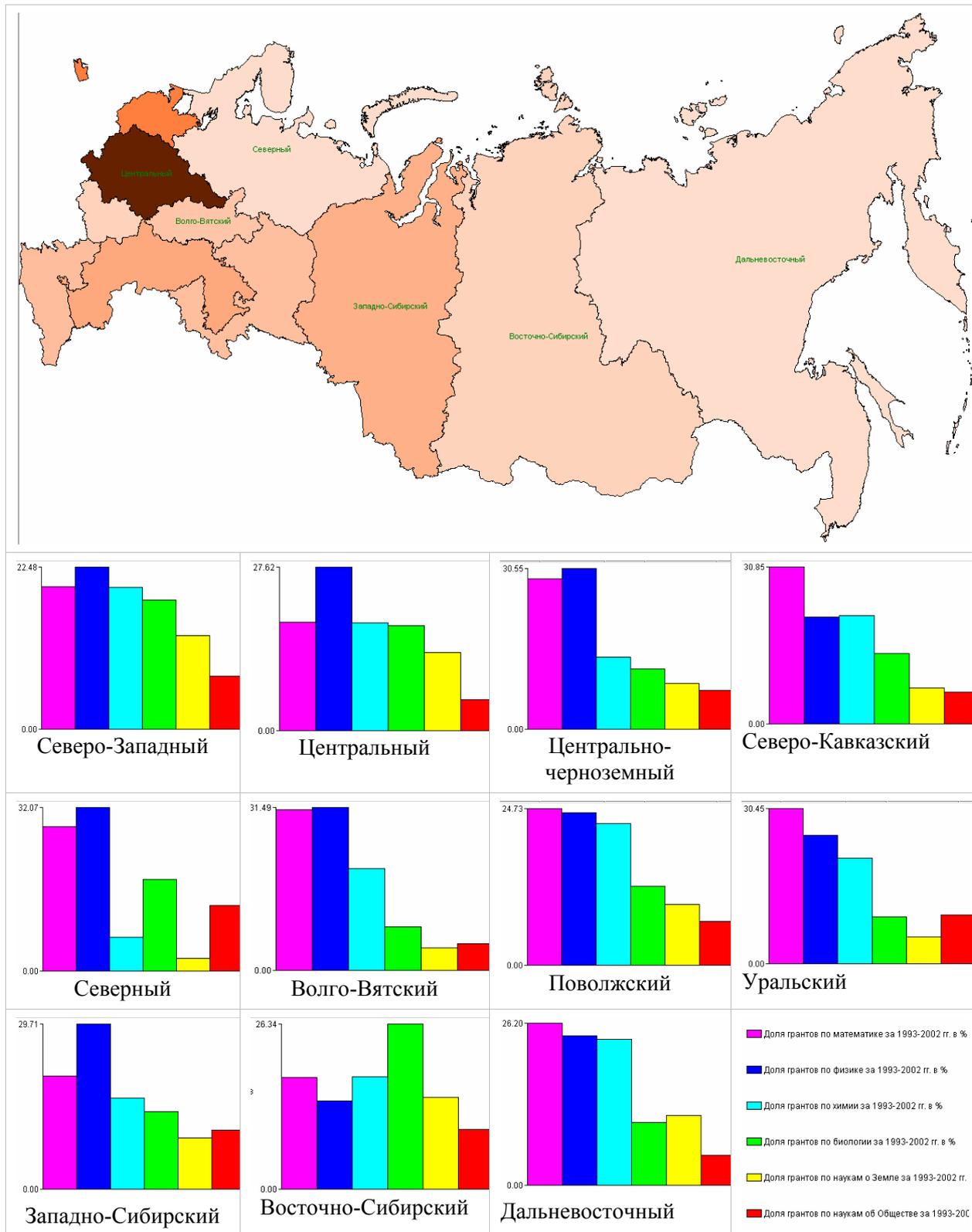
**Рис. 6.** Картограмма числа грантов по всем конкурсам за 1993 г. и диаграмма числа грантов по всем конкурсам с 1993 по 2001 гг. для Новосибирской области.

Уровень научной кооперации научных сотрудников Субъектов Федерации (СФ) можно оценить по доли доноров от общего числа заявителей. Под долей доноров понимается отношение числа заявителей из данного СФ, участвующих в заявках поданных от других регионов, к общему числу заявителей данного региона. Картограмма этого индикатора, для сотрудников ВУЗов, участвующих в конкурсах инициативных проектов с 1995 по 2002 гг. (при условии, что число участников больше или равно 100), вычисленного в ГИС-проекте в процентах, показана на рис. 7. Легко видеть, что наибольшее значение индикатора, равное, 48.61%, относится к Московской области. Это значение выведено в верхней строке окна карты. Очевидное объяснение этого значения состоит в том, что многие наиболее активные ученые ВУЗов Московской области, участвующие в конкурсах РФФИ (почти половина), востребованы в проекты, подаваемые ВУЗами Москвы и других субъектов Федерации.



**Рис. 7.** Картограмма доли доноров по конкурсам инициативных проектов с 1995 по 2002 гг. (при условии, что число участников больше или равно 100). Белым цветом обозначены регионы, для которых число участников меньше 100, интенсивность коричневых тонов возрастает с увеличением значения показателя.

Географию научного потенциала экономических районов России можно оценить по картограмме числа заявок РФФИ от ВУЗов РФ, приведенной на рис. 8. По картограмме легко видеть, что наибольший объем заявок идет от Центрального экономического района. В нижней части рисунка для каждого экономического района показаны гистограммы долей грантов по различным областям знаний к общему числу грантов, полученных ВУЗами РФ. Эти гистограммы ГИС-проекта КОМПАС-РФФИ, относящиеся к ВУЗовской науке, дают общее представление о приоритетных направлениях научных исследований в экономических районах.



**Рис. 8.** Картограмма числа заявок в РФФИ, поступивших по экономико-географическим регионам от всех ВУЗов России за период 1993-2002 гг. Интенсивность закрашки пропорциональна числу заявок. Внизу для каждого района приведены диаграммы распределения грантов РФФИ, полученных ВУЗами РФ по областям знаний.

Набор операций и интерфейс системы КОМПАС являются достаточно удобным средством для интерактивного исследования свойств не только географических объектов, но и любых других данных, которые могут быть отображены в виде дискретных пространственных элемен-

тов (блок-схемы, функциональные структуры и т.п.). На рис. 9 показан пример представления статистических показателей БД РФФИ по областям знаний.

На рис. 9 показана диаграмма распределения коэффициента прохождения грантов за 2002 г. по областям знаний и рубрикам классификатора. Из диаграммы видно, что наибольший коэффициент прохождения (равный 0.46) имеет рубрика классификатора «математика». В нижней части рисунка показана гистограмма коэффициентов прохождения. Из гистограммы видно, что в 2002 г. значения коэффициента прохождения изменялись в диапазоне от 0.25 до 0.46 и наиболее типичные значения, показанные зеленым цветом, находятся от 0.3 до 0.35.



**Рис. 9.** Диаграмма и гистограмма распределения коэффициента прохождения грантов за 2002 г. по областям знаний и рубрикам классификатора.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе информации, содержащейся в заявках, грантах и отчетах участников РФФИ, построены индикаторы, которые дают представление о состоянии Российской науки и тенденциях ее развития в пяти категориях: «Экономико-географические регионы», «Субъекты Российской Федерации», «Ведомства Российской Федерации», «Области знаний», «Классификатор РФФИ». Все множество индикаторов представлено в шести разделах: Основная информация, Персоны, Публикации, Демография (гендерное распределение), Демография (распределения по возрасту) и Сотрудничество (инициативное кооперирование ученых).

Сетевой ГИС-проект КОМПАС-РФФИ позволяет интерактивно визуализировать и анализировать все индикаторы БД РФФИ.

Проведенные эксперименты по представлению и анализу приведенных тематических индикаторов средствами ГИС-проекта КОМПАС РФФИ показали перспективность его применения для многоаспектного мониторинга и анализа Российской науки

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алфимов М.В., Минин, Либкинд А.Н.* Страна науки – РФФИ. В кн. Гранты РФФИ. Результаты и анализ. М., 2001г., с. 10-57
2. *Алфимов М.В., Либкинд А.Н., Либкинд И.А, Минин В.А.* Информационные потоки в РФФИ: новый подход к цитированию. – Вестник РФФИ, 2001, № 4 (26), с. 5-23.
3. *Минин В.А.* Анализ состояния и тенденции развития астрономии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, 1978 г., Тарту, 23 с.
4. *Либкинд И.А., Фадеев В.Ю.* Руководство пользователя Аналитико-статистической информационной системы РФФИ. М., Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), 2003; с. 78; консультанты: В.А. Минин, А.Н. Либкинд.
5. *Маркусова В.А., Минин В.А., Либкинд А.Н., Янц М.* Научная продуктивность грантеров РФФИ как показатель международного сотрудничества. Труды 6-ой международной конференции «Россия на пути к информационному обществу», Москва, ВИНТИ, 16-18 октября, 2002, 232-233.
6. *Маркусова В.А., Минин В.А., Либкинд А.Н., Янц М.* Международное сотрудничество российских университетов. Труды 6-ой международной конференции «Россия на пути к информационному обществу», Москва, ВИНТИ, 16-18 Октября, 2002, 418-419.
7. *Libkind A.N.* One approach to study communication in science. – *Scientometrics*, 1985, v. 8, no 3- 4, p. 217-223.
8. *Markusova V., Minin V., Libkind A., Jansz M.* Research in Non-Metropolitan Universities as a new stage of science development in Russia . In: Proceedings of the 9th International Conference on Scientometrics and Informetrics, Beijing, 2003, 25-29 August. Proceedings of at the 9th International Conference on Scientometrics and Informetrics (2003), Dalian University of Technology Press, pp.180-189.
9. *Markusova V.A., Minin V.A., Libkind A., Arapov M.V.* Russian Science in Transition: A Bibliometric Study. Proceedings of the 18<sup>th</sup> Polar Libraries Colloquy, Winnipeg, Canada, 12-17 June 2000. Ed. by B.Kelcey. p.85-98.
10. *Gitis, V., Osher, B., Dovgiallo, A., Vainshtok, A.* COMPASS: Cartography On-line Modeling, Presentation and Analysis System // Proc. of the 5<sup>th</sup> EC-GIS Workshop. Stresa. Italy, EC JRC. 2000.P. 487-497.
11. *Кузнецов Н.А., Гитис В.Г.* 2004. Сетевые аналитические ГИС в фундаментальных исследованиях // Информационные процессы, Том 4, № 3, стр. 221–240
12. *Гитис В.Г., Ермаков Б.В.* Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике // М., ФИЗМАТЛИТ, 2004. 256 С.