



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 ОПЗНАВАНИЕ ОПОРНЫХ ТОЧЕК И ПРИВЯЗКА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

---

**Цель выполнения работы:** освоить алгоритм осуществления опознавания опорных точек и привязки растровых изображений в среде ArcMap программного продукта ArcGIS.

**Задание работы:** используя базовые растровые изображения осуществить координатную привязку схемы землепользования отдельного сельскохозяйственного предприятия к схеме размещения сельскохозяйственных организаций административного района.

**Исходные данные:** базовая карта размещения сельскохозяйственных организаций; карта сельхозпредприятия.

Растровые данные обычно получают путем сканирования бумажных карт или обработки аэрофотоснимков или спутниковых снимков. Наборы данных, полученные путем сканирования карт, обычно не имеют пространственной привязки (ни внутри набора растровых данных, ни в виде отдельного файла). Информация о местоположении, поставляемая в наборах данных аэрофотоснимков или космических снимков, часто также является неточной, и такие данные не удастся корректно совместить с другими имеющимися пространственными данными. Поэтому, для использования некоторых наборов растровых данных совместно с другими пространственными данными, необходимо осуществить пространственную привязку этих наборов растровых данных в картографической системе координат. Картографическая система координат задается с помощью картографической проекции (способ проецирования искривленной поверхности Земли на плоскость). В нашем случае это поперечная цилиндрическая картографическая проекция Гаусса-Крюгера.

Пространственная привязка растровых данных выполняется указанием местоположения, с использованием координат карты, и присвоением системы координат фрейму данных. Пространственно привязанные растровые данные позволяют просматривать данные, выполнять к ним запросы и анализировать их вместе с другими географическими данными.

Панель инструментов ArcMap программного продукта ArcGIS «Пространственная привязка» позволяет выполнять пространственную

привязку наборов растровых данных и слоев наборов растровых данных (которые могут иметь растровые функции), сервисов изображений и растровых продуктов.

Данная панель инструментов содержит набор раскрывающихся и интерактивных инструментов, необходимых для непосредственного управления процессом пространственной привязки (рис. 1).

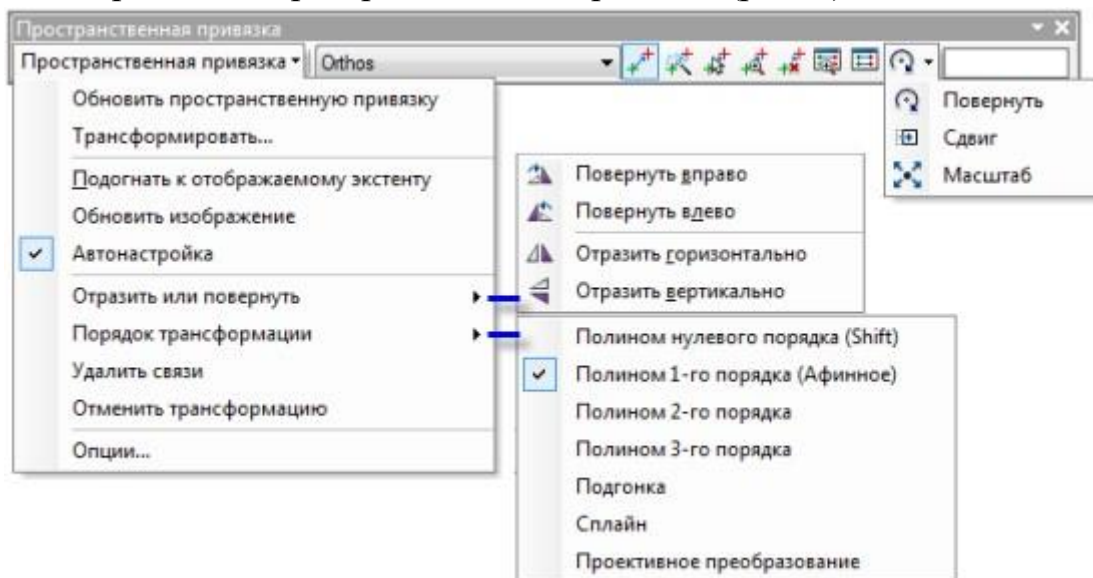


Рис. 1. Инструменты панели «Пространственная привязка»

В таблице 1 приведены функции элементов раскрывающегося окна «Пространственная привязка» панели инструментов «Пространственная привязка».

Таблица 1. - Функции элементов раскрывающегося окна «Пространственная привязка»

Элемент окна	Функция элемента
Обновить пространственную привязку	Сохраняет преобразование растра.
Трансформировать	Создает новый трансформированный набор растровых данных.
Подогнать к отображаемому экстенду	Сдвигает растр к области текущего экстенда изображения.
Обновить изображение	Обновляет изображение с учетом текущего преобразования. Полезно, если недоступна функция «Автонастройка (Auto Adjust)».
Автонастройка	Обновляет изображение со всеми созданными связями.

Отразить или повернуть	Корректирует искажения сканирования.
Преобразование	Устанавливает преобразование.
Удалить опорные точки	Удаляет все опорные точки.
Отменить преобразование	Возвращает растр в начальное состояние. Опорные точки не удаляются.
Опции	Открывает окно «Опции пространственной привязки (Georeferencing Options)».

В таблице 2 приведены сведения о средствах управления диалогового окна «Опции пространственной привязки» раскрывающегося окна «Пространственная привязка».

**Таблица 2. - Средства управления диалогового окна «Опции пространственной привязки»**






Кнопка или окошко метки	Имя кнопки	Функция
	Символ исходной точки	Открывает окно «Выбор символа» и позволяет выбрать любой точечный символ в качестве исходного.
	Символ конечной точки	Открывает окно «Выбор символа» и позволяет выбрать любой точечный символ в качестве конечного.
	Остаточный	Открывает окно «Выбор символа» и позволяет выбрать любую линию в качестве линии смещения.
Остаточный		Отметка используется, чтобы отобразить в таблице связей смещения и среднеквадратичную ошибку. Смещение указывает ошибку в единицах, аналогичных единицам пространственной привязки фрейма данных.
Обратное смещение		Отметка используется, чтобы отобразить в таблице связей обратные смещения и обратную среднеквадратичную ошибку. Обратные смещения отображают ошибку в пикселях.
Прямое и обратное смещение		Отметка используется, чтобы отобразить в таблице связей прямые и обратные смещения и среднеквадратичную ошибку. Это мера точности, которая отображается в пикселях. Сначала трансформация используется для нахождения точки в прямом направлении. Затем, эта точка используется с обратной трансформацией и снова картируется в пространстве изображения. Затем вторая точка сравнивается с начальной точкой, созданной инструментом связи.

Авто-завершение (Auto complete)	Отметка используется для автоматического вывода информации о том, где по подсчетам системы должна располагаться соответствующая конечная точка. Автозавершение работает только в случае привязки слоя к другому растру и после создания первых двух точек. Если инструмент «Автозавершение» находит более подходящую пару связей, он может скорректировать указанную исходную точку. Если не удастся обнаружить соответствующую точку, необходимо вручную указать конечную точку.
Максимальное количество блоков выборки	Позволяет выбрать количество блоков выборки для использования при авторегистрации растровых данных. Для выбора количества блоков выборки следует использовать раскрывающийся список. По умолчанию используется столько блоков выборки, сколько необходимо.

На панели инструментов «Пространственная привязка» есть набор инструментов для графического управления процессом пространственной привязки, сведения о которых содержатся в таблице 3.

**Таблица 3. – Характеристика набора инструментов для графического управления процессом пространственной привязки**

Инструмент	Название инструмента	Функция инструмента
	Добавить опорные точки	Позволяет выбрать опорные точки в слое и добавить их на карту.
	Авторегистрация	Автоматически создает связи между растромисточником и целевым растром. Для работы авторегистрации исходный растр должен иметь относительно близкое географическое местоположение.
	Выбрать связь (Select link)	Выбирает и выделяет связь на дисплее.
	Приблизить к выбранной связи (Zoom To Selected Link)	Центрирует и увеличивает изображение относительно выбранной связи. Если необходимо большее увеличение, следует щелкнуть этим инструментом несколько раз.
	Удалить связь (Delete Link)	Удаляет выбранную связь.
	Вьюер (Viewer)	Открывает окно просмотра, где отображается только растр, который будет привязываться. Это окно позволяет привязать растр, используя два окна.

	Показать таблицу связей	Показывает связи и ошибки в табличной форме.
	Повернуть	Поворачивает слой-источник. Повернуть слой-источник можно вручную или ввести в текстовое поле значение угла поворота в градусах.
	Сдвиг	Сдвигает слой-источник. Сдвинуть слой-источник можно вручную или ввести значения координат x, y в текстовое окно ввода измерений.
	Масштаб	Масштабирует слой-источник. Изменить масштаб слоя-источника можно вручную или ввести коэффициент масштабирования в текстовое окно ввода измерений.
	Измерение	Позволяет ввести угол поворота, сдвиг x, y или коэффициент масштабирования.








Окно «Вьюер изображений» (Image Viewer) можно открыть, щелкнув на кнопку . Оно полезно в случае привязки одного набора растровых данных к другому, поскольку позволяет просматривать одновременно растровый источник и привязанный слой. Набор растровых данных, который в настоящий момент привязывается, отображается в отдельном окне. При наличии двух мониторов можно перетащить окно «Вьюер изображений» (Image Viewer) на один из них. Если доступен только один монитор, то можно использовать кнопку «Перемещение»  для равномерного деления экрана для каждого окна. В таблице 4 приведены сведения о кнопках окна «Вьюер изображений» и их функциях.

Таблица 4. – Кнопки окна «Вьюер изображений» их функции

Кнопка	Название кнопки	Функция кнопки
	Приблизить	Увеличение одним щелчком мыши или растягиванием рамки в окне «Вьюер изображений» (Image Viewer). Клавиши быстрого доступа: нажать и удерживать клавишу Z.
	Уменьшить	Уменьшение одним щелчком мыши или растягиванием рамки в окне «Вьюер изображений». Клавиши быстрого доступа: нажать и удерживать клавишу X.
	Переместить	Перемещение непривязанного растра в окне «Вьюер изображений». Клавиши быстрого доступа: нажать и удерживать клавишу C.

	Полный Экстент	Увеличение по размеру полного экстента непривязанного растра в окне «Вьюер изображений» (Image Viewer).
	Фиксированное увеличение	Увеличение по центру окна «Вьюер изображений» (Image Viewer).
	Фиксированное уменьшение	Уменьшение по центру окна «Вьюер изображений».
	Предыдущий экстент	Переход к предыдущему экстенту окна «Вьюер изображений» (Image Viewer) при связи с видом основных данных. Горячая клавиша: нажать Shift + <.
	Следующий экстент	Последовательный переход между экстентами, просмотренными в окне Вьюер изображений (Image Viewer), при связи с видом основных данных. Горячая клавиша: нажмите и удерживайте клавиши Shift+>.
	Обновить	Обновление текущего экстента окна «Вьюер изображений». Клавиши быстрого доступа: нажать и удерживать клавишу F5.
	Перемещение	Отображение рядом двух окон – основного окна ArcMap и окна «Вьюер изображений».
	Связь с основным окном	Связывание видимой области данных и экстента окна «Вьюер изображений» (Image Viewer). В окне «Вьюер изображений» (Image Viewer) клавиши
		навигации неактивны. При переходе в окно вида данных в окне «Вьюер изображений» (Image Viewer) отображается аналогичный экстент.

Открыть таблицу связей (Link Table) можно, щелкнув кнопку  «Показать таблицу связей». Таблица связей отображает информацию по созданным связям и остаточной погрешности, относящейся к этим связям. Для проведения операций со связями можно использовать несколько инструментов:

- каждую связь можно активировать или отключить и оценить результат;
- можно приблизиться к выбранной связи с помощью инструмента «Приблизить к выбранной связи» (Zoom To Selected Link)  ;
- значения в столбце таблицы связей могут быть отсортированы по возрастанию или убыванию.

Сведения о кнопках таблицы связей и их функциях приведены в таблице 5.

Таблица 5. – Кнопки таблицы связей и их функции

Кнопка	Название кнопки	Функция кнопки
	Открыть	Открывается файл связей пространственной привязки.
	Сохранить	Сохраняется файл связей пространственной привязки.
	Приблизить к выбранной связи	Центрирует и увеличивает изображение относительно выбранной связи. Если необходимо большее увеличение, кнопку следует нажать несколько раз.
	Удалить связь (Delete Link)	Удаляет выбранную связь.
	Вставить связи	Открывается окно просмотра, где отображается только растр, который будет привязываться. Это окно позволяет привязать растр, используя два окна.
Автонастройка		Следует поставить отметку для настройки растра на немедленное отображение преобразования после выбора связи.
Градусы Минуты Секунды		Следует поставить отметку для отображения координат в системе градусы/минуты/секунды. Допустимо только в случае, если фрейм данных использует <b>географическую</b> систему координат.
Преобразование		В этом ниспадающем списке можно выбрать допустимое преобразование. Для отображения остальных преобразований нужно выбрать больше связей.

Для упрощения и ускорения работы с пространственной привязкой данных в ArcGIS имеется несколько горячих клавиш, сведения о которых содержатся в таблице 6.

Таблица 6. - **Функции горячих клавиш панели инструментов «Пространственная привязка»**

Сочетание клавиш	Функция сочетания клавиш
A	Включение и отключение видимости привязанного слоя
B	Непрерывное масштабирование/Перемещение
C	Переместить
Q	Передвижение
X	Уменьшить
Z	Увеличить
Esc	Отменить связь (в процессе создания связи)
Удаление	Удалить выбранную связь

Пространственная привязка растровых данных осуществляется путем использования имеющихся пространственных данных (целевых данных), таких как растры с пространственной привязкой или класс векторных объектов, которые имеют нужную систему координат карты. Этот процесс включает определение серии опорных точек, для которых известны координаты  $x$  и  $y$  и которые связывают известные местоположения в наборе растровых данных с соответствующими местами в данных, имеющих пространственную привязку (целевые данные). Контрольными точками могут быть также местоположения, которые можно легко определить в наборах растровых данных и которые имеют точные координаты. Множество объектов самых различных типов, могут использоваться в качестве идентификаторов местоположений, например, пересечения дорог или водных потоков, устья рек, обнажения горных пород, углы улиц или площадей, пересечения полезащитных полос.

Опорные точки используются для построения полиномиальной трансформации, с помощью которой набор растровых данных будет сдвинут в географически верное местоположение. Соединение между опорной точкой набора растровых данных (точка от) и соответствующей точкой уже выровненных данных (точка к) называется связью.

Количество связей, необходимых для качественной привязки растра, зависит от сложности преобразования, которое планируется использовать для привязки набора растровых данных к карте. Добавление дополнительных связей не всегда повышает точность преобразования. По возможности нужно равномерно распределять связи по всему набору растровых данных, а не концентрировать их в одном месте. Обычно, наличие одной связи в каждом углу растра и нескольких посередине обеспечивает наилучший результат привязки.

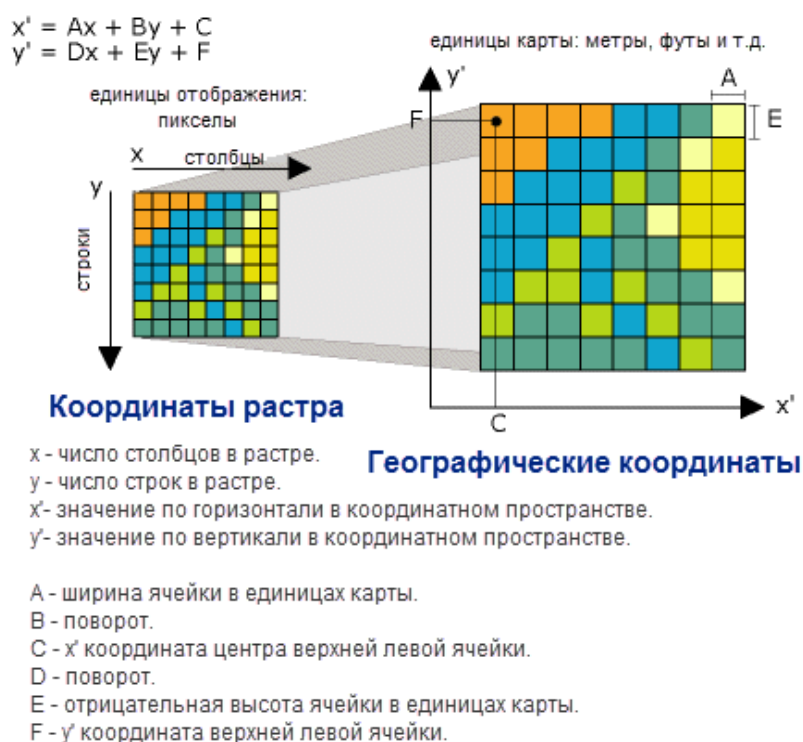
Следует учитывать тот факт, что точность данных, для которых выполняется пространственная привязка, не будет выше точности тех данных, по которым она осуществляется. Чтобы уменьшить количество ошибок, осуществлять пространственную привязку следует по данным самого высокого разрешения и самого крупного масштаба.

После создания достаточного количества связей необходимо *привязать* или *трансформировать* набор растровых данных, чтобы он соответствовал координатам целевых данных, по которым осуществлялась привязка. Чтобы добиться максимального совпадения координат для каждой ячейки, следует выбрать полиномиальную трансформацию.

*Полиномиальная трансформация* использует построение полинома на основе опорных точек и алгоритм подбора методом наименьших квадратов

(LSF). Этот способ оптимизирован для соблюдения общей точности, но не гарантирует локальной точности. Полиномиальная трансформация использует две формулы: одна – для вычисления координат  $x$  по входным координатам ( $x$ ,  $y$ ) местоположения, а вторая – для вычисления координат  $y$ . Задача метода наименьших квадратов – рассчитать общую формулу, которая применима ко всем точкам, обычно за счет небольшого смещения позиций опорных точек. Количество некоррелированных опорных точек, требующееся для этого метода, составляет 1 для нулевого порядка, 3 для первого порядка, 6 – для второго и 10 – для третьего порядка. Полиномы низших порядков имеют тенденцию к ошибке случайного типа, тогда как полиномы высших порядков – к ошибке экстраполяции.

Полиномиальная трансформация первого порядка обычно используется для пространственной привязки изображения. На рис. 2 приведено уравнение для трансформации набора растровых данных, с использованием аффинного (первого порядка) полиномиального преобразования. Шесть параметров определяют трансформацию строк и столбцов растра в координаты карты.



**Рис. 2. Особенности полиномиальной трансформации набора растровых данных**

*Полином нулевого порядка* используется для смещения данных. Это часто необходимо в ситуации, когда данные уже имеют пространственную привязку, но небольшой сдвиг лучше выровняет их размещение. Для выполнения смещения данных полиномом нулевого порядка необходима

только одна связь. Рекомендуется сделать несколько связей, а затем выбрать ту, которая будет наиболее точной (будет иметь наименьшую невязку).

*Полином первого порядка* (аффинную трансформацию) используют для сдвига, изменения масштаба или поворота набора растровых данных. Это обычно позволяет сохранить прямые линии исходного растра в трансформированном наборе растровых данных. Таким образом, квадраты и прямоугольники набора растровых данных обычно деформируются в параллелограммы, одновременно со случайным изменением масштаба и угловой ориентации. Минимальное количество связей, необходимое для выполнения трансформации первого порядка, может точно привязать каждую точку растра к целевым данным. Использование более трех связей вносит искажения, или невязку, которые распределяются по всем связям. Однако, на практике следует задавать более трех связей, поскольку, если одна из них окажется позиционно неверной, это окажет гораздо большее влияние на качество процесса преобразования. Следовательно, несмотря на увеличение математической ошибки трансформации при увеличении числа связей, общая точность трансформации также будет увеличиваться.

Следует учитывать, что чем выше порядок трансформации, тем более сложные искажения могут быть скорректированы. Однако, трансформация выше третьего порядка используется очень редко. Трансформации высокого порядка требуют большего количества связей и, следовательно, больших затрат времени на обработку. Как правило, если набор растровых данных необходимо растянуть, повернуть или изменить его размер, следует использовать трансформацию первого порядка. Для более сложного преобразования применяются трансформации второго или третьего порядка (их, как правило, используют, когда имеет место сильная пересеченность местности).

Трансформация позволяет создавать новый набор растровых данных, имеющий пространственную привязку к координатам карты, который можно сохранить в формате BIL, BIP, BMP, BSQ, DAT, GIF, GRID, IMG, JPEG, JPEG 2000, PNG или TIFF. ArcGIS не требует обязательного преобразования набора растровых данных для отображения его вместе с другими пространственными данными; однако, это следует сделать, если будет выполняться анализ данных или их использование в других программах, которые не распознают пространственную привязку, хранящуюся в отдельном файле привязки.

При обновлении пространственной привязки, преобразование будет сохраняться в отдельном файле, а новый набор растровых данных, как это происходит при сохранении преобразования набора растровых данных, создан не будет. Для набора растровых данных в виде файла, такого как TIFF,

преобразование обычно будет записываться во внешний файл формата XML с расширением \*.AUX.XML. Если набор растровых данных является необработанным изображением, таким как BMP, а преобразование является аффинным, он будет записан в world-файл (world file). Если набор растровых данных хранится в базе геоданных, при выполнении команды «Обновить пространственную привязку», преобразование также будет сохранено в базе, в виде дополнительной информации, относящейся к этому набору растровых данных. Обновление растрового слоя, сервиса изображения или слоя мозаики выполнит обновление слоя внутри документа карты, но не сохранит измененную пространственную привязку в исходном файле. В таблице 7 показано, как сохраняется каждый целевой тип.

**Таблица 7. - Пространственная привязка различных растров**

Тип данных	Результат привязки
Набор растровых данных	Команда «Обновить пространственную привязку» обновляет набор растровых данных.
Растровый слой	Команда «Обновить пространственную привязку» обновляет слой растровых данных, растры-источники не затрагиваются.
Слой сервиса изображений	Сервис изображений на сервере не обновляется. После выполнения команды «Обновить пространственную привязку» можно либо сохранить документ карты (.mxd), либо создать файл слоя (.lyr), чтобы сохранить работу по пространственной привязке.
Растровый продукт	Растровый продукт не обновляет подлежащие файлы набора растровых данных. После выполнения команды «Обновить пространственную привязку» можно либо сохранить документ карты (.mxd), либо создать файл слоя (.lyr), чтобы сохранить работу по пространственной привязке.
Растр с функцией	Растровая функция не обновляет подлежащие файлы растров. После выполнения команды «Обновить пространственную привязку» можно либо сохранить документ карты (.mxd), либо создать файл слоя (.lyr), чтобы сохранить работу по пространственной привязке.

### Ход выполнения лабораторной работы:

Лабораторная работа предполагает выполнение действий по следующему алгоритму:

- 1) загрузить базовую карту размещения сельскохозяйственных организаций;
- 2) привязать базовую карту размещения сельскохозяйственных организаций;
- 3) загрузить привязанную и трансформированную карту размещения сельскохозяйственных организаций;
- 4) удалить непривязанную базовую карту размещения сельскохозяйственных организаций;
- 5) загрузить непривязанную карту сельхозпредприятия;
- 6) привязать карту сельхозпредприятия;
- 7) загрузить привязанную и трансформированную карту сельхозпредприятия; 8) удалить непривязанную базовую карту сельхозпредприятия.

1. Загрузить базовую карту размещения сельскохозяйственных организаций административного района, имеющую сеть опорных точек с известными координатами.

2. В свойствах слоя в панели таблицы содержания выбрать вкладку «Общие», где необходимо задать единицы измерения и базовый масштаб проекта (рис. 3).

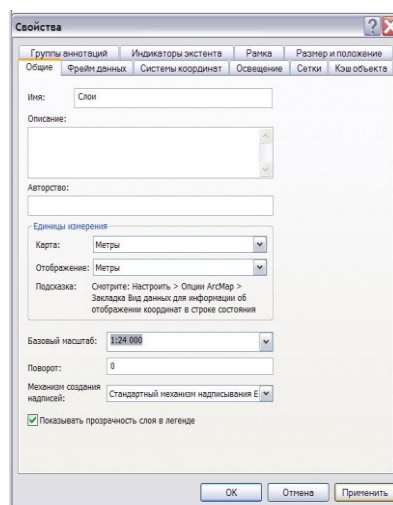


Рис. 3. Вкладка «Общие» в свойствах слоя

3. В данной вкладке выбрать: в пункте «Единицы измерения» для поля «Карта» – метры; для поля «Отображение» – метры; для поля «Базовый масштаб» - 1:24 000.

4. Далее в свойствах слоя или фрейма данных необходимо выбрать вкладку «Системы координат». В этой вкладке следует задать систему координат проекции. Для этого следует выбрать путь: «Системы координат проекции» – «Гаусс-Крюгер», далее – «Европа», а потом «Pulkovo 1942 GK Zone 6» (рис. 4). Следует помнить, что в поперечной цилиндрической картографической проекции Гаусса-Крюгера используются 6-градусные зоны. Исходя из этого, 6-я зона соответствует долготе 30-36°. Следовательно центральный меридиан 6-й зоны будет проходить через 33°, что и отображено на рис. 4.

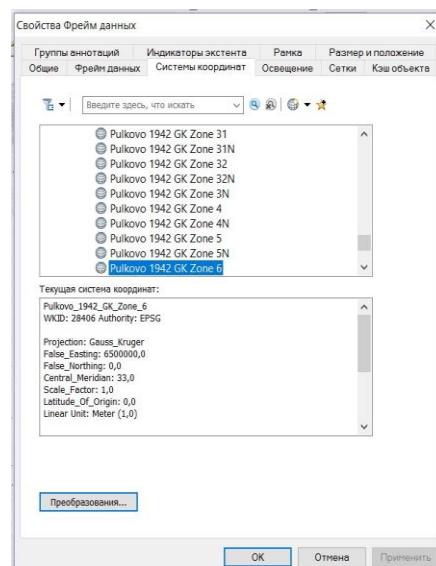


Рис. 4. Вкладка «Системы координат» в свойствах фрейма данных

5. В верхней строке панели меню рабочего окна проекта необходимо установить масштаб 1:24000 и нажать клавишу Enter (рис. 5).

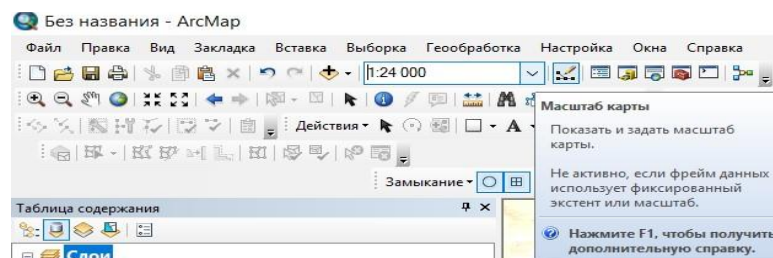


Рис. 5. Панель меню с установленным масштабом проекта

Если изображение карты, появившееся на экране после применения опции «Приблизить к слою», некачественное, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши по названию слоя и выбрать опцию «Свойства слоя». В ней необходимо выбрать пункт «Символы» и в поле, появившемся с левой стороны окна, выбрать опцию «Растяжка». В этой опции нужно обозначить поле «Значение» и проставить в пустой клетке число «255» (рис. 6).

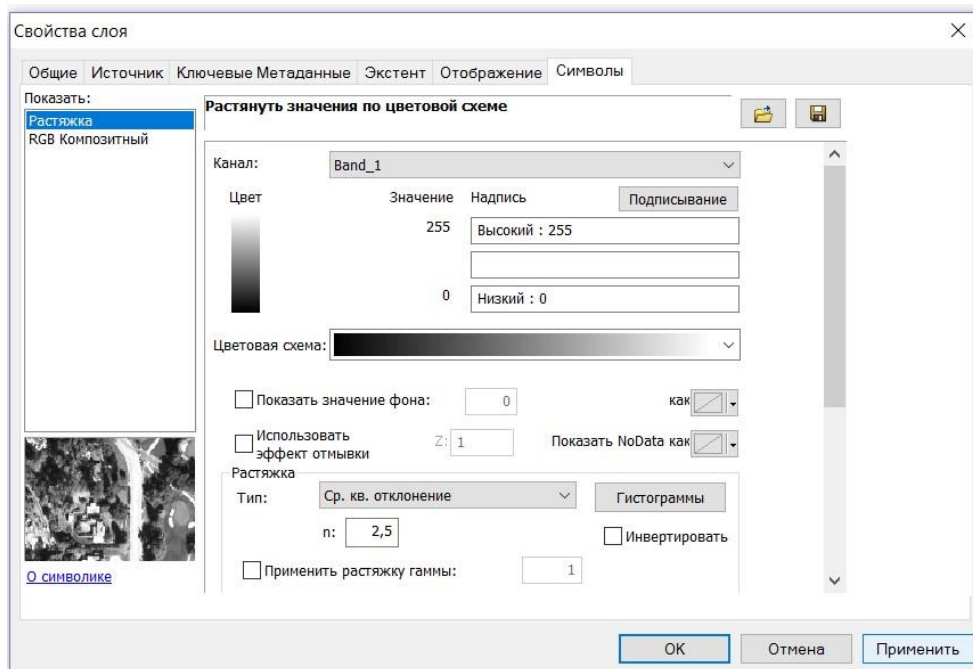
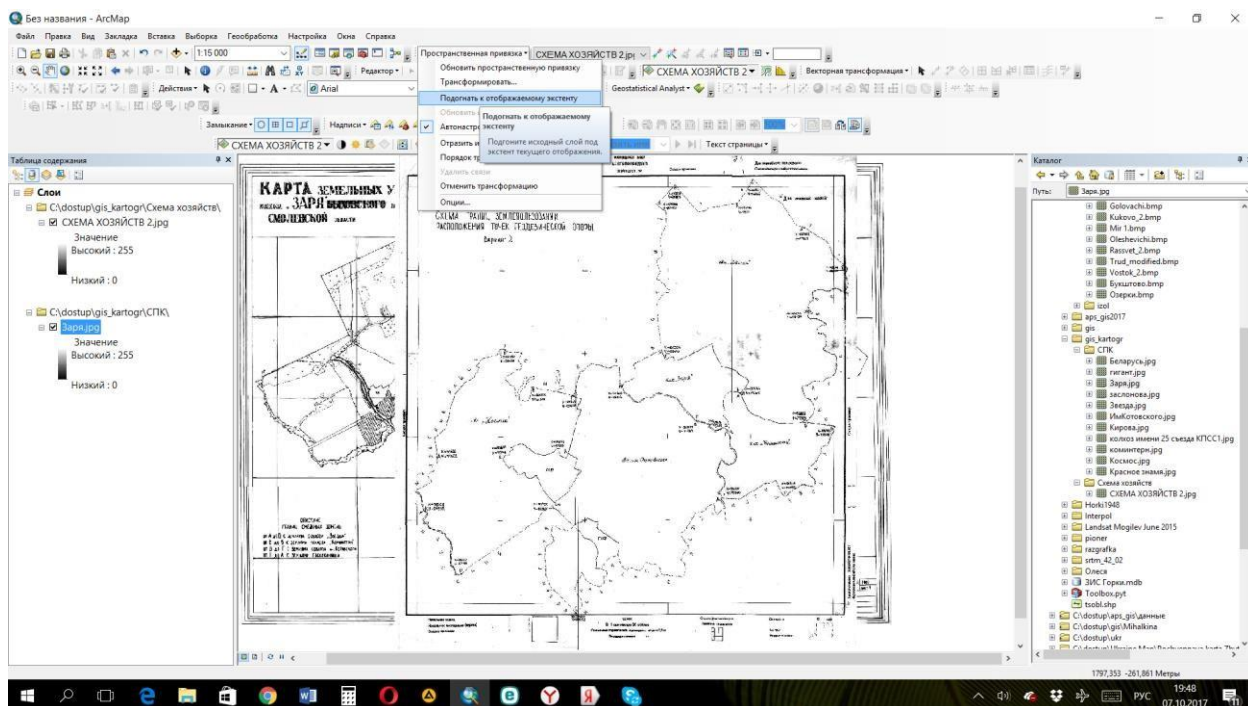


Рис. 6. Вкладка опции «Свойства слоя»

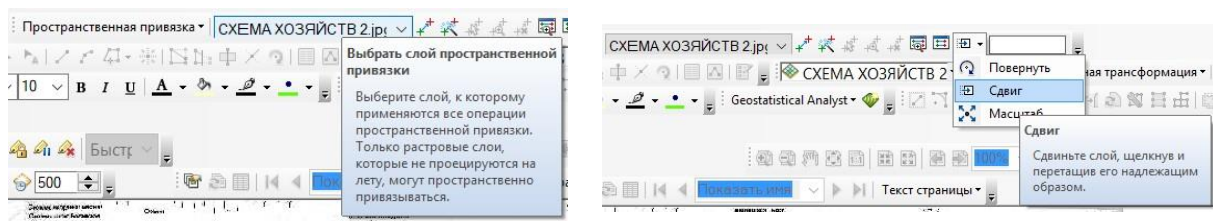
Для того, чтобы в рабочем окне проекта одновременно отображались и привязываемый файл, и файл с привязкой, следует воспользоваться опцией «Подогнать к отображаемому экстенду». Для этого, после того, как оба файла добавлены на панель слоев, следует в поле «Пространственная привязка» панели инструментов «Пространственная привязка» выбрать опцию «Подогнать к отображаемому экстенду». В результате в рабочем поле проекта отобразятся оба файла (рис. 7).



**Рис. 7. Панель привязки растра с опцией «Подогнать к отображаемому экстенту»**

**ВАЖНО:** чтобы изображение не двигалось в процессе привязки, следует отключить опцию «Автонастройка» в поле «Пространственная привязка».

Чтобы сдвинуть изображения относительно друг друга в рабочем поле проекта следует выбрать слой, который необходимо сдвинуть, и воспользоваться кнопкой «Сдвиг» (рис. 8).



**Рис. 8. Порядок настройки сдвига изображения**

6. Далее необходимо выполнить координатную привязку базовой карты размещения сельскохозяйственных организаций административного района. Для этого сначала в верхней панели меню выбираем вкладку «Настройка», а в ней вкладку «Панели инструментов» в которой выбираем тип панели «Пространственная привязка» (рис. 9).

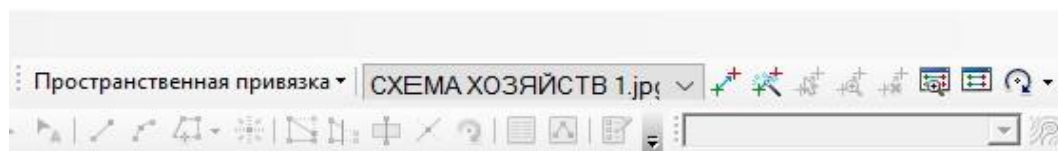


Рис. 9. Панель инструментов «Пространственная привязка»

7. После этого следует добавить опорные точки привязки карты и их координаты. Для этого необходимо выбрать точку на базовой карте (для того чтобы видеть карту в рабочем поле, наводят курсор на название слоя, содержащего карту, нажимают правую кнопку мыши и выбирают опцию «Приблизить к слою»).

Для того, чтобы увеличить изображение базовой карты, к которой осуществляется привязка, можно воспользоваться возможностями вьюера, который вызывается с помощью кнопки «Создать окно просмотра» (рис. 10).

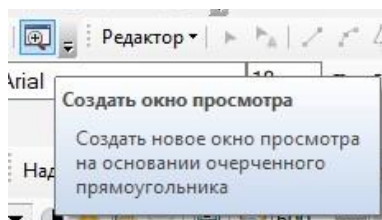


Рис. 10. Кнопка включения вьюера

После активации указанной кнопки следует очертить в нужном месте рабочего проекта прямоугольником предполагаемое место размещения и размер окна просмотра (рис. 11).

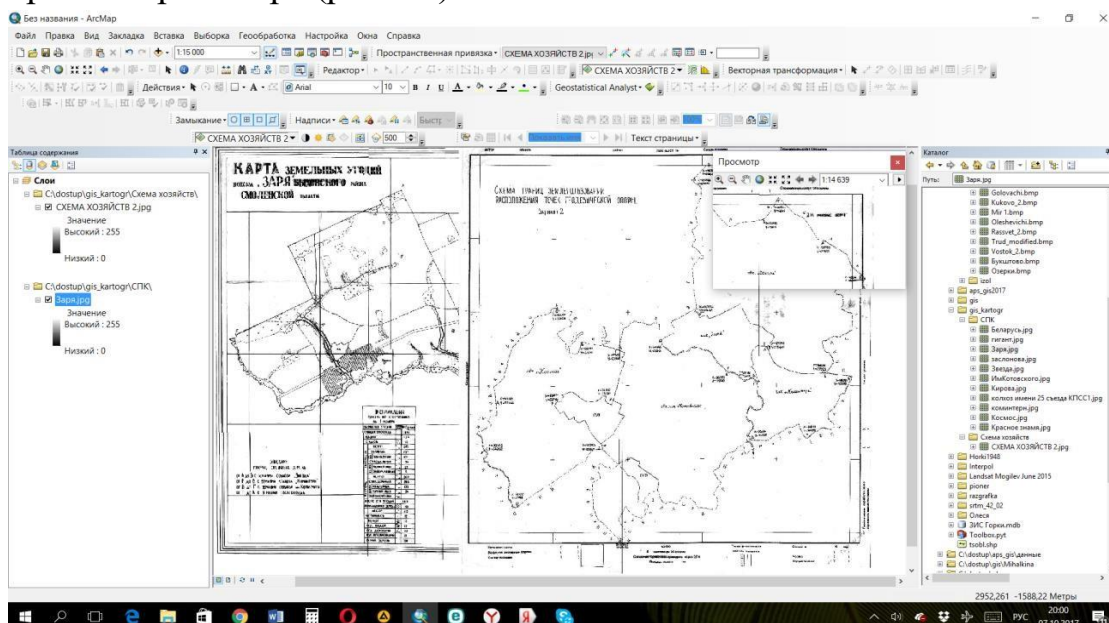

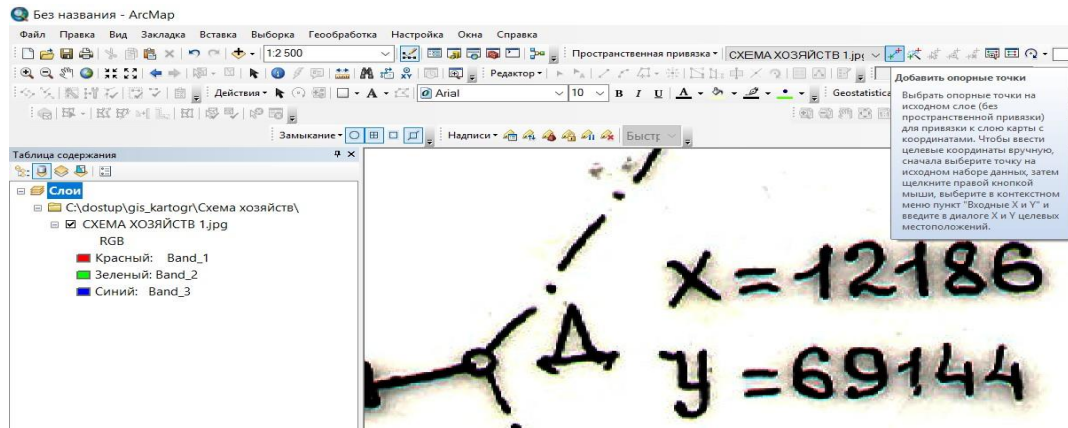



Рис. 11. Рабочее окно проекта с добавленным вьюером

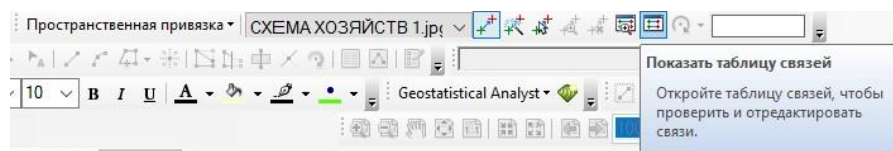
Далее на панели инструментов «Пространственная привязка» выбрать кнопку  «Добавить опорные точки», навести курсор на точку и засветить ее (рис. 12).

**ВАЖНО!** Курсор следует наводить на точку как можно точнее, иначе будут проблемы с привязкой и возникнет невязка в несколько сот метров.



**Рис. 12. Панель инструментов «Пространственная привязка» с выбранной опцией «Добавить опорные точки»**

Если необходимо посмотреть содержание таблицы связей, в панели инструментов «Пространственная привязка» следует выбрать кнопку  «Показать таблицу связей» (рис. 13).



**Рис. 13. Панель инструментов «Пространственная привязка» с выбранной опцией «Показать таблицу связей»**

8. После наведения курсора и засвечивания точки следует внести ее координаты в появившуюся таблицу связей. Для этого необходимо щелкнуть по привязываемой точке правой клавишей мыши, выбрать опцию «Входные X и Y» и внести значения координат в соответствующие поля (рис. 14).

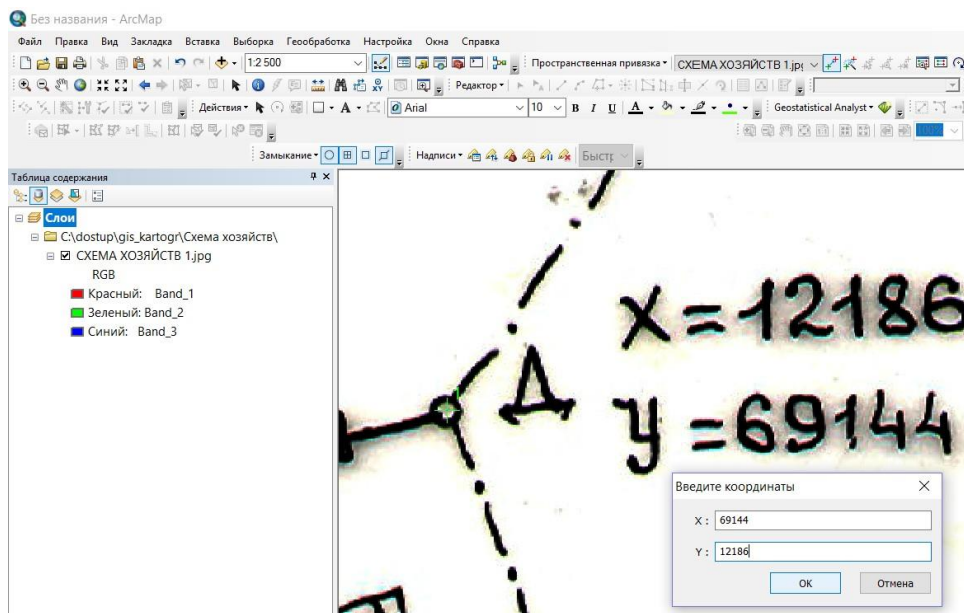


Рис. 14. Панель инструментов «Пространственная привязка» с выбранной опцией «Входные X и Y»

### ВАЖНО!

При внесении координат с базовой карты размещения хозяйств в графу «x-карты» таблицы следует записать координату точки «у», а в графу «укарты» – координату точки «х», поскольку на базовой карте для опорных точек приведены плоские прямоугольные координаты.

Если на карту в рабочем проекте добавлена ошибочная точка, ее можно удалить путем нажатия на нее правой кнопкой мышки и выбора опции «Отменить точку» (рис. 15).

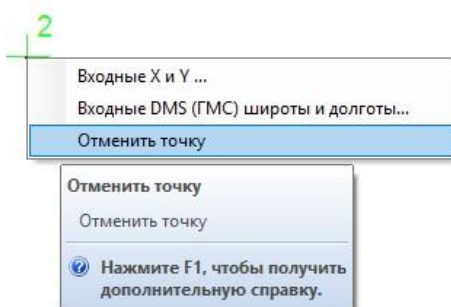


Рис. 15. Вкладка с выбранной опцией «Отменить точку»

9. Указанным в пункте 8 способом необходимо привязать 5-6 точек базовой карты размещения хозяйств, расположенных равномерно по углам проекта и в его центре. Неудачно привязанные точки с большой величиной невязки можно удалить из таблицы связей с помощью кнопки «Delete». После привязки следует во вкладке «Таблица связей» в пункте «Трансформация» выбрать вид трансформации «Полином 1-го порядка (аффинное)» (рис. 16).

Связь	X источника	Y источника	X карты	Y карты	Невязка_x	Невязка_y	Невязка
1	784,144530	-5554,926364	69892,000000	10462,000000	-8,42391	14,7632	16,9975
2	2292,189674	-2227,747064	76294,000000	24604,000000	5,87754	-18,8809	19,7746
3	4810,724884	-996,693713	87070,000000	29920,000000	-20,4231	24,7179	32,0636
4	4860,673309	-5058,370226	87425,000000	12615,000000	-6,63746	-1,72033	6,85678
5	4176,236257	-2959,810089	84450,000000	21516,000000	29,6069	-18,8799	35,1144

Рис. 16. Общий вид таблицы связей с координатами привязанных точек

Если выделить одну из связей в таблице связей, то станут активными кнопки «Приблизить к выбранной связи», «Удалить связь» и «Вставить связь» (рис. 17).

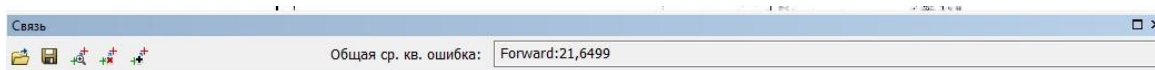


Рис. 17. Панель таблицы связей с кнопками управления связями

Если невязка слишком большая, следует проверить правильность определения и записи координат. Для этого следует поочередно отключать видимость контрольных точек в таблице и смотреть на изменения величины невязки. Если при отключении видимости точки невязка не уменьшается, а увеличивается, значит координаты определены и записаны верно. Если при отключении видимости точки невязка изменилась в сторону уменьшения, значит координаты этой точки требуют коррекции.

10. В панели инструментов раскрывающегося окна «Пространственная привязка» следует выбрать опцию «Трансформировать» (рис. 18).

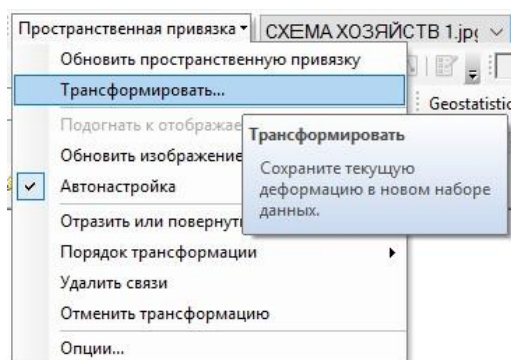
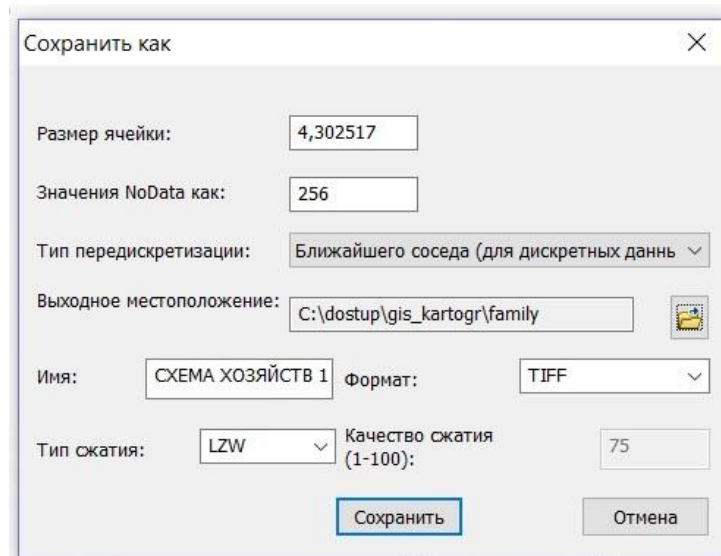


Рис. 18. Панель инструментов «Пространственная привязка» с выбранной опцией «Трансформировать»

11. В появившемся окне необходимо задать настройки, как показано на рис. 19, выбрав формат «TIFF» для сохранения трансформированного слоя.



**Рис. 19. Вкладка опции «Трансформация» с выбранной вкладкой «Сохранить как»**

12. После этого необходимо загрузить трансформированную карту в панель «Таблица содержания» и удалить с панели исходную непривязанную карту со схемой размещения сельскохозяйственных предприятий. В эту же панель любым из возможных способов загружают карту сельскохозяйственного предприятия, которую планируется привязать к карте со схемой хозяйств.

13. Далее необходимо открыть карту сельскохозяйственного предприятия (с использованием опции «Приблизить к слою»), найти на ней точку привязки, предварительно выбрав в панели «Пространственная привязка» кнопку «Добавить опорные точки», засветить точку и провести появившуюся линию к панели «Таблица содержания», направляя ее на название файла, в котором содержится трансформированная (привязанная) карта со схемой размещения хозяйств.

14. После этого с помощью опции «Приблизить к слою» следует открыть файл со схемой хозяйств и провести линии к соответствующей точке на схеме размещения хозяйств. Таким образом привязывают 5-6 точек, равномерно размещенных в пределах проекта.

15. Далее следует выполнить с картой хозяйства, привязанной к схеме сельхозпредприятий все действия, описанные в пунктах 10-11.

Если все действия выполнены правильно, изображение территории хозяйства станет на соответствующее место на схеме расположения хозяйств (рис. 20).

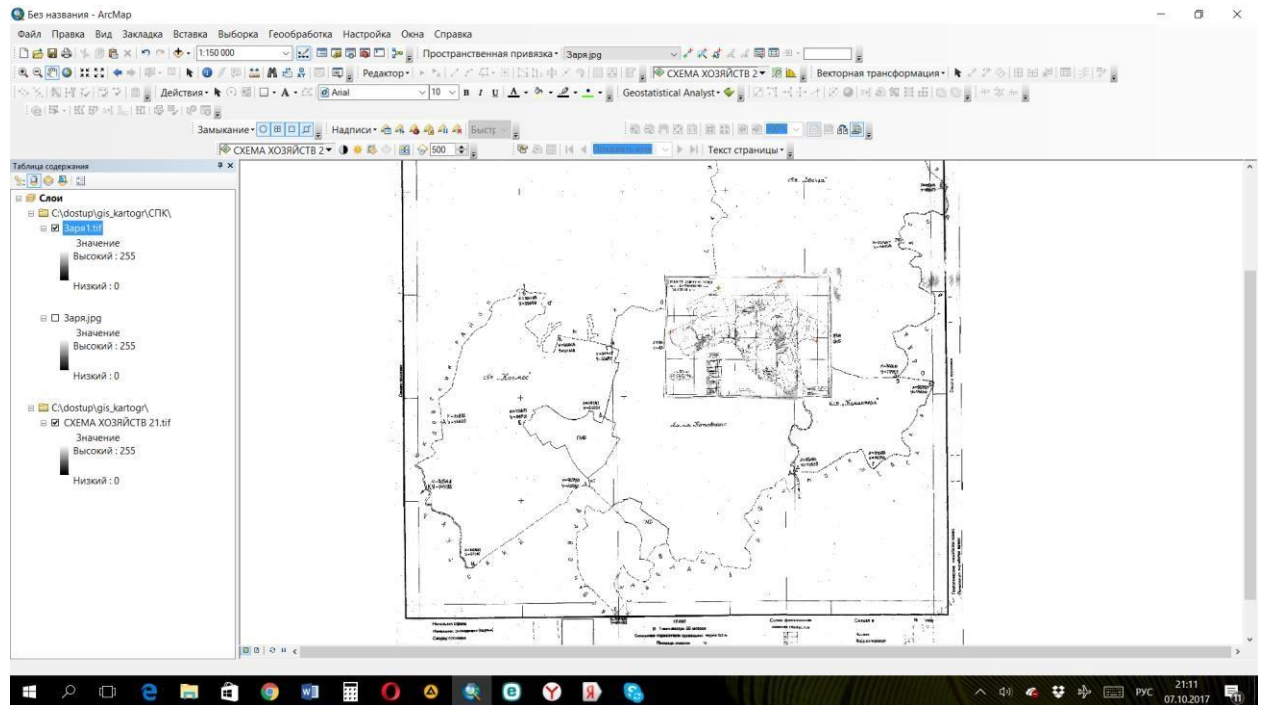


Рис. 20. Общий вид рабочего окна проекта с привязанным изображением

### Контрольные вопросы:

1. Какие способы привязки растровых данных Вам известны?
2. Какие сведения содержатся в таблице связей и как ими можно управлять?
3. Каково количество связей, необходимых для качественной привязки растра и от чего оно зависит?
4. Каковы особенности внесения сведений о координатах опорных точек в таблицу связей?
5. Что понимают под полиномиальной трансформацией?
6. В каких случаях используют полиномиальную трансформацию нулевого порядка?
7. В каких случаях используют полиномиальную трансформацию первого порядка?

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Атоян Л. В. Компьютерная картография: Курс лекций / Л. В. Атоян. – Мн.: БГУ, 2004. – 77 с.
2. Берляндт, А. М. Картоведение. Учебник для вузов. / А.М. Берляндт, А. В Востокова, В. И. Кравцова – М.: Аспект Пресс, 2003. –477.

3. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование / А. М. Берлянт. - М.: Астрей, 1997. - 64 с.
4. Курлович, Д. М. ГИС-картографирование земель: учебн.-метод. пособие / Д. М. Курлович. – Минск: БГУ, 2011. – 244 с.
5. Раклов В. П. Картография и ГИС: учебное пособие для вузов. 2-е изд. / В. П. Раклов. - М.: Академический проект, 2014. –215 с.

#### ВАЖНО:

Перед привязкой хозяйства следует первым загрузить файл с хозяйством, а потом – файл с привязанной схемой хозяйств.

Перед началом привязки хозяйства следует следить, чтобы в панели привязки был файл с его названием.

Открыть файл с хозяйством, приблизить к слою и в «Привязка изображения» выбрать «Подогнать к отображаемому экстенду».

При привязке сначала ставим точку на территории хозяйства, а потом ведем ее к привязанной схеме хозяйств.

При трансформации следить, чтобы в панели было название хозяйства, а не схемы.