

Занятие 2. Изучение систем координат

Одним из компонентов географической системы координат является **датум** (лат. Datum) – набор параметров для смещения и трансформации референц-эллипсоида в локальные географические координаты. Понятие «Датум» используется в геодезии и картографии для наилучшей аппроксимации к геоиду в данном месте Земли. Датум задается смещением референц-эллипсоида по осям X, Y, Z, а также поворотом декартовой системы координат вокруг осей на углы rX , rY , rZ . Также необходимо знать параметры референц-эллипсоида **a** и **f**, где **a** – размер большой полуоси, **f** – сжатие эллипсоида.

Часто используемые датумы:

- **WGS 84** (World Geodetic System 1984). Глобальный датум, использующий геоцентрический общемировой эллипсоид, вычисленный по результатам точных спутниковых измерений. Используется в системе GPS.
- **Пулково-1942** (СК-42, Система координат 1942). Локальный датум, использующий эллипсоид Красовского, максимально подходящий к европейской территории СССР. Основной (по распространенности) датум в СССР и постсоветском пространстве.
- **ПЗ-90** (Параметры Земли 1990). Глобальный датум, основной (с 2012 года) в Российской Федерации.
- **NAD 83** (Nord American Datum 1983). Локальный датум для североамериканского континента.

Любые данные, которые вы видите на экране или добавляете в ArcMap, связаны с системой координат проекции в дополнение к лежащей в ее основе географической системе координат (ГСК).

Компонентами системы координат проекции являются ГСК, линейные единицы измерения на плоской поверхности (обычно футы или метры) и проекция – математическое преобразование, применяемое для конвертации географических координат в координаты на плоскости.

Отображение поверхности сфероида (или эллипсоида) на плоскость неминуемо ведет к искажениям. Поэтому любые системы координат проекции искажают реальный мир, одни больше, другие – меньше.

Типы проекций и сохраняемые ими свойства

Тип проекции	Сохраняемые свойства
Равноугольная (Conformal)	Форма, но не площадь
Равновеликая (Equal Area)	Площадь, но не форма
Равнопромежуточная (Equidistant)	Расстояние от одной или двух точек до каждой другой точки
Азимутальная (Azimuthal)	Направление от одной или двух точек до каждой другой точки
Гномоническая (Gnomonic)	Кратчайший маршрут (расстояние или направление), но площади не сохраняются
Компромисс	Ни одно из свойств, но все четыре искажаются в малой степени

Упражнение 2а. Работа с системами координат

В этом упражнении вы:

- Определите информацию о пространственной привязке для различных наборов данных.
- Добавьте данные с различными географическими системами координат в документ карты.
- Посмотрите, как ArcMap проецирует данные на лету.
- Зададите проекцию для набора данных, у которого отсутствует информация о пространственной привязке.
- Измените систему координат набора данных
-

Шаг 1. Определение системы координат набора данных

а) Запустите ArcMap и откройте окно Каталога. Раскройте C:\Student\ARC1\WilsonNC, а затем Wilson.gdb.

б) Щелкните класс объектов *Schools* (Школы) правой кнопкой мыши и выберите *Свойства*. В диалоговом окне *Свойства класса пространственных объектов* щелкните закладку *Система координат XY*.

Вопрос 1. В какой системе координат эти данные? _____

Вопрос 2. Это географическая система координат или система координат проекции? Как вы это узнали? _____

Вопрос 3. Если вы ответили, что это система координат проекции, какая это проекция? _____

Вопрос 4. Какие свойства сохраняются в этой проекции? (см. табл. на предыдущей странице)

в) Закройте диалоговое окно *Свойства класса пространственных объектов*, а в *Таблице содержания* щелкните правой кнопкой мыши на фрейме данных *Слой* и выберите *Свойства*.

г) В окне *Свойства фрейма данных* откройте закладку *Система координат*.

Вопрос 5. Какие текущие системы координат перечислены для фрейма *Слой*? _____

В новых документах карты у фрейма данных нет связанной с ним системы координат.

д) Щелкните *Отмена*, чтобы закрыть окно *Свойства фрейма данных*.

е) На панели инструментов *Стандартные* нажмите кнопку *Добавить данные*. В верхней части диалогового окна, в меню *Искать в* щелкните на стрелке ниспадающего меню и перейдите к C:\Student\ARC1\WilsonNC\ Wilson.gdb.

ж) Выберите *Schools* (Школы), затем нажмите *Добавить*, чтобы поместить их на карту. Пространственные объекты отрисуются на карте, а в окне *Таблицы содержания* добавится слой *Школы*.

з) В *Таблице содержания* щелкните правой кнопкой мыши на фрейме *Слой* и выберите *Свойства*. Щелкните закладку *Система координат*.

Вопрос 6. Какова система координат фрейма данных? _____

Фрейм данных принимает систему координат первого добавленного в него слоя. Любые другие данные, которые вы добавляете во фрейм, будут спроецированы на лету для совпадения с проекцией фрейма данных.

и) Нажмите *Отмена*, чтобы закрыть *Свойства фрейма данных* без изменений.

Шаг 2. Определение системы координат для другого набора данных

а) В окне *Каталога* в папке C:\Student\ARC1\WilsonNC щелкните правой кнопкой мыши на шейп-файле *Wilson_Recareas.shp*, выберите *Свойства* и перейдите на закладку *Система координат XY*.

Вопрос 7. В какой системе координат этот набор данных? _____

Вопрос 8. Это географическая система координат или система координат проекции? _____

Вопрос 9. Как географическая система координат набора данных согласуется с географической системой координат класса объектов *Schools*? _____

Вопрос 10. Если вы добавите на карту шейп-файл *Wilson_Recareas*, будет ли он правильно выровнен относительно слоя *Школы*? _____

б) Щелкнув *Отмена*, закройте окно *Свойства*. На панели инструментов *Стандартные* нажмите кнопку *Добавить данные*.

в) В верхней части диалогового окна, в меню *Искать в* щелкните по стрелке ниспадающего меню и перейдите к C:\Student\ARC1\WilsonNC. Выберите *Wilson_Recareas.shp*, затем нажмите *Добавить*, чтобы поместить его на карту.

Как вы думаете, почему эти два слоя выровнены относительно друг друга, несмотря на то, что у них разные географические системы координат?

Если система координат задана, ArcMap может автоматически перепроецировать данные. Этот процесс называют проецированием на-лету.

При этом пространственная привязка данных не изменяется на диске, это влияет только на отображение слоя на карте.

Шаг 3. Определение набора данных с другой системой координат

а) В окне *Каталог* выделите правой кнопкой *Wilson_Crimes.shp* (Преступления) и выберите *Свойства*. Перейдите на закладку *Система координат XY*.

Вопрос 11. В какой системе координат этот набор данных? _____

Вопрос 12. Это географическая система координат или система координат проекции? Как вы это узнали? _____

Вопрос 13. Его географическая система координат такая же, как у двух других наборов данных, рассмотренных ранее? _____

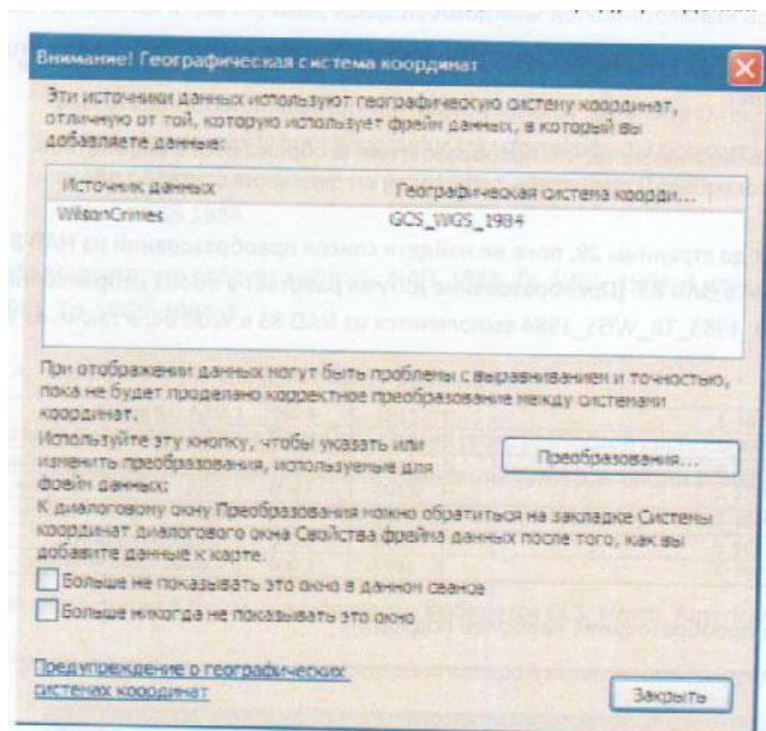
Вопрос 14. А система координат проекции совпадает? _____

Вопрос 15. Как система координат этого набора данных согласуется с системой координат класса объектов *Schools* и шейп-файла *Wilson_Recareas* ? _____

Вопрос 16. Если вы добавили на карту этот шейп-файл, будет ли он правильно выровнен относительно двух других слоев? _____

б) Щелкнув *Отмена*, закройте окно *Свойства*. Выберите *Wilson_Crimes.shp* в окне *Каталога* и перетащите его мышкой на карту.

Появится окно *Внимание! Географическая система координат*. Помните, что при точных построениях нельзя игнорировать подобные предупреждения.



В данном случае предлагается несколько географических преобразований для конвертации между этими двумя ГСК (т.е. NAD 83 - WGS 84). Вам нужно выбрать одно, наиболее подходящее.

в) Откройте проводник Windows , перейдите к папке

C:\Program Files (x86)\ArcGIS\Desktop 10.2\Documentation и откройте в ней файл *geographic_transformations.pdf*. Прокрутите документ до страницы 29, пока не найдете список преобразований из NAD 83 в WGS 84, а также из WGS 84 в NAD 83.

Вопрос 17. Какое преобразование наиболее подходит? _____

г) Закройте окно Adobe Reader и проводник Windows. В ArcMap в окне *Внимание! Географическая система координат* нажмите *Преобразования*. Обычно сведений из *geographic_transformations.pdf* бывает достаточно, однако NAD 83 и WGS 84 относятся к тем случаям, когда необходимы дополнительные пояснения.

д) В окне *Преобразования географической системы координат* щелкните *О географических преобразованиях* и прочтите документ справки; особо обратите внимание на раздел под названием *Преобразование между NAD 83 и WGS 84*. Здесь объясняется, что следует выбрать *NAD_1983_To_WGS_1984_4* или *NAD_1983_To_WGS_1984_5*. Закройте документ справки после прочтения.

е) В окне *Преобразования географической системы координат* для опции *Конвертировать из* выберите *GCS_WGS_1984*, это существующая система координат набора данных. Для опции *В (Into)* автоматически выберется *GCS_North_American_1983*.

Это ГСК фрейма данных, первая, относительно которой выполняется выравнивание. Для опции *Использование* выберите из ниспадающего списка NAD_1983_To_WGS_1984_5.

ж) Нажмите *ОК* в этом диалоговом окне и затем нажмите *Заккрыть* в другом окне. Теперь данные добавлены на карту и выровнены относительно двух других наборов данных. Так как у данных есть корректная ГСК, ArcMap может применить географическое преобразование для соответствия с другими данными с иной ГСК.

Шаг 4. Выявление набора данных с неизвестной системой координат

Если система координат набора данных неизвестна, ArcMap не получает корректной системы привязки. Далее рассматривается именно такая ситуация.

а) В окне *Каталог* щелкните правой кнопкой мыши на WilsonLots.shp и откройте *Свойства*.

Вопрос 18. Что указано в качестве текущей системы координат в диалоговом окне *Свойства* этого шейп-файла?

Если вы видите, что текущая система координат указана как *Неизвестная*, это значит, что набор данных не содержит какой-либо соответствующей информации о том, где объекты располагаются на земной поверхности. Без этой информации файл бесполезен. Определение системы координат может потребовать некоторых исследований. Если вы знаете, какая система должна быть, ее можно задать, и файл можно будет использовать.

б) Щелкните *Отмена*, чтобы закрыть окно *Свойства* шейп-файла.

в) Чтобы увидеть, что случится, если не задать систему координат, добавьте WilsonLots.shp на карту.

Вы получите предупреждение *Неизвестная пространственная привязка*, где объясняется, что данные будут показаны в ArcMap, но они не перепроецируются на лету для совпадения с другими данными. Такое сообщение появляется для всех типов данных, добавляемых в ArcMap, включая классы объектов базы геоданных, шейп-файлы, покрытия, данные САПР и поддерживаемые форматы растров или снимков (которые не имеют пространственной привязки).

г) Щелкните *ОК*. Теперь слой WilsonLots отображается в таблице содержания, но на карте он не отрисован. Щелкните правой кнопкой на слое WilsonLots в таблице содержания и выберите *Приблизить к слою*. Теперь вы видите слой на карте, но куда же делись другие слои?

д) Щелкните на кнопке *Полный экстен* на панели *Инструменты*. Слой WilsonLots отображается очень далеко от всех остальных слоев.

е) Щелкните на слое WilsonLots правой кнопкой мыши и выберите *Удалить*, а для слоя WilsonCrimes выберите *Приблизить к слою*. Перед тем, как начать работать с шейп-файлом WilsonLots, необходимо задать его пространственную привязку. Вы выполните это в следующем шаге.

Шаг 5. Назначение системы координат набору данных без пространственной привязки

а) Щелкните на закладке *Поиск* внизу окна *Каталог*, чтобы открыть окно поиска. (Если закладка не видна, воспользуйтесь кнопкой *Поиск* на панели *Стандартные*). Во входном поле напишите *Задать проекцию* и нажмите клавишу *Ввод*.

Инструмент можно искать по имени или функции. Используйте категории поиска *Все*, *Карты*, *Данные* или *Инструменты* для уточнения результатов.

Результаты в окне поиска содержат три ссылки: синюю, черную и зеленую. Текст синего цвета – это имя, в нашем случае это название инструмента. Если щелкнуть на синем тексте, инструмент откроется. Если щелкнуть на черном тексте, откроется описание элемента. Если щелкнуть на зеленом тексте, покажется положение инструмента в ArcToolbox, пользовательском интерфейсе для доступа к инструментам и работы с ними.

б) В списке результатов поиска щелкните на *Задать проекцию*, чтобы открыть этот инструмент. Щелкните *Показать справку* в правом нижнем углу диалогового окна и ознакомьтесь с информацией на панели справки.

в) В окне инструмента *Определить проекцию* в качестве входного набора данных задайте *WilsonLots.shp*, а затем нажмите *Добавить*.

После некоторых исследований можно определить, что файл предположительно был в WGS 1984 зона 8N.

г) В окне инструмента *Определить проекцию* для *Системы координат* щелкните кнопку *Свойства пространственной привязки*. В открывшемся диалоговом окне щелкните закладку *Система координат XY*.

д) Раскройте *Системы координат проекции*. Потом откройте *UTM*, а затем *WGS 1984*. Раскройте *Северное полушарие* и прокрутите вниз, там найдите *WGS 1984 UTM Zone 18N*.

е) Щелкните *WGS_1984_UTM_Zone_18N*, а затем *OK*.

ж) В диалоговом окне *Определить проекцию* нажмите *OK*, чтобы запустить инструмент. Появится окно хода процесса. Щелкните *Заккрыть* при успешном завершении. После завершения работы инструмента *Определить проекцию* слой *WilsonLots* добавлен в таблицу содержания и отображается на карте наряду с другими слоями.

з) Если необходимо, в таблице содержания щелкните и перетащите *Wilson_Recareas* вниз списка.

Сейчас данный слой имеет определенную систему координат, и ArcMap может проецировать его на лету для отображения с другими данными.

Но помните, что проецирование на лету не изменяет систему координат исходных данных. Здесь просто происходит временный пересчет. Чтобы изменить систему координат набора данных, необходимо выполнить перепроецирование при помощи инструмента *Проецировать*. Вы выполните это в следующем шаге.

Шаг 6. Изменение системы координат набора данных

а) Если необходимо, откройте окно *Поиск*. Во входном поле впишите **проецировать** и нажмите *Enter*.

б) В списке результатов поиска щелкните на *Проецировать (Project)*, чтобы открыть этот инструмент.

в) Щелкните на закладке *Каталог* внизу окна *Поиск*, чтобы отобразить окно *Каталог*. Перетащите *WilsonLots.shp* из папки *WilsonNC* в поле *Входной набор классов объектов* в инструменте *Проецировать*.

В поле *Входная система координат* указана *WGS_1984_UTM_Zone_18N*, это система координат, которую вы задали для этого набора данных в предыдущем шаге.

г) Возле поля *Выходной набор данных или класс объектов* нажмите кнопку *Обзор*. В диалоговом окне *Выходной набор данных или класс объектов* перейдите к папке *C:\Student\ARC1\WilsonNC*. В строке *Имя* впишите *WilsonLots2.shp* и нажмите *Сохранить*.

Инструмент *Проецировать* создает новый набор данных или класс пространственных объектов с указанной системой координат. Исходный набор данных остается с текущей системой координат.

д) Для выходной системы координат щелкните кнопку *Свойства пространственной привязки*. В диалоговом окне *Свойства пространственной привязки* раскройте *Системы координат проекции*. Прокрутите вниз, выделите NAD 1983 StatePlane North Carolina FIPS 3200 (US Feet) и щелкните *ОК*. Щелкните *ОК* в диалоговом окне, чтобы запустить инструмент *Проецировать*.

После завершения работы инструмента данные добавятся на карту. Если говорить об отображении на экране, слои WilsonLots и WilsonLots2 одинаковы. Однако, данные, на которые они ссылаются, имеют различные системы координат.

Если вы хотите работать с данными, а не только отображать их на экране, (например, выполнить какой-либо анализ), **следует проецировать все данные в одну систему координат.**

Как вы помните, набор данных WilsonCrimes также имеет другую систему координат проекции. Его можно спроецировать аналогичным образом.

е) Если хотите, можете продолжить исследование свойств других наборов данных в папке WilsonNC. Когда закончите, в меню *Файл* выберите *Выход* и карту не сохраняйте.