

УДК 528.92:528.235:004.922

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СК-95 В СРЕДЕ ARCGIS

*Николаев В.М., Топорова Е.А.*

Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95) установлена постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 года № 586 «Об установлении единых государственных систем координат» для использования при осуществлении геодезических и картографических работ начиная с июля 2002 года. Указанным постановлением Правительства Российской Федерации Федеральной службе геодезии и картографии России поручено осуществить организационно-технические мероприятия, необходимые для перехода к использованию СК-95. До завершения этих мероприятий Правительство Российской Федерации постановило использовать единую систему геодезических координат 1942 года, введенную постановлением Совета Министров от 7 апреля 1946 года № 760[1].

В ряде справочных документов и нормативно-технических актов даны общие руководства и указан порядок перехода от СК-42 к СК-95, также в ГОСТ Р 51794-2001 приведены параметры перехода СК-42 – СК-95. В СК-42 геодезическая сеть, состоящая из отдельных блоков, не является однородным геодезическим строением. Эти блоки имеют различный уровень систематических и случайных ошибок координат геодезических пунктов. Поэтому использование единой системы параметров преобразования координат из СК-42 в СК-95 не удовлетворяет требованиям к точности перехода в том или ином регионе. Для обеспечения требуемой точности преобразования координат на всей территории страны, необходимо использовать либо системы локальных параметров преобразования, либо картосхемы правок в координаты по листам карт масштаба 1:200 000, определенных по данным заключительного уравнивания астрономо-геодезической сети [2].

На сегодняшний момент в среде ArcGIS не разработаны методы и средства для корректной работы с СК-95, не реализована возможность преобразования координат из СК-42 в СК-95, существует проблема хранения пространственных данных в СК-95, поэтому возникает необходимость в разработке программного обеспечения, предназначенного для расширения возможностей ArcGIS в части пространственно-координатных преобразований и работы с СК-95.

С целью решения указанных проблем и разработано программное обеспечение, позволяющее подбирать параметры преобразования, получать статистическую информацию и перепроектировать пространственные данные. Программное обеспечение выполнено в виде модуля расширения ArcGIS 9 Desktop и предназначено для расширения возможностей универсальных программных

продуктов конечного пользователя ArcGIS 9 (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) в части пространственно-координатных преобразований и работы с проекцией СК-95.

Исходными данными для подбора параметров преобразования являются синхронные наборы координат опорных точек в СК-42 и СК-95. Для нахождения параметров преобразования и преобразования пространственных данных используются методы аналитического преобразования, аналитического оптимизационного и триангуляции.

Аналитическое преобразование основано на прямом пересчёте координат узлов проектируемых графических сущностей с использованием параметров преобразования, указанных в ГОСТ Р 51794-2001.

Система СК-42 имеет значительные внутренние деформации, как в целом так и на отдельных территориях, поэтому единая система параметров преобразования координат из СК-42 в СК-95 не обеспечивает необходимую точность для всей территории России, метод аналитического оптимизационного преобразования подбирает параметры преобразования для конкретной области. При аналитическом оптимизационном преобразовании используется трехпараметрическая модель преобразования координат и в результате оптимизации начальных параметров, определенных для всей территории России, получают три линейных параметра, описывающих разницу между датами исходной и результирующей системами координат, параметры подбираются для конкретной локальной области таким образом чтобы поверхность вычисляемого эллипсоида максимально приближалась к поверхности земного геоида в данной области, что позволяет повысить точность преобразования координат. Аналитическое оптимизационное преобразование основано на прямом пересчёте координат узлов проектируемых графических сущностей с использованием параметров преобразования, подобранных для определенного района.

При проведении преобразования методом триангуляции используются две триангуляционные сети, построенные по двум синхронным наборам опорных точек в СК42 и СК95. Для каждого элемента триангуляционной сети получают параметры аффинного преобразования. Параметры аффинного преобразования сохраняются в базу данных для использования их при перепроектировании пространственных данных.

Интерфейс программного обеспечения содержит в себе две закладки, первая закладка «Параметры» (рис. 1) предназначена для преобразования набора координат опорных точек, подбора параметров преобразования и получения статистической информации для оценки результатов преобразований. Для преобразования используется аналитический, аналитический оптимизационный и триангуляционный методы. Для нахождения параметров преобразования аналитическим оптимизационным методом необходимо сформировать наборы исходных и целевых опорных точек и указать регион, для которого необходимо подобрать параметры преобразования. В результате подбора параметров и проведения преобразования можно получить набор координат точек и статистические данные для оценки и сравнения результатов преобразования. Статистические данные описывают минимальное и максимальное отклонение

координат по осям  $X$  и  $Y$ , среднее значение величины отклонения по  $X$  и  $Y$ , и среднеквадратичное отклонение (СКО) по  $X$  и  $Y$ .

Для повторного использования полученных параметров в результате аналитического оптимизационного преобразования при перепроектировании пространственных данных, найденные параметры могут быть сохранены в базу данных как поименованный набор параметров преобразования для определенной области.

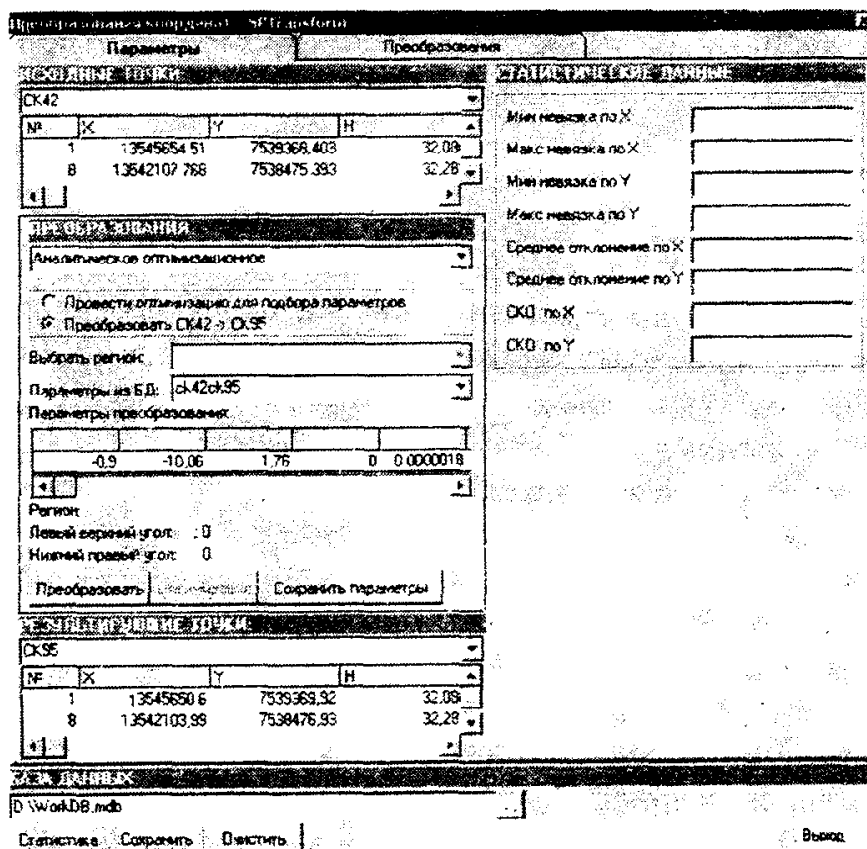


Рис. 1. Вид закладки «Параметры»

Вторая закладка «Преобразования» (рис. 2) предназначена для перепроектирования пространственных данных из СК-42 в СК-95 используя найденные параметры преобразования. Программное обеспечение предоставляет возможность преобразовывать пространственные данные аналитическим методом, используя систему параметров преобразования определенных для всей территории России, аналитическим оптимизационным, используя параметры преобразования найденные методом оптимизации для конкретного региона и методом триангуляции, используя параметры аффинного преобразования, полученные на основе двух триангуляционных сетей.

Для преобразования набора пространственных данных из СК-42 в СК-95 аналитическим оптимизационным методом необходимо

- указать путь к геобазе, в которую будут сохранены преобразованные пространственные данные;
- сформировать список исходных и результирующих данных;
- выбрать метод преобразования и провести перепроектирование данных.

выбрать из базы данных необходимый набор параметров для заданного региона.

Преобразованные пространственные данные сохраняются в указанной геобазе и при необходимости их можно добавить в текущий проект ArcMap. Отображается подробное описание процесса преобразования координат с описанием преобразования для всех геометрий входного класса пространственных. Если геометрия или ее часть не попадает в область, для которой проводится преобразование то геометрия не преобразовывается и не сохраняется в результирующем классе пространственных данных. Таким образом в полученный после преобразования класс пространственных данных попадают только те геометрии, которые полностью входят в область преобразования.

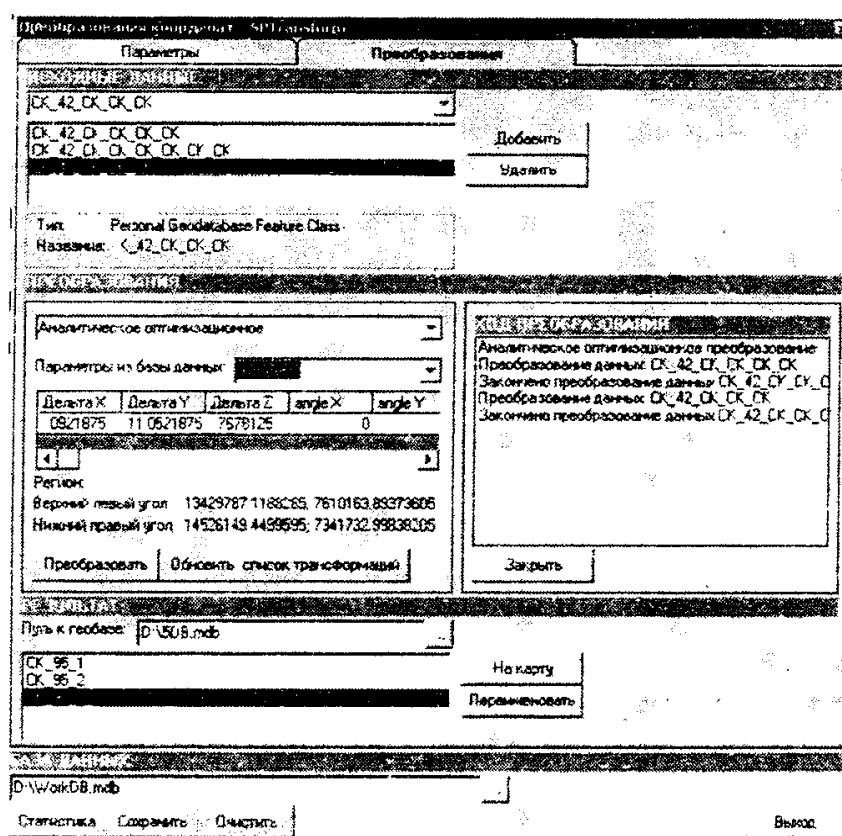


Рис. 2. Вид закладки «Преобразование»

Для преобразования пространственных данных методом триангуляции необходимо сформировать набор входных и выходных пространственных данных а также выбрать из базы данных необходимый набор параметров аффинного преобразования для заданного региона.

Найденные параметры методом аналитической оптимизации также можно добавить в список преобразований для данного проекта ArcMap и провести преобразование пространственных данных методами ArcMap. Надо отметить что к минусам работы с ArcMap относится и то что нет возможности сохранить найденные параметры внутри ArcMap больше чем на один сеанс работы, поэтому необходимо составлять внешнюю базу данных для хранения информации о параметрах и преобразованиях данных.

В данный момент разработанное программное обеспечение введено в эксплуатацию в ООО «Ямбурггаздобыча», для автоматизации процесса нахождения параметров преобразования координат из СК-42 в СК-95 для конкретных регионов, перепроектирования пространственных данных из СК-42 в СК-95, представления материалов в СК-95, также предложено хранение пространственных данных в системе координат WGS84.

### Список литературы

1. Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95) /Под. Ред. А.А.Дражнюка. – Москва: ЦНИИГАиК, 2000. – 33 с.
2. Геодезические и картографические инструкции. Нормы и правила. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95)// Федеральная служба геодезии и картографии России. – Москва: ЦНИИГАиК, 2004. – 132 с.
3. Understanding Map Projections. ESRI, Inc. 2000. -110с.

Статья поступила в редакцию 03.05.06