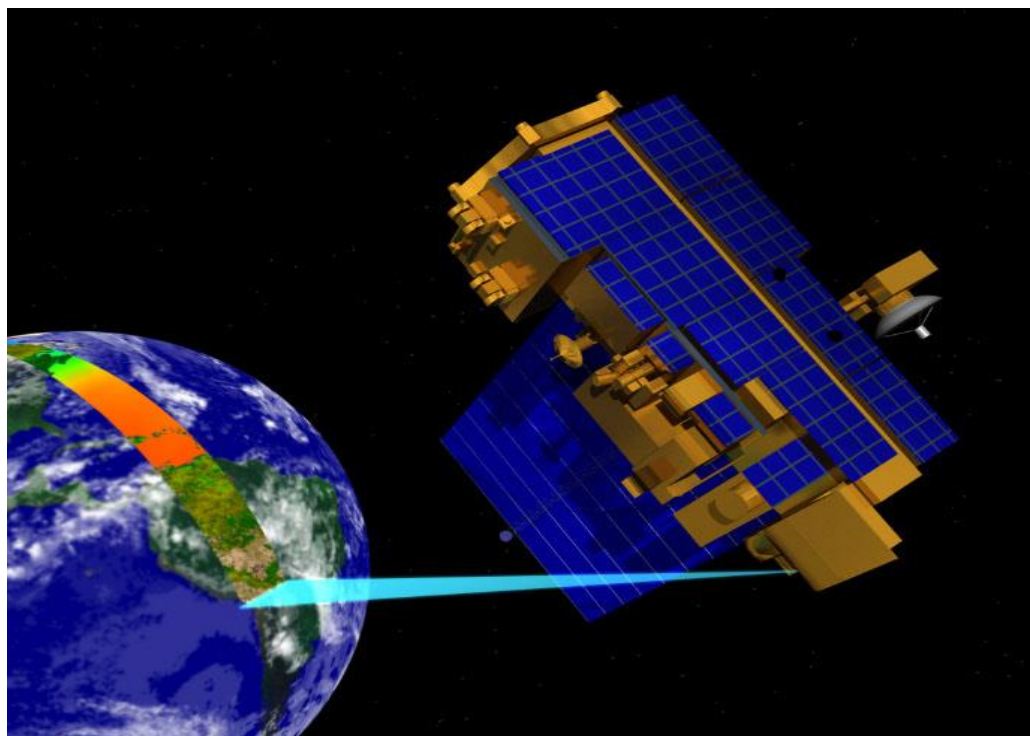


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н. В. Верещагина»

Факультет агрономии и лесного хозяйства
Кафедра лесного хозяйства



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ И БПЛА - ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ДЕЛЕ

Методические указания

для выполнения лабораторных занятий и

самостоятельной работы студентов специальности
среднего профессионального образования: 35.02.01 «Лесное
и лесопарковое хозяйство»

Вологда–Молочное
2024

УДК 630*: 681.518 (071)
ББК 43: 32.97 р 30
Г – 35

Составитель – преподаватель В. В. Аверина

Рецензенты –
канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесного хозяйства ВГМХА
им. Н. В. Верещагина В. С. Вернодубенко

Г - 35 Геоинформационные системы в лесном деле: Учебно -
методическое пособие/Сост. В. В. Аверина. – Вологда - Молочное: ИЦ
ВГМХА, 2024. – с.

Методическое указание предназначено студентам специальности среднего профессионального образования при самостоятельной подготовки к зачету и в выполнении лабораторных работ по дисциплине «Геоинформационные и БПЛА - технологии в лесном деле».

Методические указания состоят из двух разделов – теории и практики (лабораторных работ).

Раздел I является основой для самостоятельной подготовки студентов и включает основные понятия о геоинформационных системах, основных компонентах, структуре, технологии ввода и анализа пространственных данных и т. д.

Раздел II разработан для лабораторных занятий и включает три обширные лабораторные работы по основам обучения в программах Idrisi и MapInfo..

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н. В. Верещагина.

УДК 630*: 681.518 (071)
ББК 43: 32.97 р 30

© Аверина В. В., 2024
© ИЦ ВГМХА, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретическая часть

1. ПОНЯТИЕ О ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	5
1.1 Геоинформационная система.....	5
1.2 «Данные», «иноформация» и «знания» в геоинформационных системах.....	5
1.3 Обобщенные функции ГИС.....	6
1.4 Классификация ГИС.....	6
1.5 Источники данных и их типы.....	7
2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГИС	8
2.1 Программное обеспечение.....	8
2.2 Информационное обеспечение.....	8
3. СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИ ДАННЫХ	9
3.1 Отображение объектов реального мира в ГИС.....	9
3.2 Структуры данных.....	10
3.3 Форматы данных.....	12
3.4 Базы данных и управление ими.....	12
4. ТЕХНОЛОГИИ ВВОДА ДАННЫХ	13
4.1 Способы ввода данных.....	13
4.2 Ввод данных дистанционного зондирования.....	14
5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ	14
5.1 Источники данных для формирования ЦМР.....	14
5.2 Интерполяция.....	14
6. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА	14
7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ	15
7.1 Электронные карты и атласы.....	15
7.2 Картографические способы отображения результатов анализа данных.....	16
7.3 Трехмерная визуализация.....	16
8. ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПОЧВЫ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ СНИМКАМ	17
8.1 Общие положения.....	17
8.2 Признаки изображения.....	17
8.3 Неполное отражение лесов на дистанционных снимках.....	20
8.4 Структура дешифрирования.....	22
8.5 Общие правила дешифрирования.....	23
8.6 Изучение растительного покрова, его состояния и продуктивности.....	24
8.7 Использование ДДЗ в экологическом мониторинге и чрезвычайных ситуациях.....	27
8.8 Дистанционные методы в исследовании почвенного покрова.....	29
Список используемой литературы.....	34

Практическая часть

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ГИС IDRISI.....35

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Визуализация в ГИС.

Визуальный анализ. Возможности оформления карт.....56

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Ввод данных в ГИС. Ввод точек с известными координатами в ГИС.

.....60

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Дистанционное зондирование Земли. Дешифрирование космических снимков.....79

Индивидуальное задание..... 104

Теоретическая часть

1. ПОНЯТИЕ О ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

1.1 Геоинформационная система (ГИС)

Считается, что географические или пространственные данные составляют более половины объема всей циркулирующей информации, используемой организациями, занимающимися разными видами деятельности, в которых необходим учет пространственного размещения объектов. ГИС ориентирована на обеспечение возможности принятия оптимальных управленческих решений на основе анализа пространственных данных.

Ключевыми словами в определении ГИС являются - анализ пространственных данных или пространственный анализ. ГИС может ответить на следующие вопросы:

- Что находится в заданной области?
- Где находится область, удовлетворяющая заданному набору условий?

Современные ГИС расширили использование карт за счет хранения графических данных в виде отдельных тематических слоев, а качественных и количественных характеристик составляющих их объектов в виде баз данных. Такая организация данных при наличии гибких механизмов управления ими, обеспечивает принципиально новые аналитические возможности.

1.2 «Данные», «информация», «знания» в геоинформационных системах

Конкретизируя термины "данные", "информация", "знания", применительно к оперированию ими в информационной системе, можно отметить, что, имея много общего, эти понятия различаются по своей сути.

Под **данными** понимается совокупность фактов, известных об объектах, либо результаты измерения этих объектов. Данные, используемые в ГИС, отличаются высокой степенью формализации. Данные - это как бы строительный элемент в процессе создания информации, поскольку она получается в процессе обработки данных.

Применительно к ГИС под **информацией** понимается совокупность сведений, определяющих меру наших знаний об объекте.

В таком контексте **знания** можно рассматривать как результат интерпретации информации. Наиболее общее определение: знание – результат познания действительности, получивший подтверждение в практике. Научное знание отличается своей систематичностью, обоснованностью и высокой степенью структуризации.

Информационные системы можно рассматривать как эффективный инструмент получения знаний.

1.3 Обобщенные функции ГИС

Большинство современных ГИС осуществляют комплексную обработку информации.

Обобщенные функции ГИС:

1. Ввод и редактирование данных;
 2. Поддержка моделей пространственных данных;
 3. Хранение информации;
 4. Преобразование систем координат и трансформация картографических проекций;
 5. Растрово-векторные операции;
 6. Измерительные операции;
 7. Полигональные операции;
 8. Операции пространственного анализа;
 9. Различные виды пространственного моделирования;
 10. Цифровое моделирование рельефа и анализ поверхностей;
 11. Вывод результатов в разных формах.
- Сущность перечисленных функций будет рассмотрена в дальнейшем.

1.4 Классификация ГИС

ГИС системы разрабатываются с целью решения научных и прикладных задач по мониторингу экологических ситуаций, рациональному использованию природных ресурсов, а также для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций др.

Множество задач, возникающих в жизни, привело к созданию различных ГИС, которые могут **классифицироваться по следующим признакам:**

По функциональным возможностям:

- *полнофункциональные* ГИС общего назначения;
- *специализированные* ГИС ориентированы на решение конкретных задач в какой либо предметной области;
- *информационно-справочные системы* для домашнего и информационно-справочного пользования.

Функциональные возможности ГИС определяются также *архитектурным принципом их построения:*

- *закрытые системы* - не имеют возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки.
- *открытые системы* отличаются легкостью приспособления, возможностями расширения, так как могут быть достроены самим пользователем при помощи специального аппарата (встроенных языков программирования).

По пространственному (территориальному) охвату:

- *глобальные* (планетарные);
- *общенациональные;*

- *региональные;*
- *локальные* (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

- *общегеографические;*
- *экологические и природопользовательские;*
- *отраслевые* (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);

По способу организации географических данных:

- *векторные;*
- *растровые;*
- *векторно-растровые ГИС.*

1.5 Источники данных и их типы

В качестве **источников данных** для формирования ГИС служат:

- *картографические материалы* (топографические и общегеографические карты, карты административно-территориального деления, кадастровые планы и др.). Сведения, получаемые с карт, имеют территориальную привязку, поэтому их удобно использовать в качестве базового слоя ГИС. Если нет цифровых карт на исследуемую территорию, тогда графические оригиналы карт преобразуются в цифровой вид.

- *данные дистанционного зондирования (ДДЗ)* все шире используются для формирования баз данных ГИС. К ДДЗ, прежде всего, относят материалы, получаемые с космических носителей. Для дистанционного зондирования применяют разнообразные технологии получения изображений и передачи их на Землю, носители съемочной аппаратуры (космические аппараты и спутники) размещают на разных орбитах, оснащают разной аппаратурой. Благодаря этому получают снимки, отличающиеся разным уровнем обзорности и детальности отображения объектов природной среды в разных диапазонах спектра (видимый и ближний инфракрасный, тепловой инфракрасный и радиодиапазон). Все это обуславливает широкий спектр экологических задач, решаемых с применением ДДЗ.

К методам дистанционного зондирования относятся и аэро- и наземные съемки, и другие неконтактные методы, например гидроакустические съемки рельефа морского дна. Материалы таких съемок обеспечивают получение как количественной, так и качественной информации о различных объектах природной среды.

- *результаты полевых обследований территорий*, включают геодезические измерения природных объектов, выполняемые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS приемниками, а также результаты обследования территорий с применением геоботанических и других методов, например, исследования по перемещению животных, анализ почв и др.

- *статистические данные* содержат данные государственных статистических служб по самым разным отраслям народного хозяйства, а также данные стационарных измерительных постов наблюдений

(гидрологические и метеорологические данные, сведения о загрязнении окружающей среды и т. д)).

- *литературные данные* (справочные издания, книги, монографии и статьи, содержащие разнообразные сведения по отдельным типам географических объектов).

В ГИС редко используется только один вид данных, чаще всего это сочетание разнообразных данных на какую-либо территорию.

2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГИС

2.1 Программное обеспечение

Программные средства – совокупность программных средств, реализующих функциональные возможности ГИС, и программных документов, необходимых при их эксплуатации.

Структурно программное обеспечение ГИС включает *базовые и прикладные программные средства*.

Базовые программные средства включают: операционные системы (ОС), программные среды, сетевое программное обеспечение и системы управления базами данных. Операционные системы предназначены для управления ресурсами ЭВМ и процессами, использующими эти ресурсы. На настоящее время основные ОС: Windows и Unix.

Любая ГИС работает с данными двух типов данных - пространственными и атрибутивными, следовательно, программное обеспечение должно включить систему управления базами тех и других данных (СУБД), а также модули управления средствами ввода и вывода данных, систему визуализации данных и модули для выполнения пространственного анализа.

Прикладные программные средства предназначены для решения для специализированных задач в конкретной предметной области и реализуются в виде отдельных *модулей (приложений)* и *утилит* (вспомогательных средств).

2.2 Информационное обеспечение

Информационное обеспечение - совокупность массивов информации, систем кодирования и классификации информации. Информационное обеспечение составляют реализованные решения по видам, объемам, размещению и формам организации информации, включая поиск и оценку источников данных, набор методов ввода данных, проектирование баз данных, их ведение и метасопровождение. Особенность хранения пространственных данных в ГИС – их разделение на слои. Многослойная организация электронной карты, при наличии гибкого механизма управления слоями, позволяет объединить и отобразить гораздо большее количество информации, чем на обычной карте. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные могут

подготавливаться самим пользователем либо приобретаться. Для такого обмена данными важна инфраструктура пространственных данных.

Инфраструктура пространственных данных определяется нормативно-правовыми документами, механизмами организации и интеграции пространственных данных, а также их доступность разным пользователям. Инфраструктура пространственных данных включает три необходимых компонента: базовую пространственную информацию, стандартизацию пространственных данных, базы метаданных и механизм обмена данными.

3. СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИ ДАННЫХ

3.1 Отображение объектов реального мира в ГИС

Объекты реального мира, рассматриваемые в геоинформатике, отличаются *пространственными, временными и тематическими характеристиками*.

Пространственные характеристики определяют положение объекта в заранее определенной системе координат, основное требование к таким данным – точность.

Временные характеристики фиксируют время исследования объекта и важны для оценки изменений свойств объекта с течением времени. Основное требование к таким данным – актуальность, что означает возможность их использования для обработки, неактуальные данные – это устаревшие данные.

Тематические характеристики описывают разные свойства объекта, включая экономические, статистические, технические и другие свойства, основное требование – полнота.

Для представления пространственных объектов в ГИС используют *пространственные и атрибутивные типы данных*.

Пространственные данные – сведения, которые характеризуют местоположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию.

Пространственные объекты представляют с помощью следующих графических объектов: точки, линии, области и поверхности.

Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и составляющих их частей.

Точечные объекты – это такие объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства, представленной парой координат X, Y. В зависимости от масштаба картографирования, в качестве таких объектов могут рассматриваться дерево, дом или город.

Линейные объекты, представлены как одномерные, имеющие одну размерность – длину, ширина объекта не выражается в данном масштабе или не существенна. Примеры таких объектов: реки, границы муниципальных округов, горизонтали рельефа.

Области (полигоны) – площадные объекты, представляются набором пар координат (X, Y) или набором объектов типа линия, представляющих

собой замкнутый контур. Такими объектами могут быть представлены территории, занимаемые определенным ландшафтом, городом или целым континентом.

Поверхность - при ее описании требуется добавление к площадным объектам значений высоты. Восстановление поверхностей осуществляется с помощью использования математических алгоритмов (интерполяции и аппроксимации) по исходному набору координат X, Y, Z .

Дополнительные непространственные данные об объектах образуют набор атрибутов.

Атрибутивные данные - это качественные или количественные характеристики пространственных объектов, выражающиеся, как правило, в алфавитно-цифровом виде.

Примеры таких данных: географическое название, видовой состав растительности, характеристики почв и т.п.

Природа пространственных и атрибутивных данных различна, соответственно различны и методы манипулирования (хранения, ввода, редактирования, поиска и анализа) для двух этих составляющих геоинформационной системы. Одна из основных идей, воплощенных в традиционных ГИС - это сохранение связи между пространственными и атрибутивными данными, при раздельном их хранении и, частично, раздельной обработке.

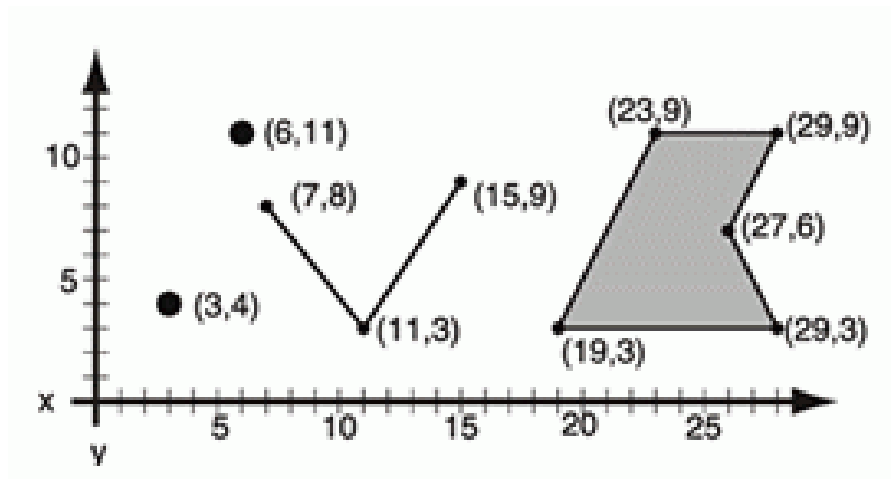
Общее цифровое описание пространственного объекта включает: наименование; указание местоположения; набор свойств; отношения с другими объектами. Наименованием объекта служит его географическое название (если оно есть), его условный код или *идентификатор*, присваиваемый пользователем или системой.

Однотипные объекты по пространственному и тематическому признакам объединяются в *слои цифровой карты*, которые рассматриваются как отдельные информационные единицы, при этом существует возможность совмещения всей имеющейся информации

3.2 Структуры данных

Для представления пространственных данных в ГИС применяют *векторные* и *растровые структуры данных*.

Векторная структура – это представление пространственных объектов в виде набора координатных пар (векторов), описывающих геометрию объектов (рис.1).



А)



Б)

Рис. 1. А) Координатное представление пространственных данных; Б) Редактируемые объекты (точки, линии, полигоны) применяемые при создании векторной информации

Растровая структура данных предполагает представления данных в виде двумерной сетки, каждая ячейка которой содержит только одно значение, характеризующее объект, соответствующий ячейке растра на местности или на изображении. В качестве такой характеристики может быть код объекта (лес, луг и т.д.) высота или оптическая плотность.

Точность растровых данных ограничивается размером ячейки. Такие структуры являются удобным средством анализа и визуализации разного рода информации.

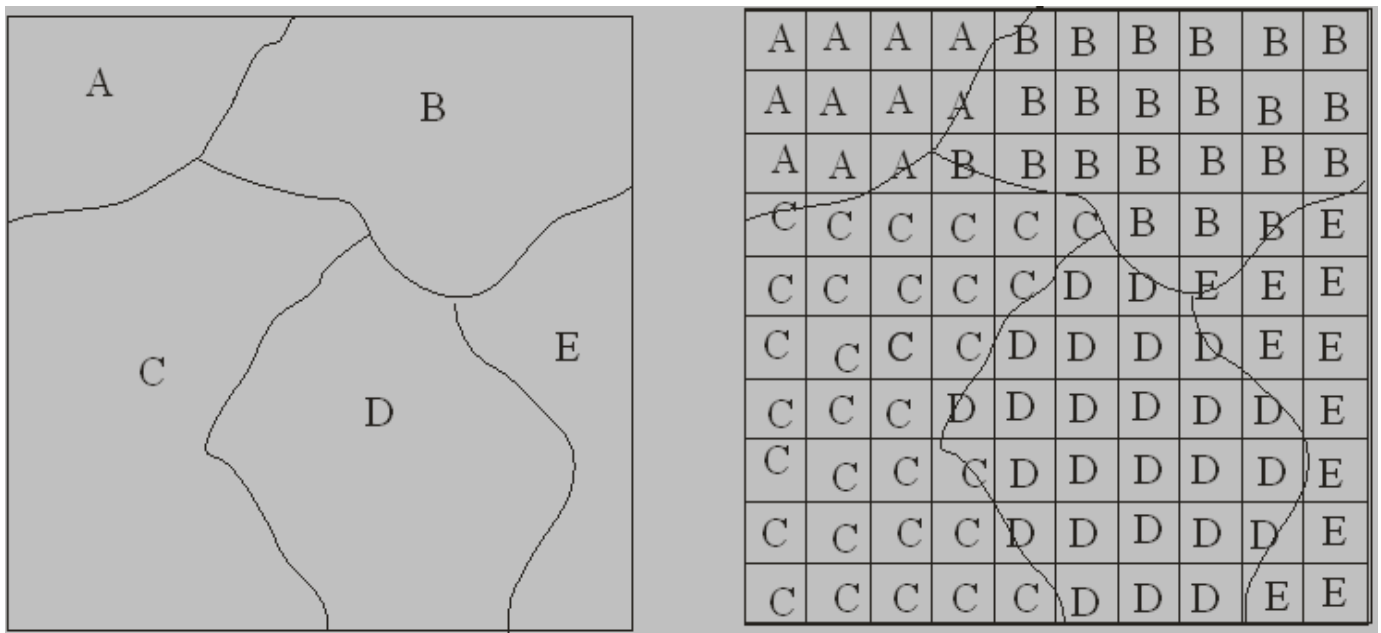


Рис. 2. Растровая структура данных

Для реализации растровых и векторных структур разработаны различные модели данных.

3.3 Форматы данных

Форматы данных определяют способ хранения информации на жестком диске, а также механизм ее обработки. Модели данных и форматы данных определенным образом взаимосвязаны.

Существует большое количество форматов данных. Можно отметить, что во многих ГИС поддерживаются основные форматы хранения растровых данных (TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX), а также GeoSpot, GeoTIFF, позволяющие передавать информацию о привязке растрового изображения к реальным географическим координатам, и MrSID - для сжатия информации. Наиболее распространенным среди векторных форматов является - DXF.

Довольно часто для эффективной реализации одних компьютерных операций предпочитают векторный формат, а для других растровый. Поэтому, в некоторых системах реализуются возможности манипулирования данными в том и в другом формате, и функции преобразования векторного в растровый, и наоборот, растрового в векторный форматы.

3.4 Базы данных и управление ими

Совокупность цифровых данных о пространственных объектах образует множество пространственных данных и составляет содержание баз данных.

База данных (БД) – совокупность данных организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.

Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Логическая структура элементов базы данных определяется выбранной моделью БД. Наиболее распространенными моделями БД являются *иерархические, сетевые и реляционные и объектно-ориентированные*.

4. ТЕХНОЛОГИИ ВВОДА ДАННЫХ

4.1 Способы ввода данных

В соответствии с используемыми техническими средствами различают два способа ввода данных: дигитализацию и векторизацию. Для ручного ввода пространственных данных применяется *дигитайзер*. Он состоит из планшета (столика) с электронной сеткой, к которому присоединено устройство называемое курсором. Курсор представляет собой подобие графического манипулятора – мыши, имеет визир, нанесенный на прозрачную пластинку, с помощью которого оператор выполняет точное наведение на отдельные элементы карты. На курсоре помещены кнопки, которые позволяют фиксировать начало и конец линии или границы области, число кнопок зависит от уровня сложности дигитайзера. Дигитайзеры бывают разных форматов и обеспечивают разрешение 0,03 мм с общей точностью 0,08 мм на расстоянии 1,5 м. Существуют автоматизированные дигитайзеры, обеспечивающие автоматическое отслеживание линий.

Наибольшее распространение для ввода данных получили *сканеры*. Они позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер. Существуют различные типы сканеров, которые различаются: по способу подачи исходного материала (планшетные и протяжные (барабанного типа); по способу считывания информации (работающие на просвет или на отражение); по радиометрическому разрешению или глубине цвета; по оптическому (или геометрическому) разрешению. Последняя характеристика определяется минимальным размером элемента изображения, который различается сканером.

Процесс цифрования растрового изображения на экране компьютера называют векторизацией. Существует три способа векторизации: ручной, интерактивный и автоматический. При ручной векторизации оператор обводит мышью на изображении каждый объект, при интерактивной - часть операций производится автоматически. Так, например, при векторизации горизонталей достаточно задать начальную точку и направление отслеживания линий, далее векторизатор сам отследит эту линию до тех пор, пока на его пути не встретятся неопределенные ситуации, типа разрыва линии. Возможности интерактивной векторизации прямо связаны с качеством исходного материала и сложностью карты. Автоматическая векторизация предполагает непосредственный перевод из растрового формата в векторный с помощью специальных программ, с последующим редактированием. Оно необходимо, поскольку даже самая изощренная программа может неверно распознать объект, принять например, символ за группу точек, и т.п.

4.2 Ввод данных дистанционного зондирования

В ГИС используют не первичные материалы ДЗ, получаемые во время съемки, а производные, формируемые в результате их обработки. Данные со спутников подвергаются предварительной цифровой обработке для устранения радиометрических и геометрических искажений, влияния атмосферы и т.д. Для улучшения визуального качества исходных изображений могут применяться процедуры для изменения яркости и контрастности, фильтрации для устранения шумов или подчеркивания контуров и мелких деталей. При использовании аэрофотоснимков следует обращать внимание на искажения, вызываемые углами наклонов снимков и рельефом местности, которые могут быть устранены в процессе трансформирования или ортофототрансформирования.

5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

5.1 Источники данных для формирования ЦМР

ЦМР – средство цифрового представления рельефа земной поверхности.

Исходные данные для формирования ЦМР могут быть получены по картам – цифрованием горизонталей, по стереопарам снимков, а также в результате геодезических измерений или лазерного сканирования местности. Наиболее распространен первый способ, т.к. сбор по стереопарам снимков отличается трудоемкостью и требует специфического программного обеспечения, но в то же время позволяет обеспечить желаемую степень детальности представления земной поверхности. Лазерное сканирование перспективный современный метод, пока достаточно дорогой.

5.2 Интерполяции

Восстановление поверхностей реализуется на основе интерполяции исходных данных.

Интерполяция – восстановление функции на заданном интервале по известным ее значениям конечного множества точек, принадлежащих этому интервалу.

В настоящее время известны десятки методов интерполяции поверхностей, наиболее распространенные: линейная интерполяция; метод обратных взвешенных расстояний, кригинг; сплайн-интерполяция; тренд-интерполяция.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

Основными процессами построения ЦМР по картам являются:

1) *Преобразование исходных карт в растровые изображения, т.е. сканирование.* При сканировании важным является выбор разрешения получаемого изображения, излишне высокое разрешение требует больших

объемов памяти для хранения исходной информации, в тоже время разрешение должно обеспечить необходимую точность сбора информации, которая определяется целями формирования ЦМР.

2) *Монтаж растровых фрагментов.* Монтаж или «сшивка» - это стыковка нескольких изображений произвольной формы в одно таким образом, чтобы границы между исходными изображениями были незаметны. При монтаже осуществляется геопривязка растровых данных. В ГИС имеются различные модули для решения этой задачи.

3) *Векторизация растрового изображения.* Векторизация, или дигитализация горизонталей может выполняться в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах. Для различных ГИС разработаны отдельные модули, реализующие эту задачу в автоматических режимах, например, Map Edit.

4) *Формирование ЦМР.* ЦМР создается на основе методов интерполяции и может быть представлена в разных форматах.

5) *Визуализация результатов.* ЦМР обеспечивает визуализацию информации о поверхностях в разных формах.

7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ

7.1 Электронные карты и атласы

Визуализация (графическое воспроизведение, отображение) - генерация изображений, в том числе и картографических, и иной графики на устройствах отображения (преимущественно на мониторе) на основе преобразования исходных цифровых данных с помощью специальных алгоритмов.

Наиболее компактными и привычным способом представления географической информации остаются карты.

Электронная карта (ЭК) – картографическое изображение, визуализированное на мониторе, на основе цифровых карт или баз данных ГИС.

Электронный атлас (ЭА) – система визуализации в форме электронных карт, электронное картографическое произведение, функционально подобное электронной карте. Поддерживаются программным обеспечением типа картографических браузеров, обеспечивающих покадровый просмотр растровых изображений карт, картографических визуализаторов, систем настольного картографирования. Помимо картографического изображения и легенд электронные атласы обычно включают обширные текстовые комментарии, табличные данные, а мультимедийные электронные атласы – анимацию, видеоряды и звуковое сопровождение.

Таблицы и графики, включающие различные характеристики объектов (атрибуты) или их соотношения, могут использоваться как самостоятельные или дополнительные к другим средствам визуализации.

Анимации применяют для показа динамических процессов, т.е. последовательный показ рисованных статичных изображений (кадров), в

результате чего создается иллюзия непрерывной смены изображений.

7.2 Картографические способы отображения результатов анализа данных

Для отображения результатов анализа данных в ГИС реализованы ряд способов, которые применяют при создании тематических карт.

Способ размерных символов (значков) – анализируемые характеристики объектов отображаются специальными символами, размер которых передаёт количественную информацию, а форма и цвет качественную информацию.

Способ качественного или (количественного фона) – в этом случае группируются данные с близкими значениями и созданным группам присваиваются определенные цвета, типы символов или линий.

Точечный способ – изобразительным средством является множество точек одинакового размера, каждая из которых имеет определенное значение количественного показателя.

Столбчатые и круговые локализованные диаграммы – позволяют отобразить соотношение нескольких характеристик, при этом диаграммы имеют географическую привязку (например, в точке размещения поста наблюдений показывают соотношение загрязняющих веществ).

Способ изолиний – один из широко распространённых способов отображения различных показателей. С их помощью формируют карты изогипс (топографические и гипсометрические), карты изотерм, изобар, изокоррелят и др. С помощью изолиний выделяются территории, которые характеризуются одинаковыми свойствами (температурами, давлением, осадками, одновременностью наступления событий, равной величиной аномалий, равными скоростями тектонических движений и др.)

При этом различают две группы изолиний: истинные изолинии (характеризуют непрерывное изменение какого-либо показателя, к ним относятся горизонтали) и псевдоизолинии, отображающие данные, имеющие статистическую природу (например, дискретные значения от источников выбросов). Для представления изолиний применяют разные изобразительные средства: линии разных типов, толщины и цвета, послойная цветовая окраска фона (либо штриховка) промежутков между изолиниями.

7.3 Трёхмерная визуализация

Трёхмерное изображение поверхности (3D-поверхность) – средство цифрового объёмного представления поверхностей в виде проволочных диаграмм, при этом используются различные типы проекции, при этом изображение можно поворачивать и наклонять, используя простой графический интерфейс.

Для отображения рельефа по данным ЦМР могут быть сформированы растровые изображения.

Растровая поверхность (изображение) - формируется по Grid-модели, при этом каждому пикселу присваивается значение, пропорциональное высоте соответствующей ячейки сетки.

Теневой рельеф (аналитическая отмывка рельефа) - растровое отображение ЦМР, при формировании которого кроме высоты каждого участка сетки Grid-модели, учитывается освещенность склонов.

Реализованы возможности совмещения 3D - поверхностей с другими тематическими слоями. Для достижения реалистичности отображения объектов местности 3D-поверхности совмещаются с картографическими или ортоизображениями.

Виртуальная модель местности (ВММ) - модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральных яркостях и объектах, расположенных на данной территории, предназначена для интерактивной визуализации. ВММ позволяет обеспечить эффект присутствия на местности, может быть отображена в виде трехмерной статической сцены (3D-вид) или в режиме имитации полета над местностью, когда наблюдатель находится в точке с заданными координатами.

8. ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСОВ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ СНИМКАМ

8.1 Общие положения

До появления дистанционных изображений Земли специалисты-лесоводы в лесу могли одновременно наблюдать и описывать только насаждения отдельных ландшафтных фаций. Основная причина — ограниченность поля наблюдения метрами, десятками и в редких случаях сотнями метров. Появление аэроснимков, а позже — космических снимков расширило поле обзора и изучения лесной территории. Специалисты увидели лесные массивы протяжением в десятки, сотни и тысячи километров.

У исследователей лесных территорий появилась уникальная возможность наблюдать не плоское изображение, имеющее только горизонтальные размеры, но и высоту поверхности земли и полога древесных растений. Наблюдаемая пространственная трехмерная модель местности получила название «стереоскопической модели».

Дистанционные изображения как источники ландшафтной информации обладают следующими **особенностями**: *обширной площадью наблюдения; возможностью обзора большой территории одновременно, а не по частям; возможностью менять масштаб, детальность и подробность наблюдения; возможностью изучения лесов на стереоскопической трехмерной модели местности; возможностью видеть объективное изображение подлинного лесного ландшафта без искажений и ошибок, вносимых картами; возможностью повторных без ограничения во времени наблюдения лесов в комфортабельных условиях.*

8.2 Признаки изображения

Рассматривая картину, фотографию или дистанционный снимок, наблюдатель (зритель) различает объекты, изображенные на ней, отделяет

один объект от другого благодаря признакам изображения. Таких признаков изображения шесть: **тон или цвет, размер, форма, рисунок, размещение, тень**. Признаки изображения воспринимаются визуально, глазами наблюдателя. Более объективно их можно оценивать с помощью измерительных приборов, шкал, палеток.

Тон или цвет изображения. На эти признаки изображения леса влияет отражательная способность объектов в той части спектра, где производится съемка. На различия в тоне влияют фактурные свойства поверхности, ее «шероховатость». По этой причине гладкий полог молодой осины выглядит значительно светлее разомкнутого полога спелых древостоев, гладкая грунтовая дорога значительно светлее свежей пашни, по которой она проходит. На мелкомасштабных и космических снимках нет отдельного изображения деревьев, а тон или цвет изображения складывается (интегрируется) из тона или цвета освещенных частей крон + затененных частей крон + освещенных частей поверхности земли + затененных частей поверхности земли.

Поэтому тон участка леса зависит от процентного соотношения площадей этих фрагментов.

По этой причине в северных редкостойных лесах с увеличением густоты изображение становится более плотным и темным, так как увеличивается доля участков земли, закрытых тенями, а редины изображаются более светлым тоном. На зимних телевизионных снимках сверхмелкого масштаба тон зависит от соотношения лесопокрытых участков, болот и безлесных пустошей.

При повышении богатства условий произрастания отражательная способность крон деревьев понижается, цвет крон становится более насыщенным и зеленым, иногда даже с синеватым оттенком. При ухудшении условий произрастания первый максимум отражения смещается в сторону желтых лучей. Поэтому на аэроснимках кроны кисличных типов леса темнее долгомошных и сфагновых, кроны ясеневых дубрав на богатых суглинках имеют значительно более темный тон, чем разнотравные дубравы с сосной на водно-ледниковых песках, подстилаемых суглинками. На оптическую яркость распаханых участков влияют количество гумуса, влажность, засоленность почв.

Для изучения лесных ландшафтов более предпочтительны осенние аэроснимки, летние спектрзональные и инфрахроматические, обеспечивающие наилучший тоновый и цветовой контраст между различными древесными и кустарниковыми породами.

Однако при выявлении по аэроснимкам ПТК необходимо иметь в виду, что тон изображения лесных объектов может резко варьировать в пределах совершенно однородных в природном отношении условий по самым разным причинам. Различный тон, например, имеют травостой и скошенные участки, древостой и вырубка, коренное и производное насаждения.

Размер изображения объекта. При изучении лесов по аэро- и космоснимкам оцениваются следующие размерные показатели лесов:

площади древостоев, природных территориальных комплексов, лесохозяйственных выделов; уклоны поверхностей; высота деревьев и форм рельефа; диаметры и длина крон; сомкнутость полога и проективное покрытие по породам, площадь отдельных крон; производятся подсчеты крон, количества деревьев на единицу площади и на фотопrobe; определяется среднее расстояние как по подсчетом числа деревьев, так и непосредственным измерением расстояния между ними.

Форма объектов. При дешифрировании природных комплексов необходимо иметь представление не только о формах и наиболее типичных очертаниях крон деревьев, но и о наиболее характерных формах рельефа, которые вмещают те или иные растительные сообщества. Характерную форму в плане имеют пойменные сегменты, останцы надпойменных террас, участки высокой поймы, гривы поймы, староречья и старицы, водосборные воронки, ложбины, лощины, бровки плакоров, просадочные впадины, некоторые болотные фации и т. д. Знание основных скульптурных форм рельефа, встречающихся в изучаемом ландшафте, помогает наиболее правильно подойти к дешифрированию ПТК и их природных рубежей. Форма в плане болотной впадины определяет ход развития болота и его структуру.

Рисунок изображения объектов создается благодаря тональному повторению в группах объектов, когда последние слишком малы, чтобы рассматриваться отдельно и характеризоваться признаками изображения. Это происходит тогда, когда для отдельного изображения объектов требуется увеличение масштаба и разрешающей способности изображения. Многие признаки изображения из деталей рисунка выпадают.

На среднемасштабных и особенно мелкомасштабных аэро- и космоснимках кроны отдельно не передаются, но отчетливо читается общая структура полога. При еще большем уменьшении масштаба изображения массив леса воспринимается как единое однородное целое, как поверхность, имеющая в зависимости от рельефа и характера гидрографической сети, геологического строения территории, хозяйственного ее освоения определенный общий рисунок. С уменьшением масштаба высотного изображения в качестве элементов структуры рисунка будут выступать ПТК все более высокого ранга. По этой причине различаются рисунки, образованные фациями, урочищами, местностями и ландшафтами.

Иногда структура рисунка фотоизображения неверно отождествляется с морфологической структурой ландшафта. На сверхкрупномасштабных аэроснимках она определяется структурой крон; на крупномасштабных — структурой полога древостоев, а не ПТК. При изучении освоенных лесных ландшафтов, в которых рисунок изображения лесной территории обусловлен не природной структурой ландшафта, а контурами вырубков, гарей, лесных культур.

Размещение объектов. *Размещение объектов - это определенный порядок, закономерность в распределении по территории элементов ландшафта и ПТК. Закономерные и повторяющиеся системы размещения*

образуют структуру изображения.

Тень. Каждый вертикальный предмет на поверхности земли в условиях прямого освещения имеет тень, которая частично покрывает сам предмет (собственная тень), частично отбрасывается на окружающие предметы (падающая тень).

Благодаря большой плотности и контрастности, тень подчеркивает важные признаки лесных объектов: форму, рисунок, мелкие детали крон и полога; она позволяет дешифровщику обнаружить и опознать на космоснимке малые и слабоконтрастные деревья, кусты, пни, возобновление, стволы деревьев, формы и элементы форм рельефа.

8.3 Неполное отражение лесов на дистанционных снимках

Даже при благоприятном сочетании условий аэрофотосъемки на снимках высокого качества и при наличии признаков изображения можно получить лишь небольшую часть показателей насаждений, среди которых:

- ✓ состав древесных пород (чаще — групп), и только «видимой» верхней части полога;
- ✓ проективное покрытие древостоев или их групп или в целом сомкнутость верхнего полога;
- ✓ высоты деревьев и древостоев при условии просматриваемости поверхности земли и верхушек крон;
- ✓ видимые и разрешаемые изображением размеры (диаметры) крон деревьев. Измерение часто ограничено только освещенной частью кроны. Затененная часть, покрытая собственной или падающей тенью, выпадает из наблюдения;
- ✓ количество деревьев, и только верхней части полога. Число деревьев, учитываемое по аэро- и космоснимкам, значительно меньше действительного. Причины — закрытие меньших деревьев кронами более высоких соседних деревьев, параллактически смещенными проекциями крон, покрытие деревьев падающими тенями. С уменьшением масштаба (от 1 : 5 000 и мельче) резко сокращается число учитываемых деревьев из-за отсутствия раздельного их изображения (из-за слияния соседних крон) и нечеткости малых крон;
- ✓ землепользования, вырубки, канавы, просеки, дороги, очаги энтомовредителей, которые имеют определенную ландшафтную приуроченность;
- ✓ формы и элементы форм рельефа, местоположение на них изучаемых объектов;
- ✓ расположение насаждения по отношению к элементам дренажной и эрозионно-гидрографической сети;
- ✓ на мелкомасштабных и космических снимках отчетливее видны урочища, местности, ландшафты и их природные рубежи. В то же время первые пять показателей насаждений полностью теряют свое значение.

Даже совместное использование признаков изображения видимых на аэроснимках параметров полога насаждений не дает возможности уверенно судить о видовом составе лесов, нижних ярусах лесной растительности, типах леса, запасах древостоев, приросте, возрасте, классе бонитета, фауности деревьев, товарной структуре и др.

Возникают трудности даже при получении по аэроснимкам некоторых непосредственно наблюдаемых параметров полога леса: состава древесного полога, размеров крон деревьев, высот деревьев, их числа. Причины таких трудностей могут быть различными: полная сомкнутость лесных сообществ, не позволяющая измерительную марку прибора привести на поверхность земли; недостаточное для измерения фотографическое разрешение крон деревьев и особенно их краев; затенение частей крон деревьев собственными или падающими от более высоких деревьев тенями; различные фотографические и оптические помехи, которые обычно сопровождают почти каждое реальное фотоизображение.

На снимках не наблюдаются в достаточной степени стволы деревьев, напочвенный покров, микроформы рельефа и элементы гидрографической сети, следы некоторых антропогенных воздействий и многие другие признаки природных комплексов.

Лесостроители, проводящие лесоинвентаризацию и крупномасштабное картографирование древостоев, в изображении полога на аэро- и космоснимках не всегда находят различие между разными древостоями и типами леса и проводят границы между ними субъективно. Об этом свидетельствуют опыты по контурному дешифрированию одних и тех же участков леса по одним и тем же аэроснимкам различными исполнителями.

Наряду с указанными ограничениями изучения лесов по признакам изображения полога и крон отдельных деревьев высотная съемка открывает совершенно новые возможности, которые не обеспечивает ни один из наземных методов исследования и которыми не обладали лесоводы прошлого. Лесовод-дешифровщик имеет практически необъятную широту обзора, может одновременно наблюдать трехмерную модель значительной по площади лесной территории, непосредственно видеть закономерности ее пространственной дифференциации.

Рассматривая космоснимки, дешифровщик наблюдает фрагмент природного или окультуренного (освоенного) ландшафта со свойственной ему морфологической структурой. Дешифровщик видит как ПТК в целом, так и их отдельные компоненты: растительность, поверхность Земли с характерными для нее рельефом, отложениями и коренными горными породами, почвой, водами, атмосферой. Различные компоненты ландшафта видны в различной степени, некоторые из них не видны совсем.

Компоненты ландшафта представлены элементами, которые также обладают различной физиономичностью: деревья, древостой, кустарники, сельскохозяйственные и лесные культуры, сооружения, здания, пашни, вырубки, обнажения, карьеры, облака, дымка, разливы рек, лужи после дождя, стада мелкого и крупного скота. Отобразившиеся при данных

условиях природные территориальные комплексы, компоненты и элементы ландшафта опознаются по признакам фотоизображения на этапе опознавания (табл. 16.1).

Таблица 16.1- Структура ландшафтного дешифрирования

Этап	Критерии	Результат
Обнаружение	Признаки изображения —>	Картографирование физиономичных ПТК
Опознавание —> I	Признаки изображения —>	Идентификация физиономичных ПТК
Интерпретация —*	Физиономичные индикаторы, природные взаимосвязи —^	Картографирование, идентификация, раскрытие содержания и оценка слабо- и нефизиономичных ПТК

8.4. Структура дешифрирования

Дешифрирование дистанционных снимков подразделяется на три этапа: обнаружение, опознавание и интерпретация.

На первом этапе обнаруживаются и оконтуриваются хорошо заметные на снимках объекты: насаждения, различающиеся по тону изображения; открытые пространства, различающиеся по цвету и рисунку поверхности; участки поверхности земли, различающиеся по высоте и форме. На этом этапе не ставится задача идентификации объектов: определения состава, высоты древостоя, генетических форм рельефа.

Опознавание (идентификация) также производится по признакам изображения, и только на хорошо видимых аэро- и космоснимках объектов. Если работник уже видел объект на дистанционном снимке, то при повторном его появлении он безошибочно его опознает. Для определения размеров и числа объектов дешифровщик должен научиться применять измерительные приборы, палетки, эталоны. По аэроснимкам опознаются дороги, дома, вырубки, луга, реки, лесные сообщества, древесные породы или их группы, болота, барханы, моренные холмы, пашни.

На этапе интерпретации опознаются слабо физиономичные и нефизиономичные объекты и раскрываются их содержание, свойства и характеристики. Физиономичные компоненты и элементы ландшафта играют

при этом роль ландшафтных индикаторов. Наиболее успешно проводится интерпретация на ландшафтной основе в пределах выявленных ПТК. Точность и достоверность такой интерпретации определяются теснотой взаимосвязей элементов и компонентов ландшафта в пределах ПТК. Поэтому этот этап дешифрирования и можно называть «ландшафтной интерпретацией лесов». На результаты ландшафтной интерпретации лесной территории влияет естественно-историческая подготовленность специалиста, знание им лесного морфологического ландшафтоведения, процессов формирования природного ландшафта.

На этапе ландшафтной интерпретации дистанционных снимков приобретает основной объем сведений о лесах, повышается точность качественных и количественных оценок лесов.

8.5. Общие правила дешифрирования аэрокосмических (АКС) и космоснимков.

При дешифрировании снимков соблюдаются четыре общих руководящих правила: правило множественности признаков, правило сходимости, правило исключения, правило ландшафтных индикаторов.

Правило множественности признаков. При опознавании (идентификации) объекта необходимо использовать максимальное число его признаков. Один признак отвечает довольно широкой группе объектов. С увеличением количества признаков увеличиваются достоверность, детальность и точность опознавания.

Например, только по тону изображения древесные породы можно разделить на две обширные группы: хвойные (темный тон) и лиственные (более светлый тон). Если при дешифрировании использовать не только тон, но и местоположение, то в пределах группы лиственных пород можно выделить группу ольхи черной и березы пушистой по понижениям и ложбинам стока и группу березы повислой - на дренированных приречных и возвышенных суглинистых равнинах.

Правило сходимости (конвергенции) признаков. При использовании большого количества признаков объекта важно, чтобы все они указывали на один объект. Только в этом случае можно быть уверенным, что объект установлен правильно.

Таким образом, все без исключения отмеченные признаки приводят нас к наиболее вероятному выводу.

Правило исключения. Для того чтобы узнать, чем является изображенный объект, часто выясняют, чем он быть не может. Дешифровщик последовательно на основании противопоставления по различным признакам объектов отбрасывает целые их группы. В результате такого исключения остается лишь искомая группа. Лучше - когда первоначально исключение идет по наиболее общим, генеральным признакам и отсортировываются сразу большие группы объектов, а затем по более второстепенным частным признакам ведется уточнение.

Применением метода исключения при анализе признаков от-

брасываются все невероятные решения и остается наиболее вероятное.

Правило ландшафтных индикаторов. Очень часто при дешифрировании лесов признаки изображения объекта выражены слабо и недостаточны для достоверного определения по аэроснимкам объекта исследований. Тогда для дешифрирования привлекают ландшафтные индикаторы и известные связи объекта с ними. В качестве ландшафтных индикаторов возможно использование элементов ландшафта, компонентов ландшафта и ПТК с характерной для них структурой.

Для использования в качестве индикаторов элементов, компонентов и ПТК исследуемого ландшафта необходимо, чтобы дешифровщик был знаком с типичным их изображением на фото- и космоснимках, а поэтому желательно иметь под рукой в качестве справочного материала набор эталонов форм рельефа, отложений и в целом ПТК данного ландшафта на стандартных снимках.

8.6 Изучение растительного покрова, его состояния и продуктивности

Растительность в первую очередь отображается на космических снимках, она хорошо определяется по прямым признакам, практически на всех снимках четко различаются лесные и безлесные территории. По космическим снимкам можно проследить границы растительных сообществ или переходные зоны, распределение внутри сообществ растений разных видов, смену растительности при движении с севера на юг или от равнин к горам.

Растительный покров часто является индикатором для дешифрирования подстилающих пород, почв и т. д. Методы цифровой обработки космических снимков позволяют проводить картографирование растительного покрова, а также изучать его состояние, динамику, нарушенность и т. п.

Исследование лесных массивов проводится с целью развития методов их рационального использования, включая задачи их охраны и контроля воспроизводства, для чего с успехом используется геоинформационный анализ космических снимков на базе современного программного обеспечения, а это, в свою очередь, позволяет существенно повысить оперативность и точность лесоустроительных работ и изучение антропогенной нагрузки на лесные массивы. Геоинформационные методы обработки космических снимков основаны на анализе их спектральной отражательной способности.

Итак, **спектральная отражательная способность лесных насаждений и кустарников** изменяется в зависимости от времени года и фазы вегетации. Все многообразие кривых отражения лесных насаждений и кустарников можно свести к четырем основным типам:

Тип 1 характеризует отражательную способность лиственных пород леса в зимний период и соответствует почти нейтрально серому фону с чуть заметным желтоватым или буроватым оттенком. Наиболее темными являются береза и лиственница молодых древостоев. Более светлыми

являются дуб молодого древостоя, далее — липа спелого древостоя и осина молодого древостоя. Самой светлой в этот период оказывается береза спелого древостоя.

Тип 2 соответствует темно-зеленому малонасыщенному фону, характеризует отражательную способность хвойных пород лесов в зимний период (самой темной породой является сосна).

Тип 3. К этому типу относятся древостой лиственных пород с молодой листвой и хвойные породы с молодой хвоей. По мере развития молодой листвы и хвои (фаза «полный лист») насаждения несколько темнеют. В фазе «поздняя зелень» отражательная способность лиственных пород снова становится высокой, и притом более высокой, чем в фазе «молодой лист», то есть лиственные леса светлеют, а хвойные породы наоборот становятся более темными, приближаясь к зимнему виду. Самыми темными являются сосна и ель, более светлые – береза и осина.

Тип 4 соответствует оранжево-красному фону и осенней раскраске всех лиственных лесов.

Инвентаризация лесов

Традиционно аэро- и космоснимки применяются для инвентаризации лесов и охраны их от пожаров, болезней, вредителей.

Считается целесообразным при картографировании лесного фонда выделять две зоны. **Первая зона** – это территория, которая активно используется в народном хозяйстве. На ней проводят лесоустроительные работы, в основном по материалам наземных исследований. **Вторая зона** – это территория лесного фонда, которую не планируется в ближайшее время вовлекать в активную хозяйственную деятельность. Здесь осуществляют лесоинвентаризацию на основе аэро- и космоснимков.

При проведении инвентаризации используются фотостатистический и картографический методы. **Фотостатистическая инвентаризация** подразумевает сплошное дешифрирование космических снимков. По ним осуществляется стратификация территории (разделение ее на выделы-страты). Затем по аэроснимкам определенных масштабов осуществляют выборочное дешифрирование фотопроб площадью около 1 га для определения средних таксационных характеристик (высота, диаметр крон, сомкнутость полога). А для контроля правильности дешифрирования космоснимков, часть фотопроб обследуется на местности.

Картографическая инвентаризация проводится без определения таксационных показателей и основана также на дешифрировании космических снимков, которое сопровождается выборочным дешифрированием аэроснимков и наземным обследованием.

Оценки нарушенности лесов

Космические снимки позволяют проводить слежение за состоянием лесов и выделять территории, нарушенные в результате хозяйственной деятельности или по естественным причинам.

Оценка нарушенности лесов основана на анализе спектральной отражательной способности лесных насаждений и кустарников. В настоящее

время разработаны цифровые методы обработки космоснимков с целью расчета площадей лесов, учета вырубок, дешифрирования типов лесов, расчета объемов сгоревшего леса и площадей гарей и т. д.

Например, контроль рубки лесов может быть осуществлен путем кластерного анализа и дешифровки по спектральным кривым вырубок различной степени давности на основе специального программного обеспечения. Вырубки разделяют на свежие и старые. Анализ снимков позволяет определить площадь территории, на которой вырублены леса в различные промежутки времени, а также, используя более ранние снимки, определить типы растительности, росшей на этих местах и их площади.

Для изучения нарушенности лесов используются в основном следующие материалы:

– Космические снимки среднего разрешения спутника «Ресур» с применяют для дешифрирования крупных нарушений, вызванных хозяйственной деятельностью человека (сельскохозяйственные территории, массивы сплошных вырубок и молодых вторичных лесов). Их использование позволяет исключить из дальнейшего анализа более дорогостоящие снимки высокого разрешения

– Космические снимки высокого разрешения (Landsat ETM + , Ресурс МСУ-Э, SPOT HRV) применяют для детального выявления участков, нарушенных хозяйственной деятельностью человека, и коррекции границ малонарушенных лесных территорий.

Использованием только космических снимков среднего разрешения является недостаточным для выявления ряда объектов, значимых с точки зрения антропогенной нарушенности ландшафтов. По этим снимкам не могут быть выявлены многие линейные объекты (большинство лесовозных и иных хозяйственных дорог), мелкие вырубки и участки сельскохозяйственных угодий, участки вторичных лесов на их месте, мелкие карьеры и т. д. Наиболее затруднено выявление по этим снимкам небольших по площади антропоген-нонарушенных территорий в условиях горных и предгорных ландшафтов с мелкомасштабной мозаикой различных типов экосистем.

Использование исключительно космических снимков высокого разрешения затруднено по погодным (отсутствие безоблачных дней летом) и финансовым причинам.

Травяной покров

Дешифрирование различных видов травяного покрова и оценка его состояния основана на анализе его спектральной отражательной способности с использованием специальных геоинформационных технологий.

Рассмотрим спектральную отражательную способность травяных покровов. По характеру средних кривых спектральной отражательной способности они могут быть подразделены на четыре типа (рис. 5.2).

Тип 1 характерен для высохших летних трав и пустынь, которые обладают песочно-желтой окраской.

Тип 2 характеризует старую прошлогоднюю (побуревшую) траву после таяния снега, заросли полыни и бурьяна в конце лета, когда они начинают

засыхать. Объекты, относящиеся к данному типу обладают серовато-буровой окраской и меньшей яркостью по сравнению с первым типом.

Тип 3 характеризует суходольные луга, поймы рек и целинные степи в конце летнего периода. Указанные природные объекты имеют зеленоватую окраску.

Тип 4 характеризует травяные покровы с сочной густой растительностью, имеющие ярко-зеленую окраску.

Таким образом, можно отметить сезонные изменения кривых отражательной способности травяной растительности. Весной молодая сочная зелень обладает кривой четвертого типа, затем, по мере увядания, кривая переходит в третий и второй типы.

Кривые спектральной отражательной способности цветущих лугов зависят от вида цветущих растений и их цвета. Полевые и огородные культуры сходны по отражательной способности с травяными покровами и имеют похожий сезонный ход кривых.

8.7 Использование ДДЗ в экологическом мониторинге и чрезвычайных ситуациях

Многие виды антропогенного воздействия на окружающую среду хорошо видны на космоснимках, что активно используются для контроля за экологическим состоянием территории. По снимкам можно, например, исследовать застроенность территории, густоту дорог, распаханность земель, эродированность почв, различные нарушения ландшафтов, загрязнения и т. п.

Загрязнение воздуха дешифрируется по прямым и косвенным признакам. На космических снимках хорошо видны дымовые шлейфы крупных промышленных предприятий, смоги. В некоторых случаях они могут полностью закрывать изображение территории, в других – частично нарушают это изображение, вызывая размытость. Хорошим **индикатором загрязнения атмосферы** служит снежный покров вокруг населенных пунктов, на поверхности которого накапливаются загрязняющие вещества и изменяют его отражательную способность.

Часто причиной задымленности являются торфяные и лесные пожары, в результате создаются неблагоприятные условия для жизни населения. Контроль степени задымленности территорий на больших площадях удобнее и дешевле проводить с помощью космических съемок, а современные методы цифровой обработки изображений и представление результатов в ГИС позволяют точно и оперативно определить населенные пункты, попавшие в зону задымления.

В МЧС разработана методика мониторинга задымленности территории по данным космических съемок. Она основана на использовании данных с искусственных спутников Земли NOAA и TERRA.

Показано, что дымовые шлейфы лучше всего выделяются на космических изображениях в видимом диапазоне спектра. Чем меньше длина волны спектрального канала, тем более отчетливо выделяются дымовые шлейфы.

Визуальные методы дешифрирования удобнее использовать при выявлении зон задымления во время массовых пожаров

Загрязнение вод также фиксируется на космических снимках. На снимках отражаются выбросы промышленных предприятий, видны пути их распространения, инфракрасные снимки показывают температурные изменения в водных объектах около населенных пунктов и промышленных предприятий. Однако определенные сложности вызывает анализ качественного и количественного состава загрязнителей. Исследования в этом направлении ведутся путем изучения оптических характеристик природной воды, а также физических процессов, происходящих в системе вода – атмосфера.

Цвет природных вод зависит от их рассеивающих и поглощающих свойств.

Сине-голубой цвет океанских вод и некоторых озер обусловлен молекулярным рассеянием, на долю которого в чистых водах приходится только 7 – 8% от общего рассеяния света. В мутных водах эта доля значительно снижается.

На цвет воды внутренних водоемов существенно влияет количество растворенного органического вещества, которое вызывает интенсивное поглощение света. Поэтому с увеличением содержания растворенных органических веществ цвет водной поверхности изменяется от синего через зеленый к коричневому.

В водах внутренних водоемов содержатся также взвешенные минеральные и органические частицы, которые также влияют на рассеяние света в водной среде.

Среди различных типов поверхностных вод можно выделить четыре типа, существенно различающихся по оптическим характеристикам:

Тип 1 Сине-голубые воды олиготрофных (сравнительно чистых) водных объектов.

Тип 2 следует отнести воды дистрофных озер, воды рек, формирующих свой сток в болотных массивах.

Тип 3 – воды мезотрофных, эвтрофных и гиперэвтрофных водоемов, подверженные «цветению» и содержащие преимущественно взвешенные вещества органического происхождения.

Тип 4 включает прибрежные, речные, сточные и другие воды, имеющие высокую мутность с преобладанием взвесей минерального происхождения.

8.8 Дистанционные методы в исследовании почвенного покрова

Дистанционное изучение почв, растительности, водных объектов может быть осуществлено путем измерения отраженной или излученной солнечной радиации. Спектры отражения зависят от химических и минералогических свойств отражающих поверхностей почв и от внешних (по отношению к объекту) метеорологических условий.

Цель дистанционных методов изучения почвы заключается в использовании данных о распределении и количестве разных видов радиации для получения информации о физических и химических свойствах почвы.

Принципы и методы дешифрирования почв первоначально были разработаны применительно к использованию аэроснимков для **почвенного картографирования** в крупных и средних масштабах. Появление космических снимков позволило использовать их при составлении и корректировке средне-, мелкомасштабных и обзорных почвенных карт.

Картографирование почв

Дешифрирование аэроснимков в процессе картографирования почв включает **генетическое и контурное дешифрирование**. Генетическое дешифрирование позволяет установить почвенное содержание контура, его необходимо проводить в полевых условиях. Контурное дешифрирование обеспечивает точное проведение границ между различными почвами.

Для дешифрирования почв можно использовать **прямые дешифровочные признаки** (тон, цвет, размер и форма контуров, рисунок изображения поверхности, а при многозональных снимках — спектральный образ объекта), но всегда необходимо учитывать, что почва как целостный природный объект не изображается непосредственно на снимках. Только в случае распашки и отсутствия посевов на снимках видна ее поверхность и проявляются отдельные ее свойства (гумусированность, влажность, карбонатность, засоленность, механический состав верхнего слоя и др.). Однако одной поверхности почв недостаточно, чтобы определить отдельные различия почв. Поэтому в почвенном дешифрировании очень важную роль играют **косвенные признаки**: формы рельефа, растительность, геологическое строение местности и результаты хозяйственной деятельности человека, компоненты ландшафта. Для дешифрирования почв залесенных территорий, аллювиальных, луговых, болотных почв наибольший эффект дает применение спектрозональных снимков.

Прямое дешифрирование

Тон и цвет фотоизображения почвы зависят от содержания гумуса; характера увлажнения почвы; содержания в почве легкорастворимых солей, карбонатов, гипса; гранулометрического состава почвы.

Структура фотоизображения почвы возникает чаще всего по причине неоднородности почвенного покрова в пределах контура и определяется:

– микрокомбинациями (комплексы и пятнистости), формирующими почвенный покров, которые образуют на аэроизображении мелкую пятнистость;

– мезокомбинациями (сочетания и вариации), которые дают на

изображении крупную пятнистость и полосчатость;

– припахиванием подзолистого горизонта, в результате чего появляется мелкая прерывистая полосчатость;

– эрозией почвы, которая изображается линиями неправильной формы.

Использование земельного массива определяет его форму и размер. Природные контуры почти никогда не бывают правильными, прямоугольными, их размер и форма зависят от особенностей рельефа территории – чем крупнее элементы рельефа тем более крупные контуры. Контуры сельскохозяйственных угодий имеют ровные, правильные границы, и они не являются границами почвенных контуров, а определяются структурой посевов.

Косвенное дешифрирование

Важным косвенным признаком почвенного дешифрирования является рельеф, от его характера зависит тип увлажнения, степень смытости, оглеение, степень оподзоленности и другие генетические признаки почв.

Дешифрирование растительности также дает большой материал для почвенного картографирования. Ельники, осиновые насаждения приурочены чаще всего к почвам тяжелого и среднего гранулометрического состава. Сосновые леса произрастают на почвах легкого гранулометрического состава. Низинные болотные почвы покрыты более темноокрашенной растительностью, контуры верховых болот из-за светлоокрашенной поверхности мхов имеют на снимках светлые пятна.

Для установления почвенных контуров территорий покрытых кустарниками и культурной растительностью, необходимы полевые исследования, так как в камеральных условиях они выявляются плохо.

Так, например, почвы таежнолесной зоны дешифрируются по косвенным дешифровочным признакам (рельеф и растительность).

Распаханные дерново-подзолистые почвы на фотоснимках имеют наиболее светлый тон по сравнению с другими почвами. Гранулометрический состав этих почв коррелирует с рельефом и изображается разными тонами: песчаные и супесчаные подзолистые почвы являются наиболее светлыми; средне- и темносуг-линистые выглядят более темными.

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы под лесами на фотоснимках различаются плохо. Подзолистые и дерново-подзолистые глеевые почвы характеризуются зернистой структурой темного цвета, располагаются чаще всего в понижениях и не распахиваются.

Почвы низинных и переходных болот имеют неоднородный тон, который создается окнами воды, кочками, различной болотной растительностью, и крупнопятнистый рисунок, обусловленный порослями леса и кустарниками по краям болот. Почвы верховых болот дешифрируются по светлому тону изображения и мелкозернистой структуре.

Почвы речных долин имеют различный тон в зависимости от увлажнения и приурочены к долинам рек.

Известно, что наибольший эффект дает применение аэроснимков при картографировании почв в районах с неоднородным почвенным покровом, где пестрота связана с наличием мезо- и микрорельефа. При работе со снимками в разных природных зонах нашей страны число выделяемых на почвенных картах контуров почв и структур почвенного покрова на единицу площади возрастает в 1,5 – 5 раз по сравнению с картами, составленными без них, а информативность карт становится богаче благодаря отображению элементарных почвенных структур.

Большой информативностью обладают *космические снимки*.

Важное свойство космических снимков состоит в том, что один снимок охватывает большую территорию при одинаковых условиях съемки, что обеспечивает надежность дешифрирования почвенного покрова.

Составление карты – не единственный способ применения дистанционных методов в почвоведении. В настоящее время разрабатываются разнообразные методики использования дистанционных материалов для изучения свойств почв. Почвоведы на основе знания свойств и состояний конкретной почвы стремятся выявить связи между почвенными процессами и внешними их проявлениями, которые регистрируются дистанционной аппаратурой. Создаются новые модели, связывающие отражательную способность почвы с ее физическими свойствами, например, влажностью, содержанием органического вещества, наличием минеральных пленок, механическим составом, структурой, свойствами поверхности

Изучение свойств почв на основе ДЗ

Гумусированность почв. Гумус имеет темный цвет, до почти черного у черноземов. Чем светлее ареалы почвенного покрова на снимках, тем при прочих равных условиях меньше гумуса содержит почва. При большом содержании гумуса цвет почвы меняется мало, и его изменения маскируются другими факторами. Следовательно, космические снимки можно использовать для изучения бедных почв, а вот для оценки гумусированности черноземов, в которых содержание гумуса варьирует от 6 – 12 %, они практически не пригодны.

Влажность почвы очень непостоянна во времени. Однако оценка этого показателя имеет большое практическое значение. Влага в почве находится в различных состояниях. Воздушно-сухая почва характеризуется прочносвязанной водой, которая не влияет на ее отражательные способности. Гигроскопическая или рыхлосвязанная влага определяет влажность почвы и влияет на ее цвет и физические свойства – мягкость, пластичность. Отражательные свойства почв наиболее тесно связаны именно с этим видом влаги при ее грациях 1 – 5 % для песчаных почв, 2 – 12 % для супесчаных почв и 4 – 22 % для суглинистых.

Свободная, или гравитационная, влага, свойственная мокрой почве, в целом не влияет на ее отражательные свойства, но при большом избытке иногда даже несколько увеличивает процент отраженного излучения и осветляет почвы.

Для оценки влажности можно использовать и тепловые снимки,

поскольку сухие и влажные почвы отличаются по теплоемкости и температуре поверхности, особенно в периоды их нагревания Солнцем.

По снимкам распознаются различные неблагоприятные процессы. Щебнистость почвы вызывает потемнение ее поверхности на снимках, а вот заиливание на поймах после половодья, участки водной и ветровой эрозии почв, наоборот, проявляются на снимках в виде осветленных ареалов

Засоление почв отражается на снимках только в случае появления солевых налетов на поверхности. Это характерно для солончаков, но не для солонцов, которые имеют накопления соли на некоторой глубине. В сухом состоянии засоленные почвы светлее незасоленных, а во влажном, наоборот темнее. Поэтому для изучения по снимкам ареалов засоления почв важно знать погодные условия.

Развитие дистанционных методов может быть весьма полезно в оценке **вклада почв в радиационный баланс** суши (потоки тепла из почвы и в почву, медленный перенос тепла, излучение земной поверхности). Дистанционные измерения температуры поверхности и альбедо в соответствии с имеющимися метеорологическими данными могут быть надежной основой для прогноза эваготранспирации экосистем. Сейчас благодаря измерениям теплоотражения с поверхности суши можно ежедневно получать сведения о запасах влаги в почве. Следовательно, возможен мониторинг водосборных бассейнов и прогноз объема стока, а также и эрозионной опасности. Можно фиксировать также динамику иссушения поверхности почвенных горизонтов и увязывать ее с режимами верховодки и грунтовых вод.

Сбор систематических спутниковых данных в определенные моменты времени может быть полезен для оценок динамики глобальных процессов, определяемых характером ландшафтов, почвообразующими породами, климатическими изменениями.

Дистанционные методы предоставляют большие возможности для мониторинга почвенных ресурсов в мировом масштабе для оценки роли почв в динамике парниковых газов и глобальных изменениях климата.

Рост общественной заинтересованности в расширении пахотных площадей с целью увеличения производства продуктов питания заставляет обращаться к дистанционным методам как надежному средству ускорения работ по почвенной съемке, мониторингу почвенных условий, потенциальной продуктивности почв и их ответных реакций на антропогенные воздействия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение ГИС.
2. Вопросы, на которые отвечает ГИС.
3. Что понимается под данными, информацией и знаниями?
4. Каковы обобщенные функции ГИС?
5. По каким признакам классифицируются ГИС?
6. Источники данных для формирования ГИС.

7. Понятие программных средств.
8. Что включает программное обеспечение ГИС?
9. Что такое информационное обеспечение?
10. Чем определяется инфраструктура пространственных данных? Что она в себя включает?
11. Какими характеристиками отличаются объекты реального мира?
12. Что такое пространственные данные?
13. Какими графическими объектами представлены пространственные данные?
14. Что такое атрибутивные данные?
15. Понятие слоев цифровой карты.
16. Структуры данных, применяемых в ГИС для представления пространственных данных.
17. Что определяют форматы данных?
18. Понятие базы данных (БД).
19. Что такое векторизация? Способы.
20. Понятие дистанционного зондирования (ДЗ).
21. Что такое ЦМР?
22. Понятие интерполяции.
23. Основные процессы ЦМР.
24. Понятие визуализации.
25. Способы представления географической информации
26. Способы, применяемые при создании тематических карт, отображающие результаты анализа данных в ГИС.
27. Особенности дистанционного изображения.
28. Признаки изображения лесов на дистанционном снимке.
29. Тон или цвет изображения.
30. Размер изображения объекта при изучении лесов.
31. Форма объектов при изучении лесов.
32. Размещение объектов при изучении лесов.
33. Какие показатели насаждений можно получить на снимках при благоприятном сочетании условий?
34. Этапы дешифрирования дистанционных снимков.
35. Четыре общих руководящих правила при дешифрировании снимков.
36. На чем основана обработка космоснимков при дешифрировании растительности?
37. Четыре типа кривых отражения лесных насаждений и кустарников.
38. Область применения космоснимков в лесном хозяйстве.
39. Отличие фотостатистической инвентаризации от картографической.
40. Четыре типа средних кривых спектральной отражательной способности травяных покровов.
41. Использование ДДЗ в экологическом мониторинге и чрезвычайных ситуациях.
42. Прямые и косвенные признаки дешифрирования почв.
43. Изучение свойств почв на основе ДДЗ.

Список литературы:

1. Трифонов Т. А. «Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях», - 2005, - 348 с.;
2. Черных В. Л., Сысуев В. В. «Информационные технологии в лесном хозяйстве», - 2000, - 378 с.
3. Коновалова Н. В. Капралов Е. Г. Введение в ГИС: Учебное пособие-М.: ГИС-Ассоциация, 1997. -160с.
4. Основы геоинформатики: В 2 кн: Учебное пособие для вузов Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов – М. Академия, - 2004, - 140 с.
5. Демерс, Майкл Н. Географические информационные системы.: пер. с англ. – М.: Дата+, 1999г., - 112 с.

Практическая часть

ГИС IDRISI

Примером средней растровой системы может служить ГИС IDRISI, разработанная в Кларковском Университете, США. Общий вид экрана при работе с ГИС IDRISI показан на рис. 1.

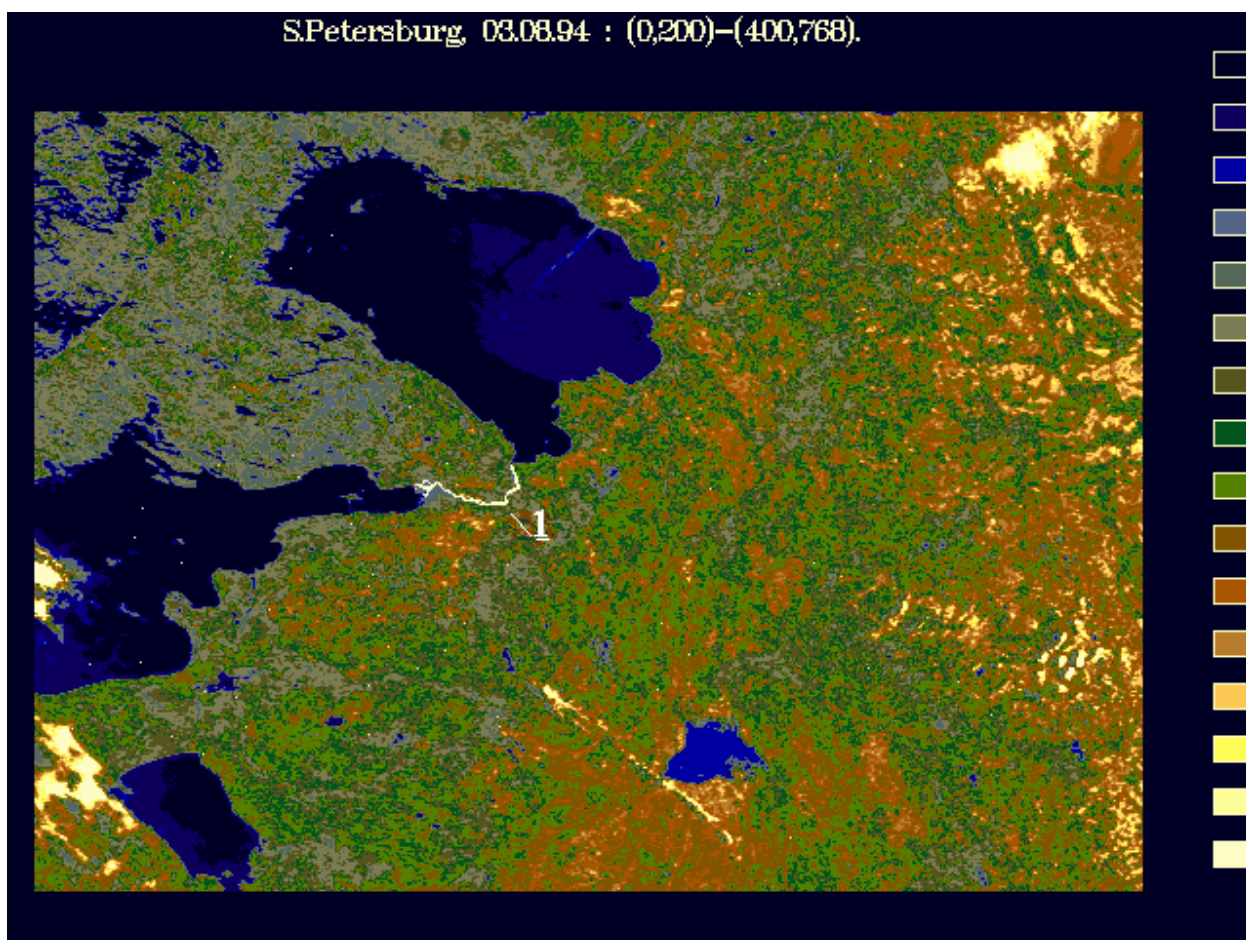


Рис. 1 Общий вид экрана при работе с ГИС IDRISI

На рисунке представлен фрагмент снимка района Санкт-Петербурга, полученного прибором AVHRR американского спутника NOAA. Цифрой 1 обозначена река Нева, изображение которой было выведено на растровую подложку на основе информации, хранящейся в специальном векторном файле. Этот файл сначала был экспортирован из системы ARC/INFO в формате ASCII, а затем пересчитан по формулам, учитывающим параметры орбиты спутника NOAA.

В отличие от векторных систем, в растровых системах географическое положение объектов и описание их свойств (атрибуты) содержатся в одном файле. Исследуемая местность отображается набором ячеек, каждой из которых в цифровом представлении соответствует число, описывающее какое-то определенное свойство данного участка местности. Числа в растровых картах могут представлять информацию, полученную из

наблюдений над объектом: это может быть идентификатор объекта, а также качественное или количественное атрибутивное его описание. Кроме того, данные, содержащиеся в растровом файле, могут описывать явления невидимые при непосредственном наблюдении, но выявленные в результате анализа данных наблюдений.

При визуализации растрового изображения на экране дисплея картинка также складывается из маленьких ячеек, которые назвали пикселями (слово pixel образовалось из первых букв двух слов - picture element). Из приведенного описания ясно, что растровые системы весьма неэкономны в плане использования дискового пространства при размещении данных на жестком диске компьютера или на других носителях. Растровое изображение содержит описание всех ячеек, его составляющих, независимо от того, все ли объекты, попавшие в это изображение, интересуют исследователя. Однако, достоинство такого представления пространственно распределенных данных состоит в том, местность описывается однородно, привычным сплошным изображением. Последнее обстоятельство определяет огромный потенциал растровых систем при анализе и математическом моделировании непрерывно меняющихся параметров протяженных поверхностных объектов.

Таким образом, про растровые системы можно сказать, что они в основном ориентированы на пространственный анализ данных и базируются на достижениях в этой области, в то время как про векторные системы можно сказать, что их потенциал определяется в основном возможностями управления базами данных.

ГИС IDRISI представляет собою растровую ГИС, которая позволяет проводить хранение, анализ и визуализацию растровых карт и обработку спутниковых изображений. В ней предусмотрена также возможность работы с векторной информацией. ГИС IDRISI не является единой программой, но состоит из набора разнообразных модулей, образующих несколько блоков или систем. Опишем их в нескольких словах.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И АТРИБУТИВНАЯ БАЗА ДАННЫХ.

Центральным блоком любой ГИС является база данных. Это набор карт и связанной с ними информации в цифровой форме. Чаще всего пространственная база данных содержит географическую информацию о протяженных объектах (их форму, географические координаты), а атрибутивная база данных хранит описание различных характеристик (качественных или количественных) объектов, составляющих первую базу. В данном случае, как правило, и пространственная и атрибутивная информация хранятся вместе (объяснение см. выше), образуя интегрированную базу данных, однако IDRISI предоставляет возможность хранить атрибутивную информацию отдельно в файлах специального формата.

СИСТЕМА ОЦИФРОВКИ. Как уже отмечалось, IDRISI, будучи растровой ГИС, предоставляет возможность работать с векторным представлением географической информации. В системе IDRISI оцифровка и редактирование цифровых векторных карт производятся специальной программой TOSCA. Это независимый пакет для оцифровки,

поддерживающий формат IDRISI. Кроме того, внутри самой ГИС IDRISI есть средства, позволяющие проводить векторизацию изображений, выведенных на экран.

СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ. Данный блок обеспечивает функцию просмотра, а также печати на бумаге выбранного растрового изображения или векторного файла. Предусмотрены широкие возможности выбора параметров вывода, как на экран, так и на принтер. Кроме того, обеспечена возможность просмотра гистограммы изображения, а также предложен ряд функций для улучшения изображения.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАЗОЙ ДАННЫХ. Это необходимый компонент любой системы. IDRISI, как отмечалось выше, имеет интегрированную базу данных, однако, для управления пространственной и атрибутивной информацией предусмотрены разные модули. Для пространственной информации предусмотрены функции репозиционирования, изменения масштаба, склейки и вырезания изображений, конвертации растровых изображений в векторные. Для атрибутивной информации, когда она содержится в растровом файле, есть функции, позволяющие изменить данные классификации, а для изменения атрибутивной информации, содержащейся в файле формата dBASE, поддерживаемого системой, предусмотрено использование встроенного в систему IDRISI редактора, а также некоторых простых функций. Поскольку в рассматриваемой ГИС основной акцент смещен на пространственный анализ данных, соответствующий блок играет здесь ту же роль, что система управления базой данных в векторных ГИС.

БЛОК ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. Это блок функций, который делает систему для работы с привязанными к местности данными географической информационной системой. Заметим, что с помощью последней из рассмотренных систем (СУБД) можно производить анализ атрибутивной информации, создавать новые атрибутивные таблицы и строить соответствующие карты, если атрибутивная информация привязана к пространственной. Однако, таких возможностей недостаточно, чтобы назвать продукт географической информационной системой. ГИС невозможна без блока, реализующего географический анализ данных. Этот блок позволяет проводить наложение изображений, представляющих собою различные тематические слои, анализировать ряды изображений, осуществлять арифметические, булевы и другие математические операции. Есть возможность делать запросы, причем относительно как пространственной (например, показать значения растрового изображения вдоль некоторой линии), так и атрибутивной.

БЛОК АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ. ГИС IDRISI обеспечивает весьма широкие возможности обработки сырых спутниковых данных, принимая во внимание тот факт, что, прошедшие через этапы коррекции и интерпретации, спутниковые данные являются основным источником растровых отображений земной поверхности, с которыми и работает эта ГИС. Система содержит функции, помогающие при работе со

спутниковыми данными на всех этапах - от чтения специфических форматов (отсечение заголовков, разделение спектральной информации) до интерпретации изображений.

СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. Этот блок содержит программы, реализующие традиционные статистические процедуры, а также специфические функции, разработанные для работы непосредственно с пространственно распределенной информацией. Поскольку ГИС IDRISI создавалась как открытая система, большое внимание уделено в ней возможностям обмена информацией с другими системами, а также усвоения данных из различных источников. Существуют специальные модули для импортирования изображений спутников SPOT и LANDSAT, графического формата TIF. Имеется специальная программа, которая меняет порядок байтов в файлах, состоящих из чисел в формате two-byte integers, что чрезвычайно актуально при переносе данных из UNIX в MS-DOS. Кроме того, предусмотрен экспорт/импорт данных из/в таких известных ГИС как ARC/INFO и ERDAS, а также согласовано взаимодействие с другими важными системами обработки данных.

ГИС MapInfo

ГИС ARC/INFO - пример большой, полнофункциональной системы. Наиболее известным в нашей стране примером средней векторной системы является ГИС MapInfo. Общий вид экрана при работе с ГИС MapInfo показан на рис. 2.

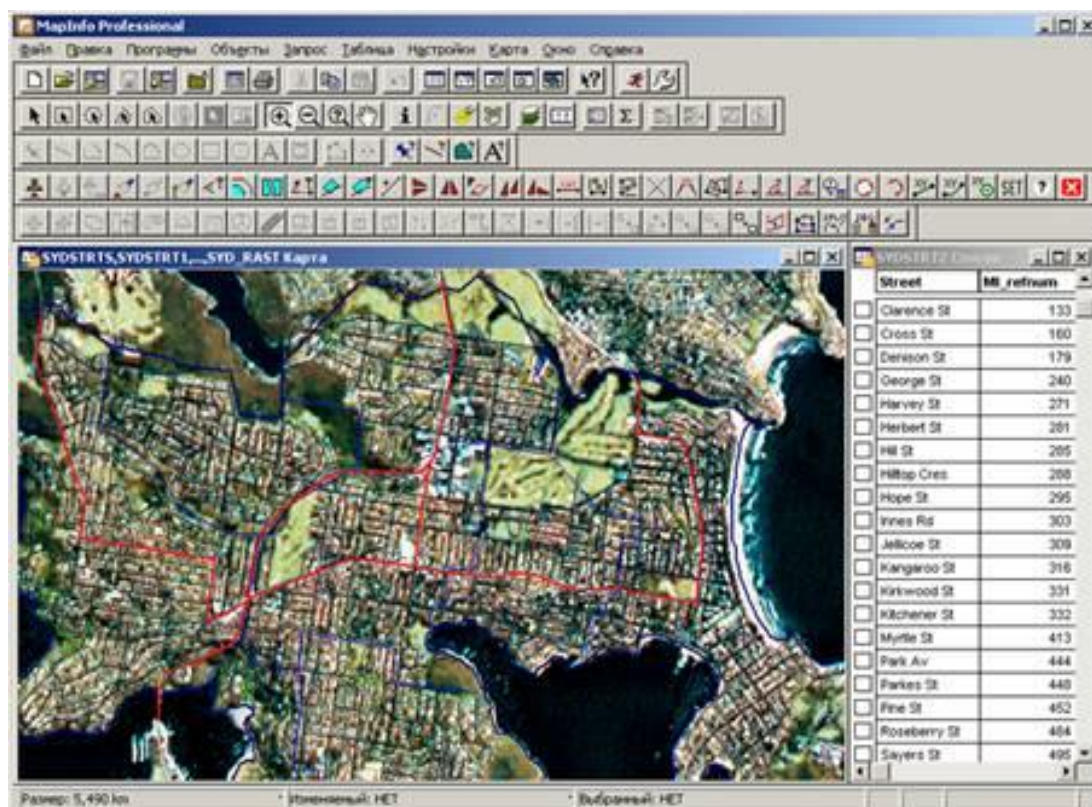


Рис. 2. Общий вид экрана при работе с ГИС MapInfo. На рисунке показан фрагмент карты.

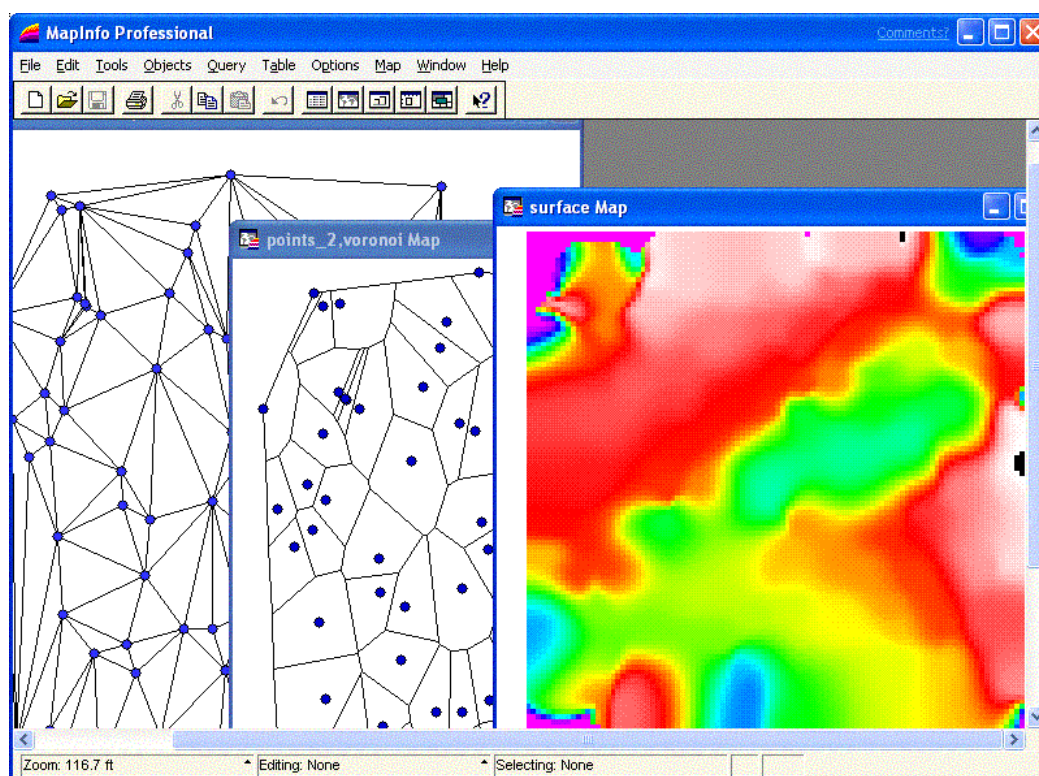


Рис. 3. Графические объекты, используемые для представления данных: а) ломанные линии с узлами; б) точки; в) растровое изображение карты.

Способ организации данных в ГИС MapInfo несколько отличается от того, который принят в ГИС ARC/INFO, в частности, в ней не поддерживаются основные топологические условия ARC/INFO. В ГИС MapInfo картографическая информация в пределах слоя-таблицы (Table) организуется в виде отдельных графических примитивов – объектов (Objects). Могут использоваться следующие графические объекты:

- точка (point),
- линия (line),
- ломаная линия (polyline),
- область (region),
- дуга – часть эллипса (arc),
- текст (text),
- прямоугольник (rectangle),
- скругленный прямоугольник (rounded rectangle),
- эллипс (ellipse)

ГИС MapInfo – динамично развивающаяся система, приобретающая все большую популярность. За последние годы, при переходе от версий 2.* к версиям 5.*, в ней появились многие дополнительные возможности по редактированию карт, подготовке бумажных копий и т.п. Предусмотренные в системе возможности по созданию тематических карт позволяют формировать запросы к базам данных и получать отображение результатов на карте. Это очень мощный механизм для анализа состояния окружающей среды по данным

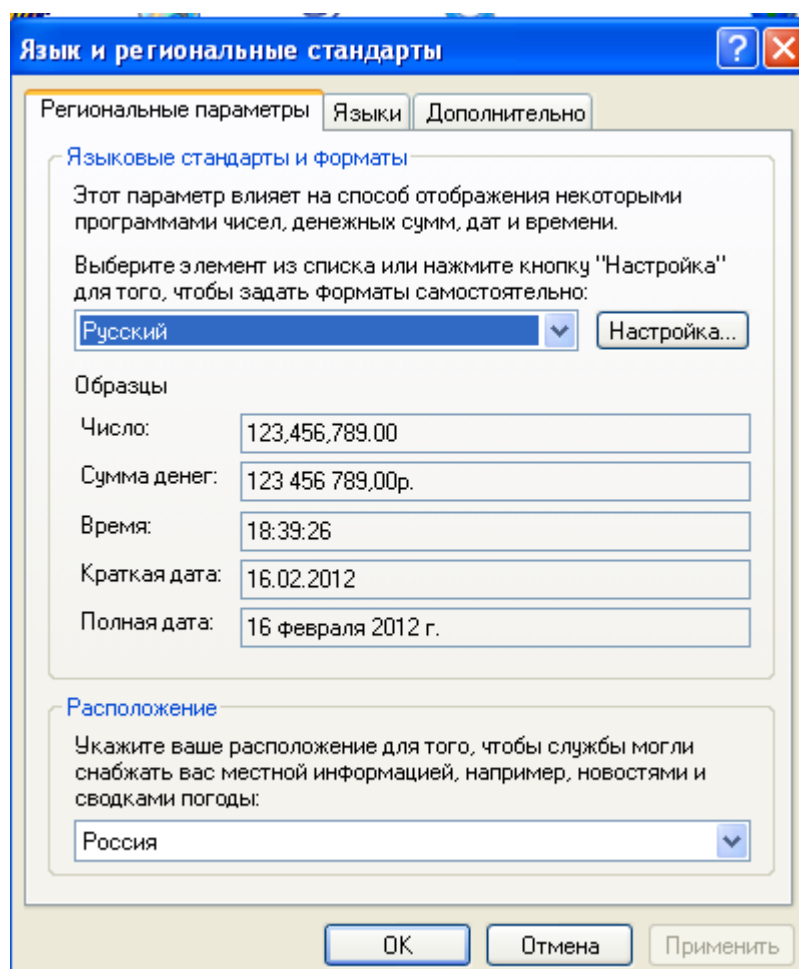
экологического мониторинга. Предусмотрена также возможность в полуавтоматическом режиме составлять отчеты, состоящие из набора карт и легенд к ним, таблиц из баз данных и т.п. Появляются и другие пакеты, работающие с форматами MapInfo, например, Vertical Mapper, позволяющий работать с трехмерными данными. Отображение информации в форматах MapInfo предусмотрено в электронных таблицах Microsoft Excel.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

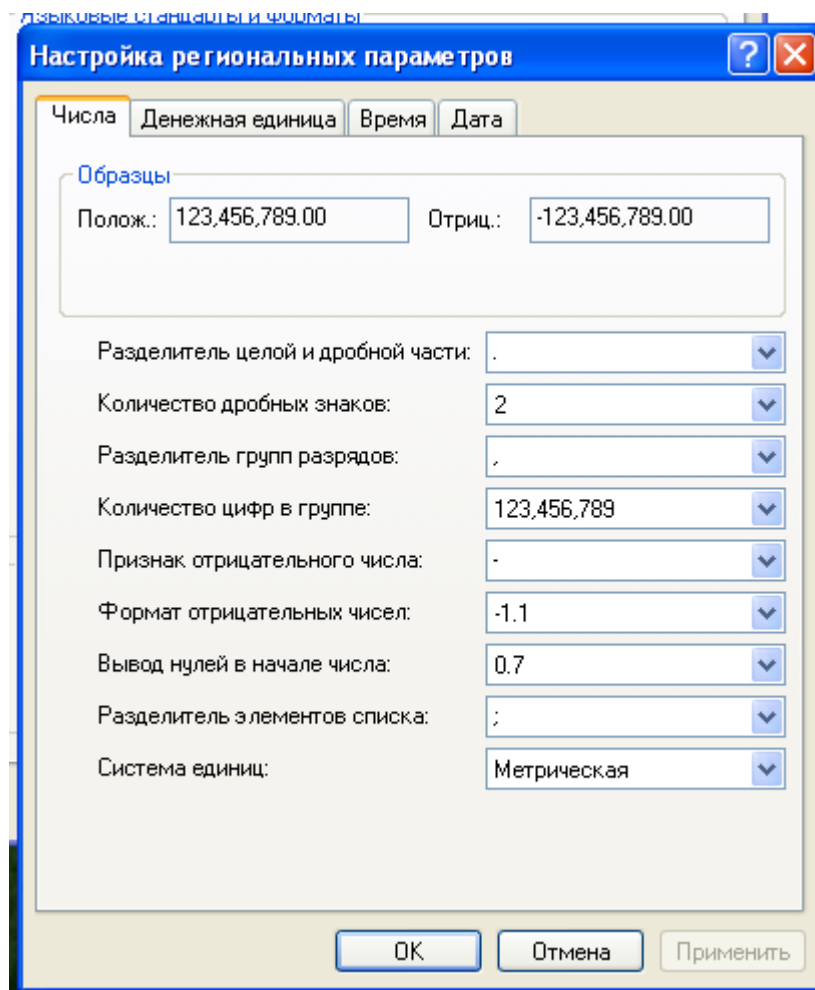
Работа в программе Idrisi.

Внимание! Прежде чем работать с ПО Idrisi необходимо на ПК сделать следующие настройки :

Пуск → Панель управления → Язык и региональные стандарты



Включить опцию «Настройки».



Разделитель целой и дробной части: . -ставим точку

Разделитель групп разрядов: , - ставим запятую

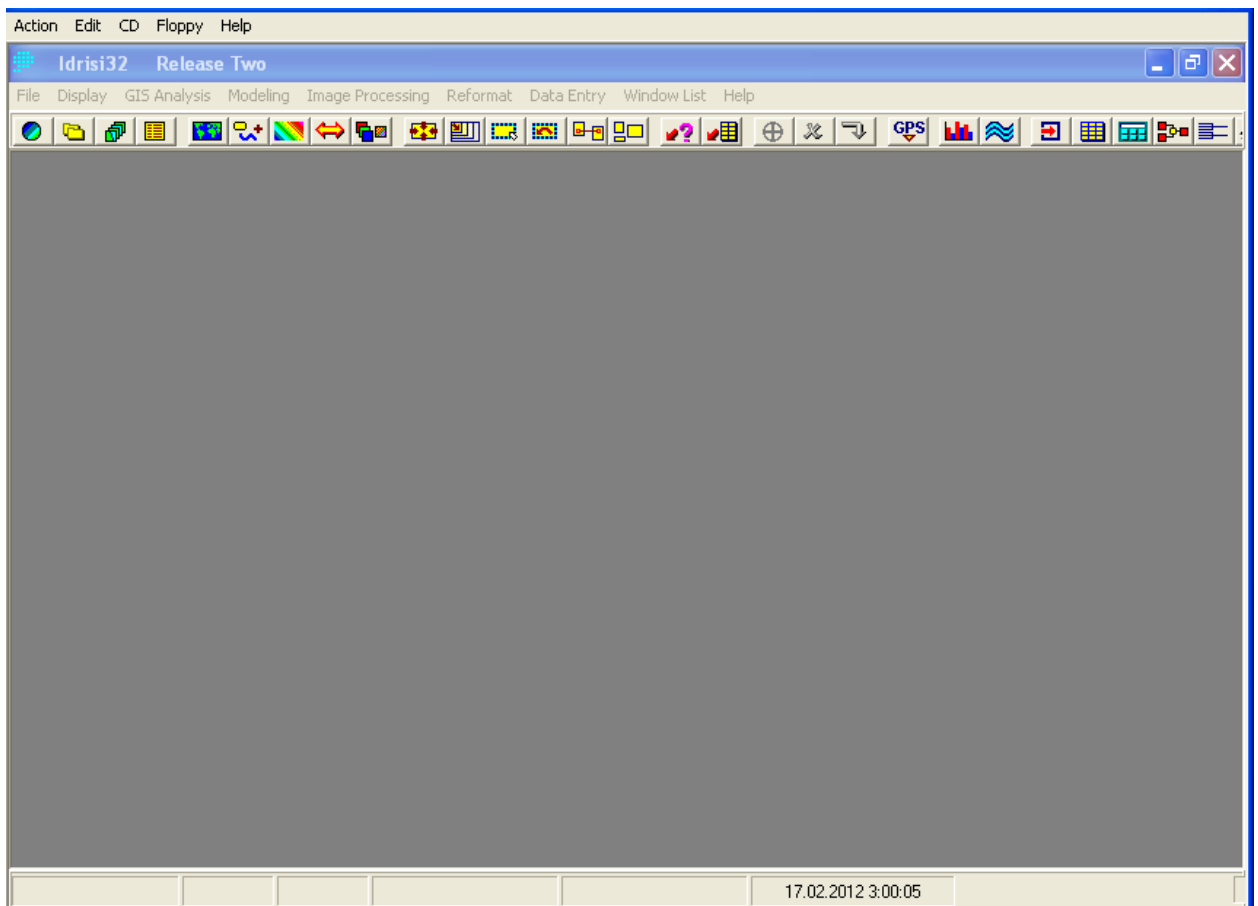
Иначе не произвести операции с поверхностями и конвертацией данных.

Выполнение задания

Материалы к занятию находятся в папке «Lesson1».

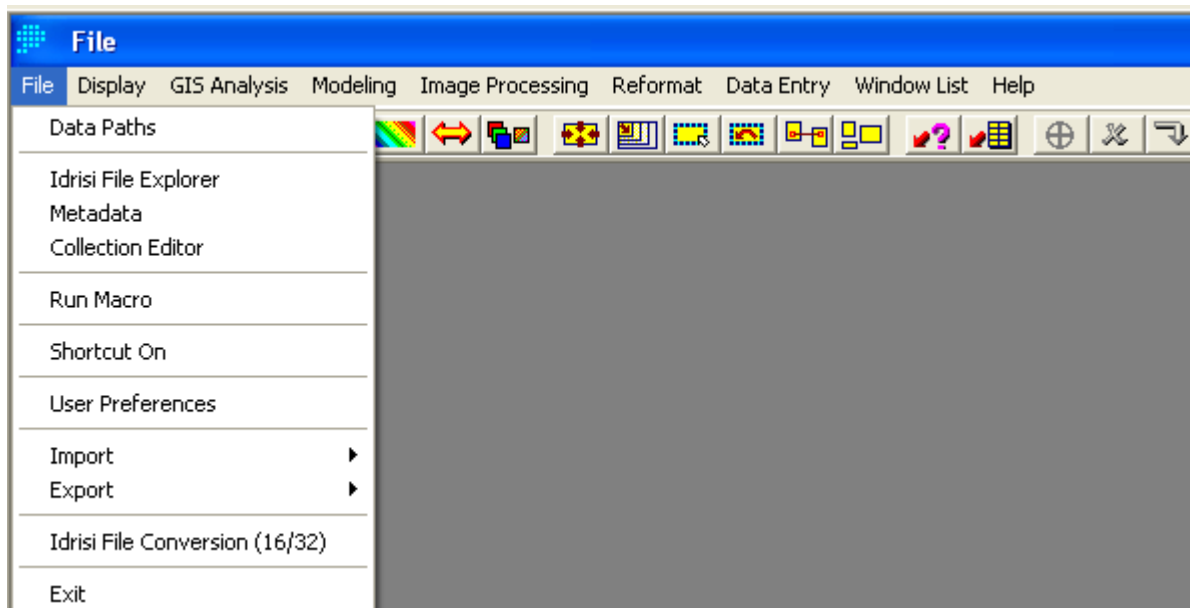
Начинаем работу с ПО Idrisi „Selga“.

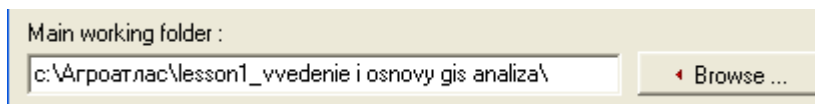
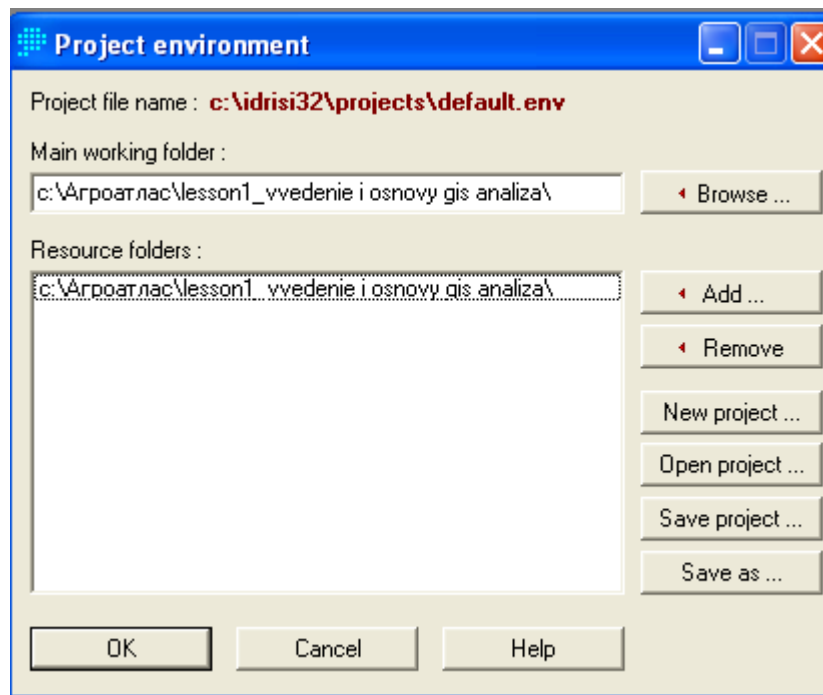
Открываем ПО.



Для того, чтобы подключиться к нашим данным, необходимо указать путь к базе данных (БД).

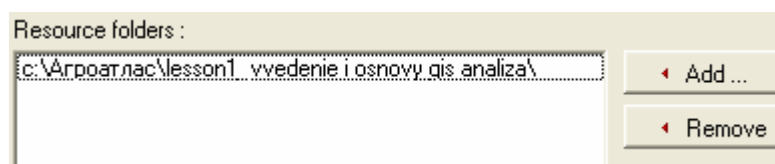
File →





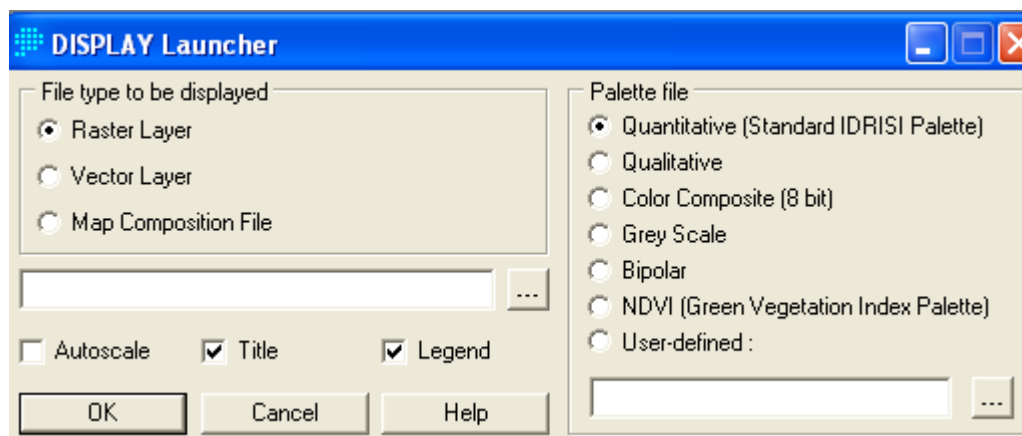
в этой строке

указывается рабочая папка проекта,



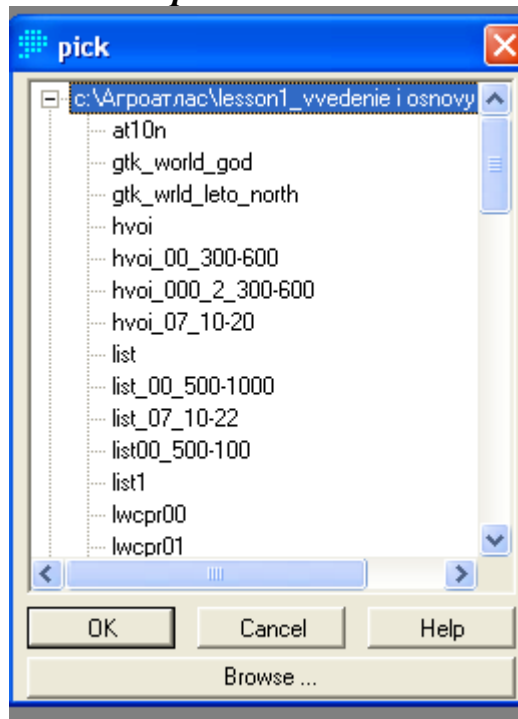
В другой папке, которую можно добавить находятся данные.

Для открытия карты, открываем опцию «монитор»  И выбираем растр.



Отметим галочкой растр, затем выбираем из обзора карту.

Из рабочей папки



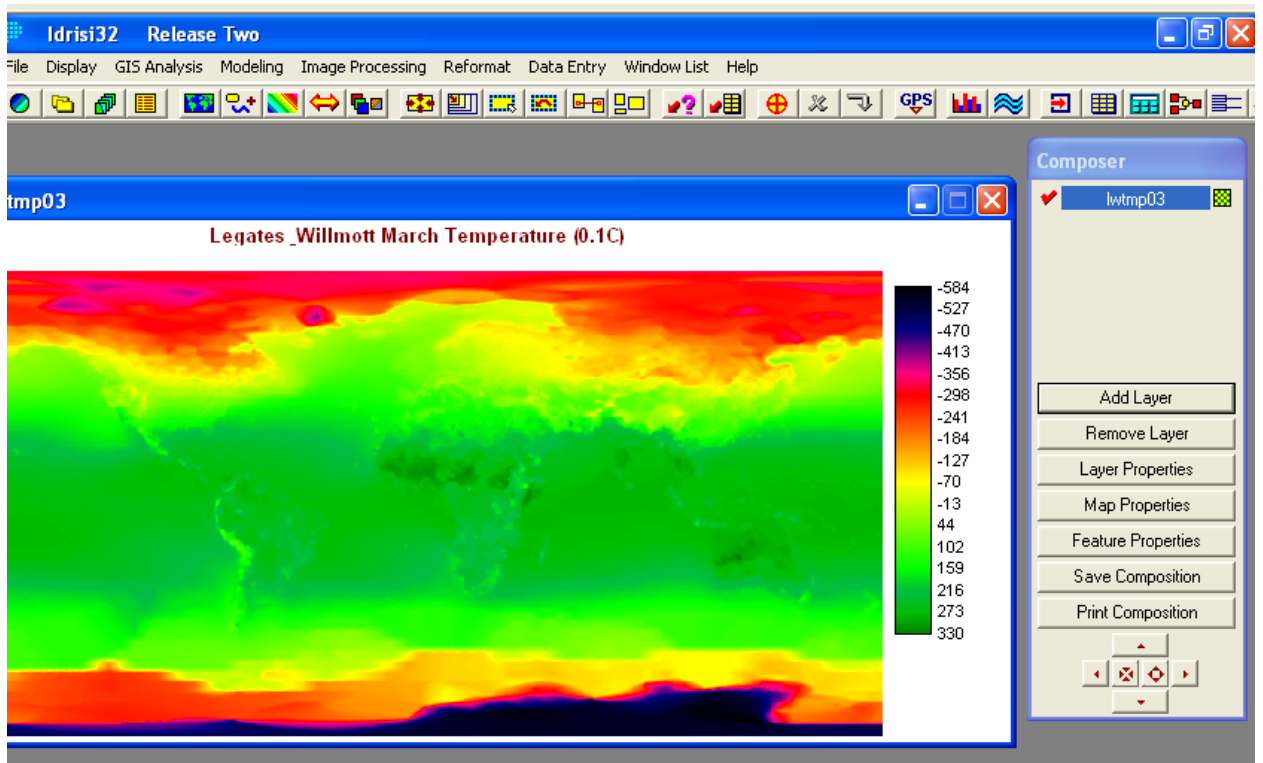
видим файлы:

Lwcpr - распределение осадков по месяцам, 00 – годовое , 01 – январь, 02 – февраль и т.д.

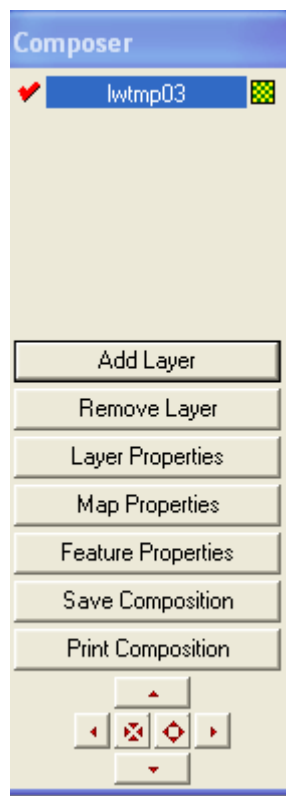


Lwtmp - распределение температур

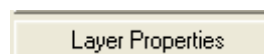
*Есть карты осадков и температур земного шара.
На карту нужно поместить векторные данные*

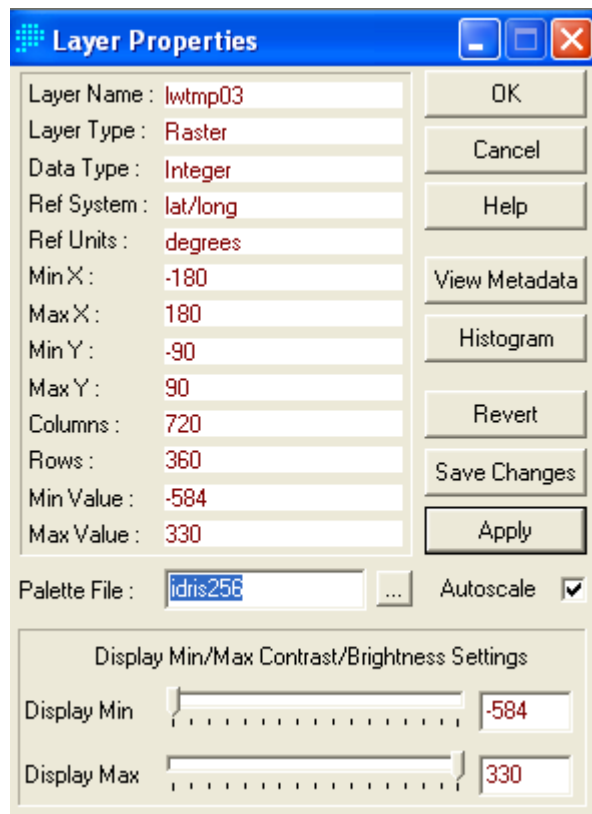


После открытия карты, появляется панель инструментов Composer



На панели выбираем

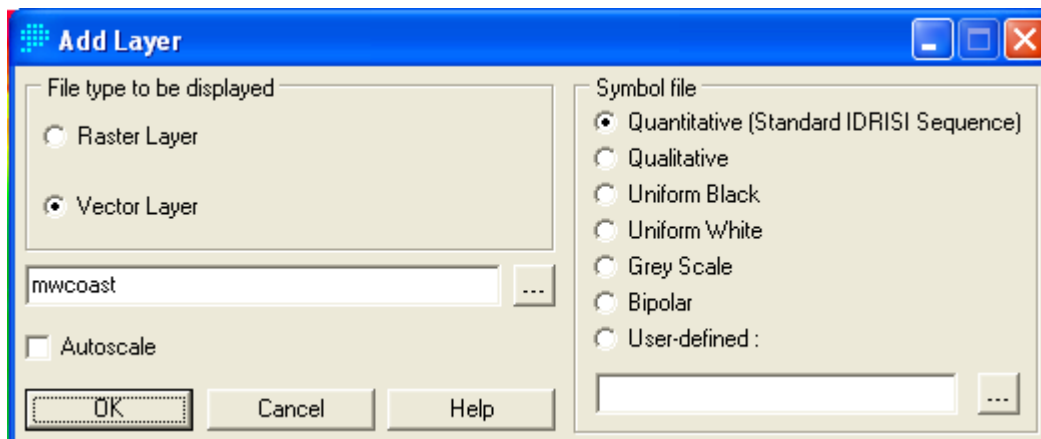


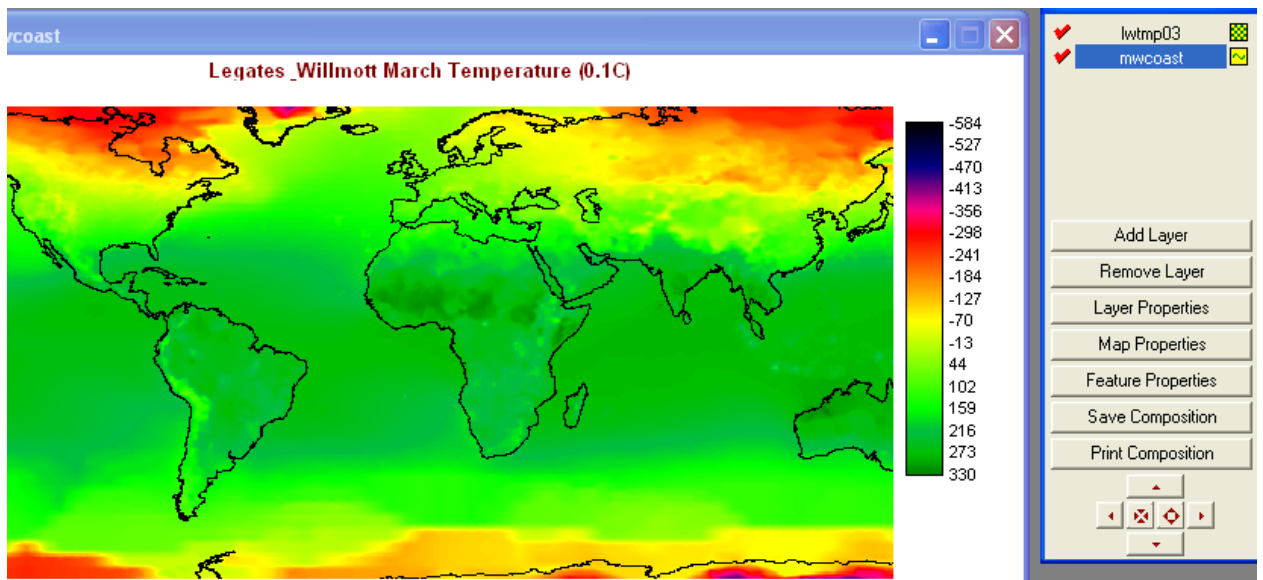


На данной панели указаны характеристики растра.

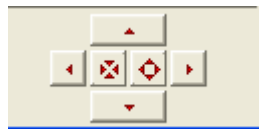
Добавление векторных данных Vector Layer

Composer → Add Lazer → Vector Layer





Для работы с картой



Навигация – направо и налево вверх и вниз.

 - *zoom in - приближение к земле увеличение*
И наоборот

Integer /10 лях экономики не используются вещественные числа

Сделать задания по первому уроку

Задание

По электронным климатическим картам выделить территории основных типов мировых растительных сообществ (в основном по Бергу, 1938)

Цель: получить первые навыки работы с ГИС. Освоить модули 'reclass', 'overlay', 'image calculator'. Составление макросов.

Soft: Idrisi.

Материалы: мировые электронные карты температур и осадков (месячный шаг)

Группа 1: 1) тундра - ср. температура самого теплого месяца от 0 до 10 градусов; 2) хвойная тайга - ср. температура самого теплого месяца от 10 до 20 градусов, сумма осадков за год – 300-600мм; 4) листопадные леса умеренной зоны - ср. температура самого теплого месяца от 10 до 22 градусов, сумма осадков за год – 500-1000мм; 3) зона смешанных лесов там, где зона 2 и 4 перекрываются; 5) степи - температура летних месяцев 20-24 градуса, сумма осадков 200-500мм.

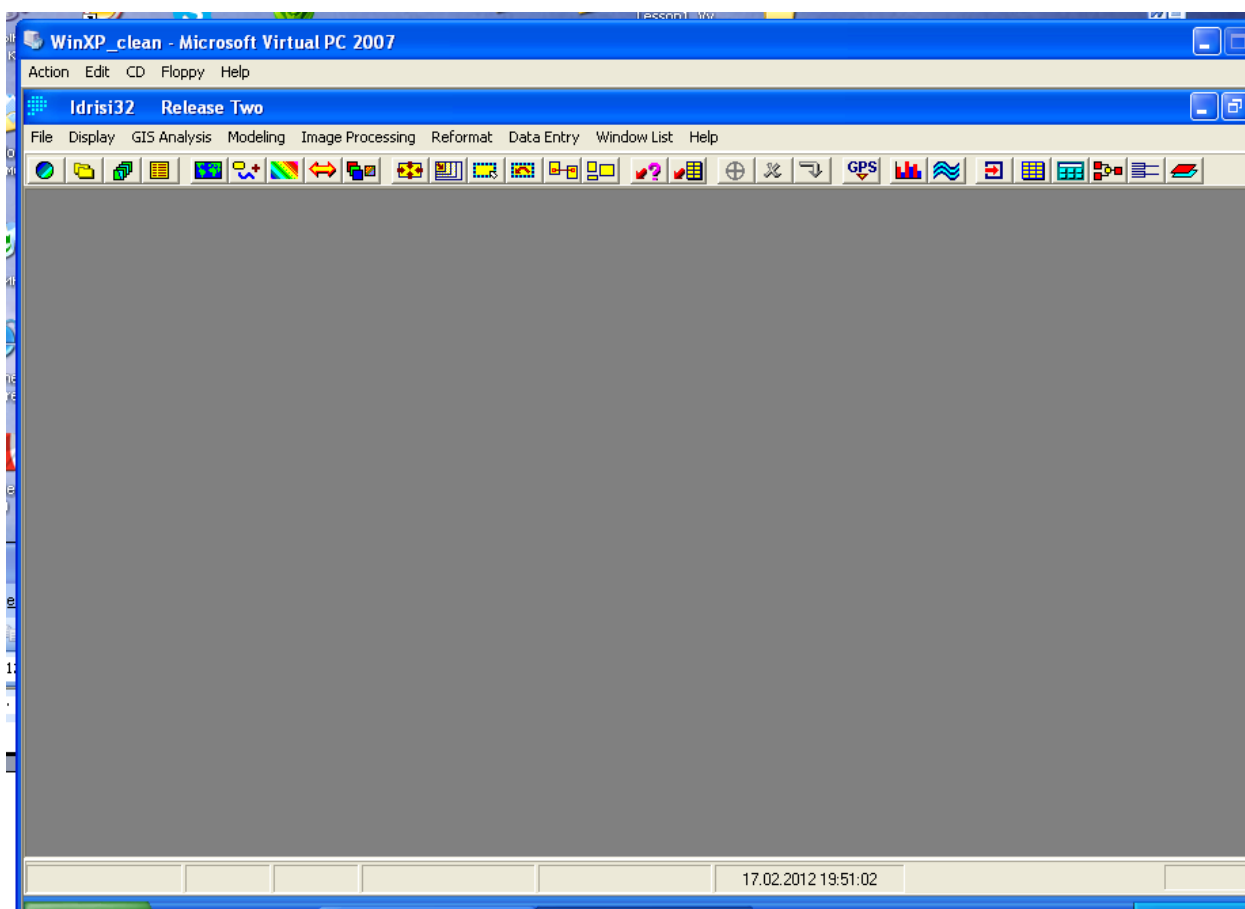
Группа 2: 6) пустыни умеренного пояса - осадков меньше 250мм, средняя температура самого холодного месяца меньше 2 градусов, самого теплого + 24-32 градуса; 7) влажные субтропические леса - температура самого холодного месяца выше 2 градусов, годовая сумма осадков более 1000мм; 8) средиземноморский климат - осадки 300-1000мм в год, температура самого холодного месяца от 0 до 15 градусов, самый теплый 22-28 градусов.

Группа 3: 9) субтропические пустыни - температура самого холодного месяца выше 10 градусов, сумма осадков меньше 250мм; 10) саванны - температура самого теплого месяца выше 25 градусов, самого холодного выше 15 градусов; осадки 500-2000мм в год; 11) влажные тропические леса - температура самого холодного месяца выше 18 градусов, количество осадков больше 1500мм в год.

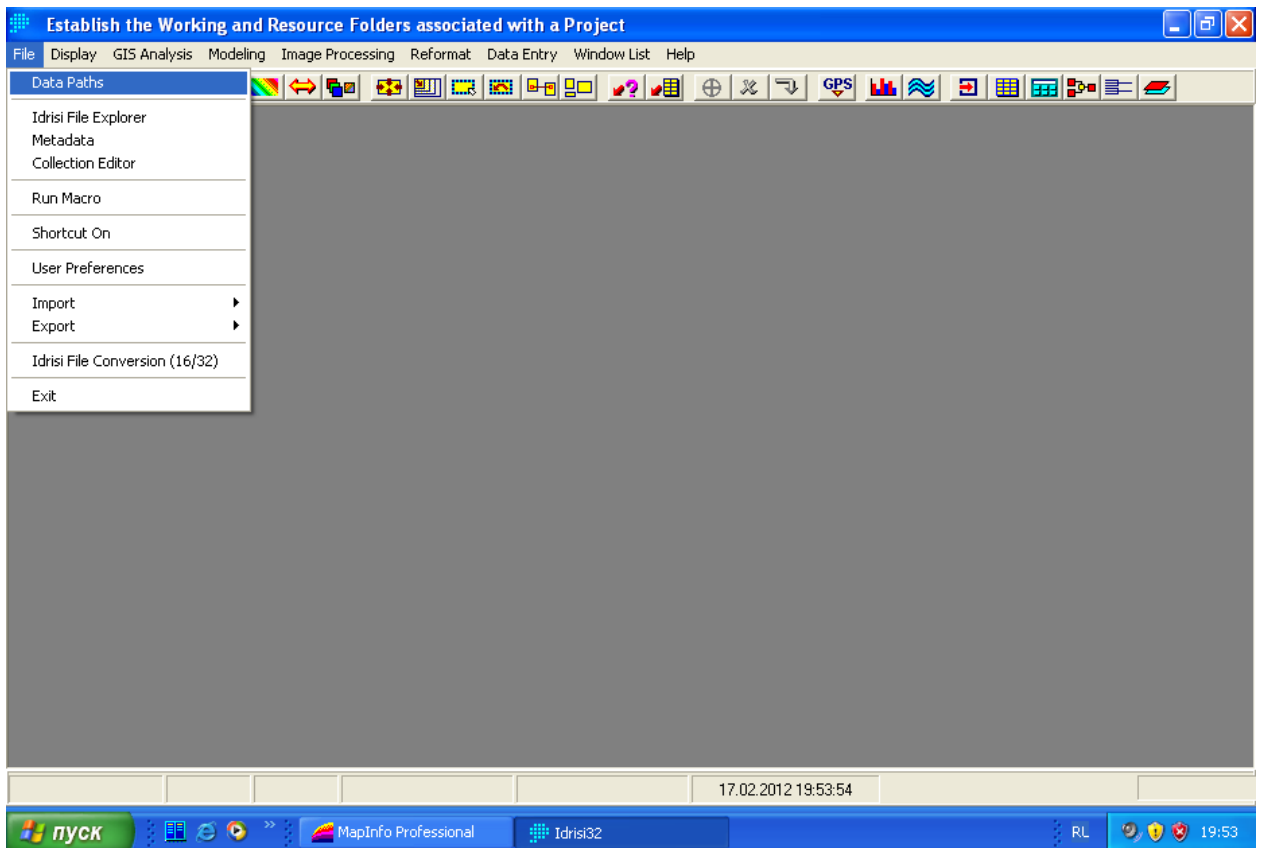
Тундра

1) *тундра - ср. температура самого теплого месяца от 0 до 10°C;*

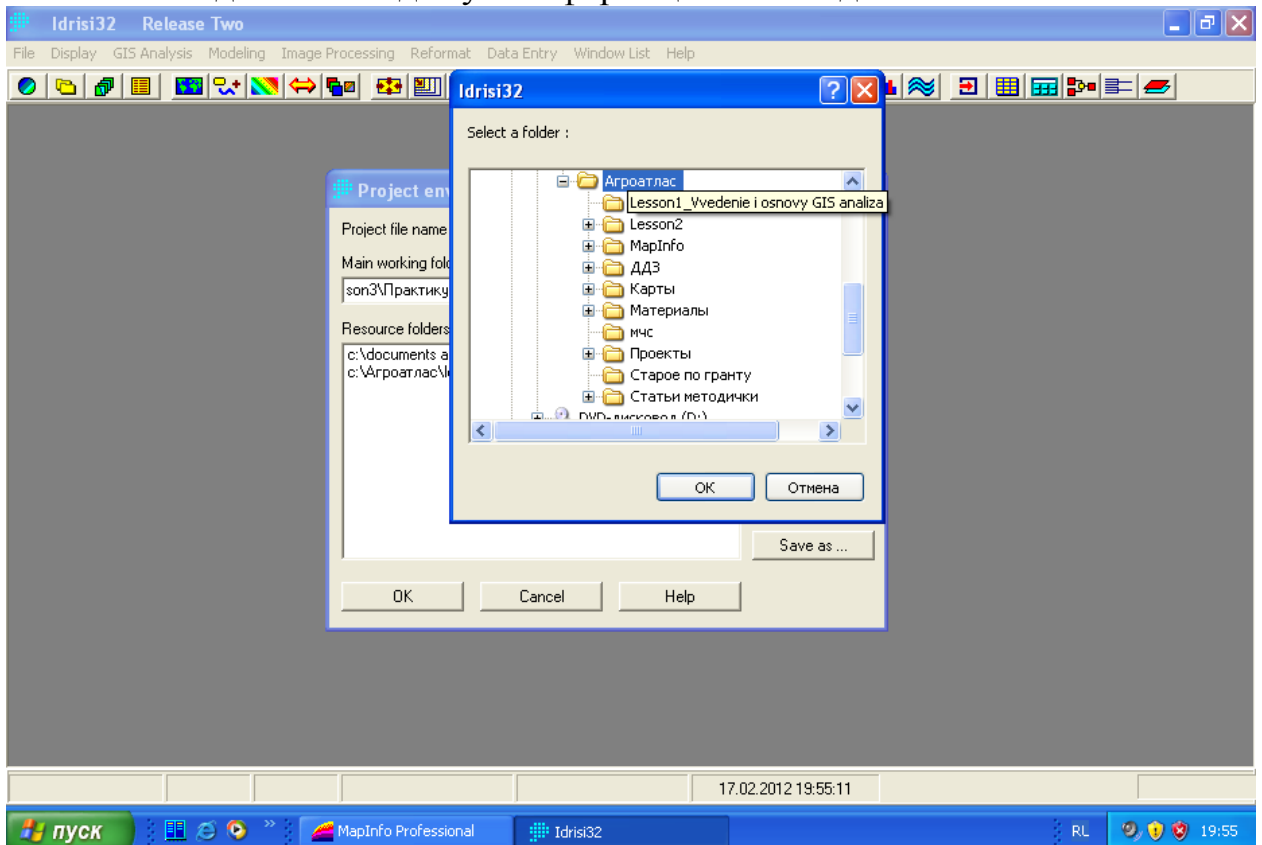
1 - Открываем ПО Idrisi.



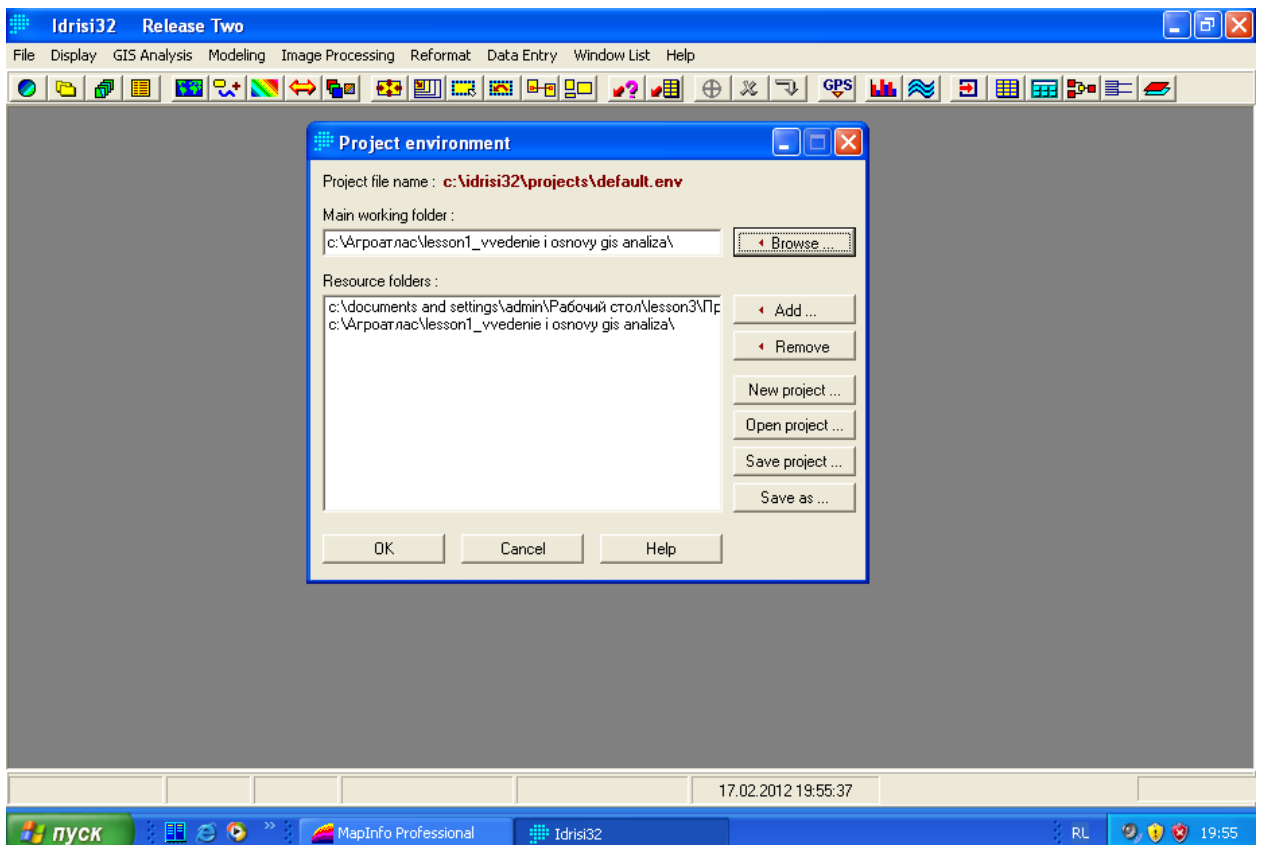
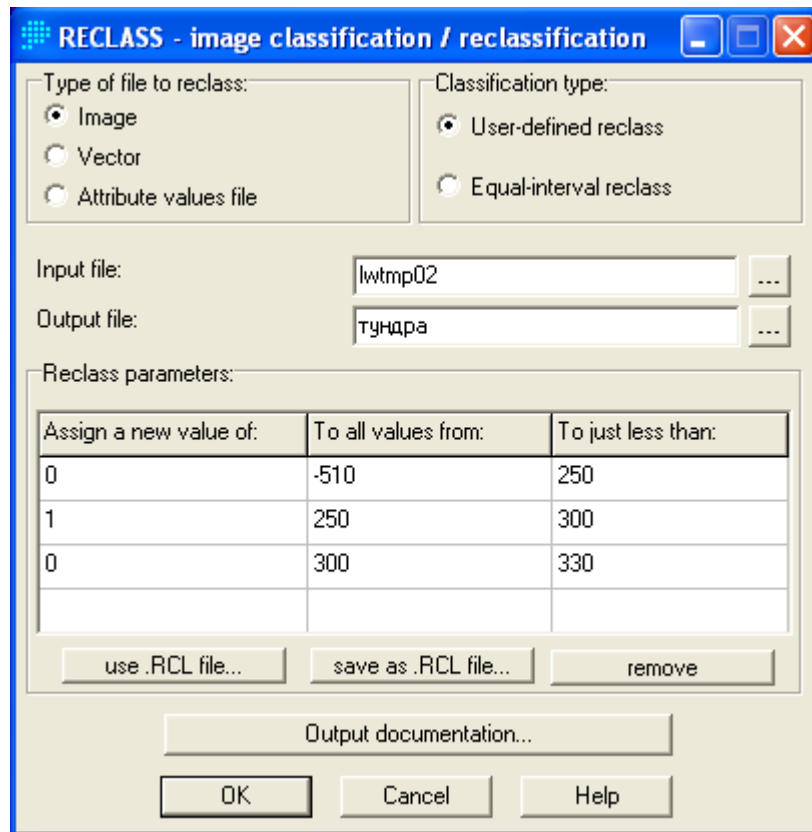
2 - Указываем путь к растрам: File → Data Paths



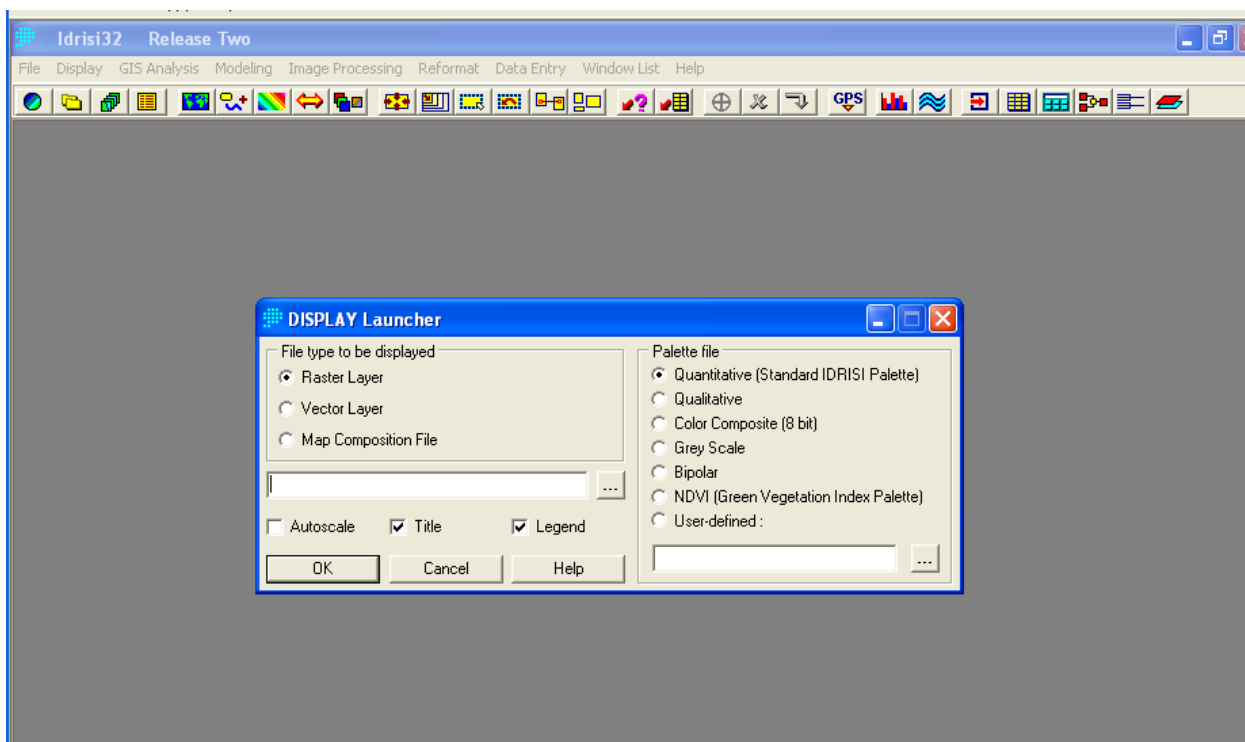
3 – Находим необходимую информацию в базе данных



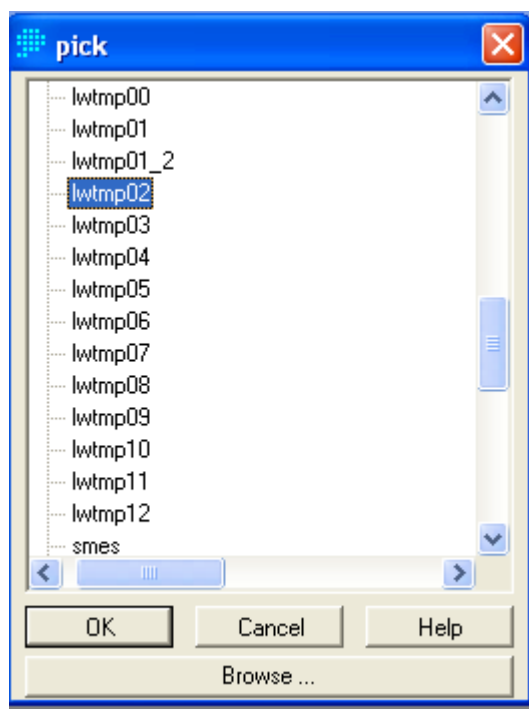
4 - Производим реклассификацию. Эта операция необходима для определения области от min до max.



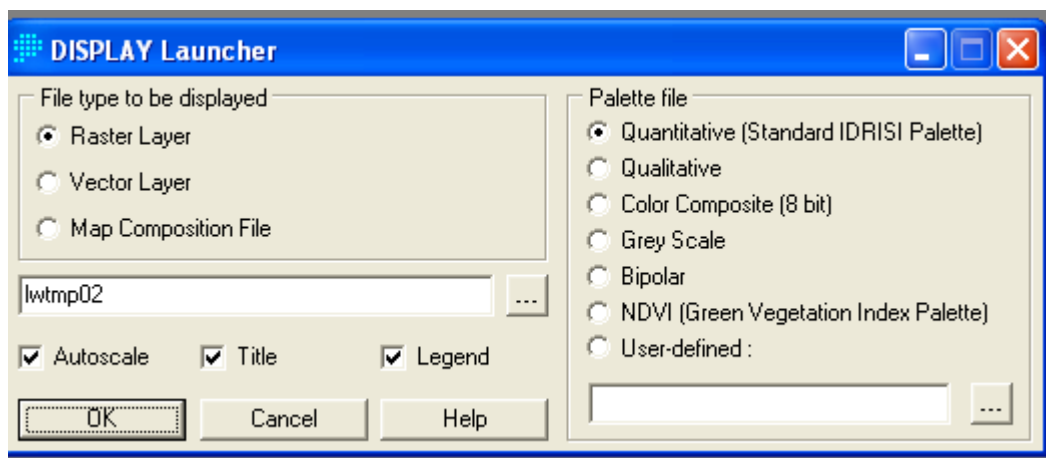
5 - Открываем монитор \



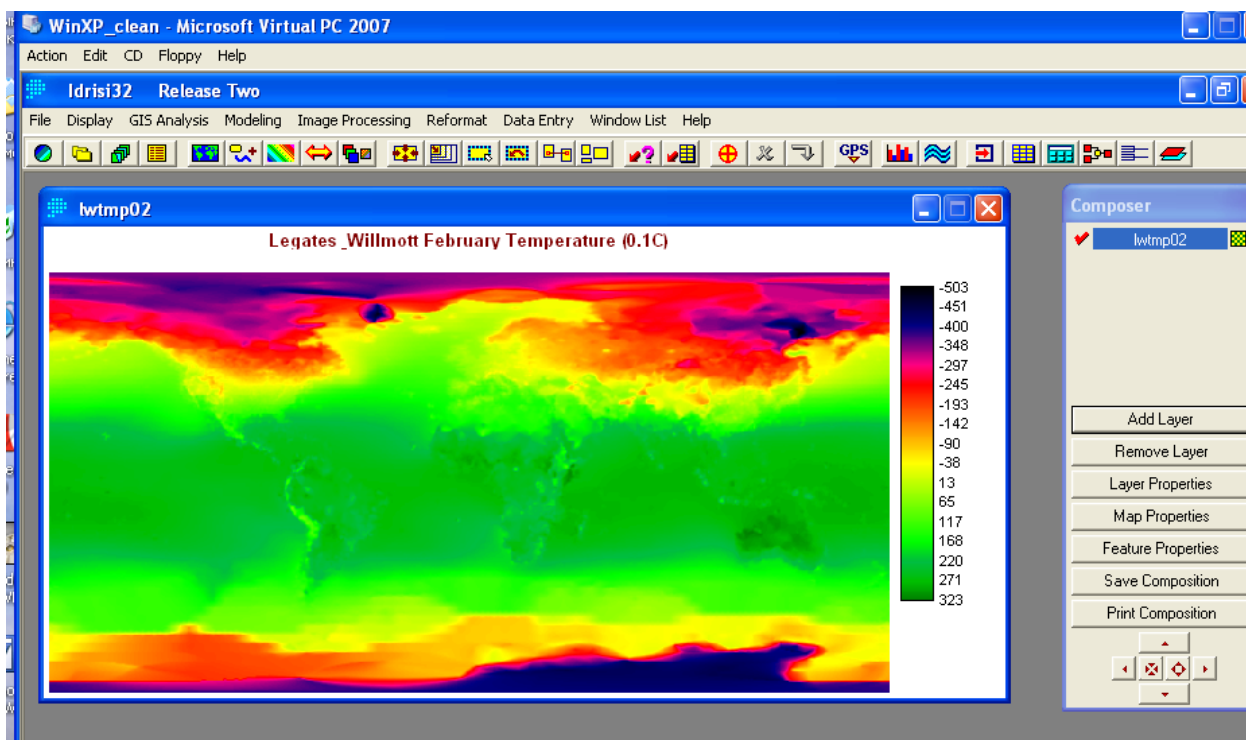
6 - Открываем окошко с данными температур за февраль



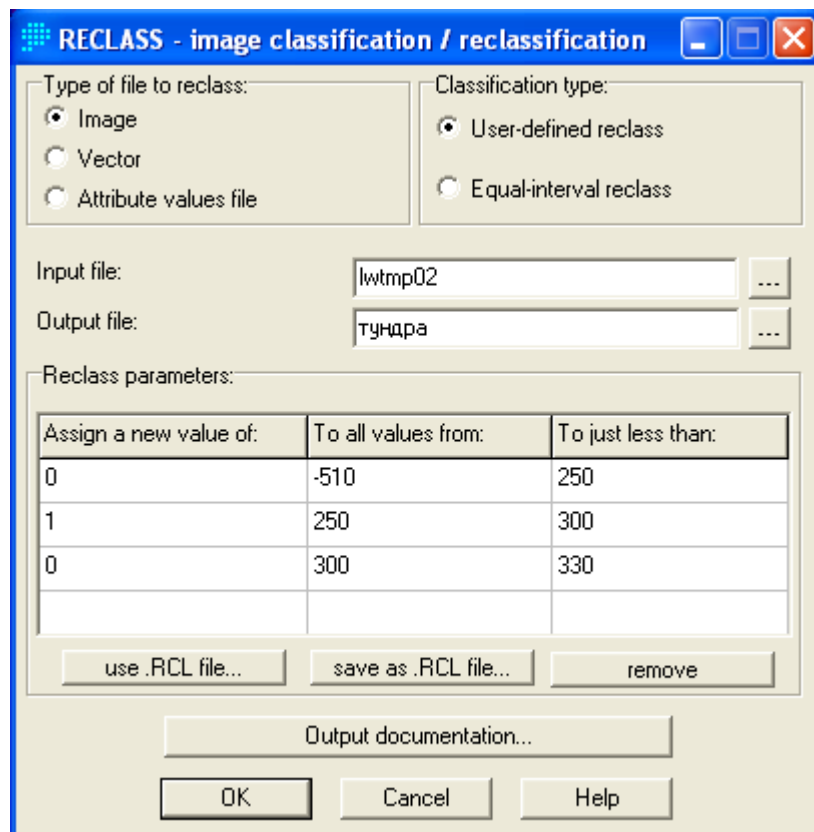
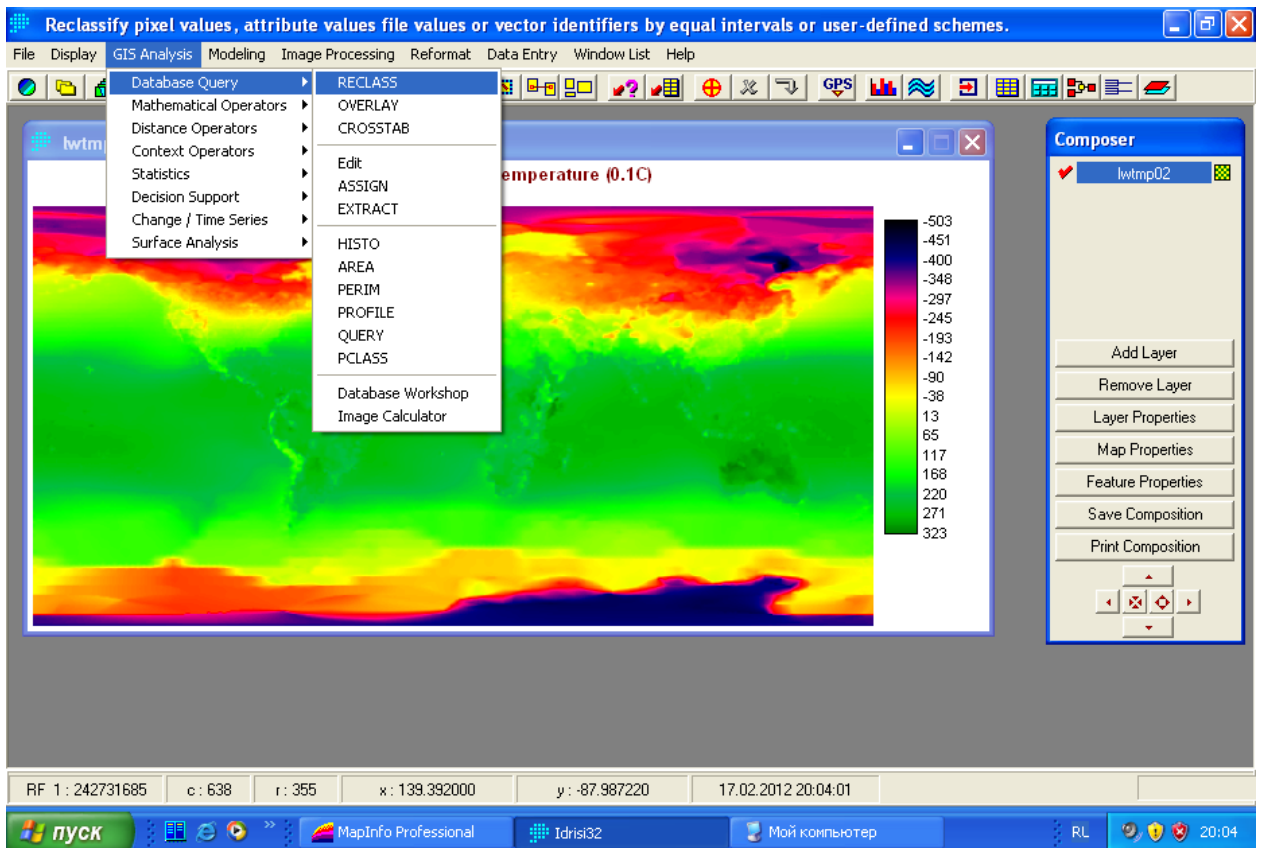
7 - Открываем дисплей и обозначаем растровый слой точкой, в графе указываем файл с интересующей нас температурой (в данном случае lwtmp02, т. е. температура за февраль месяц) .



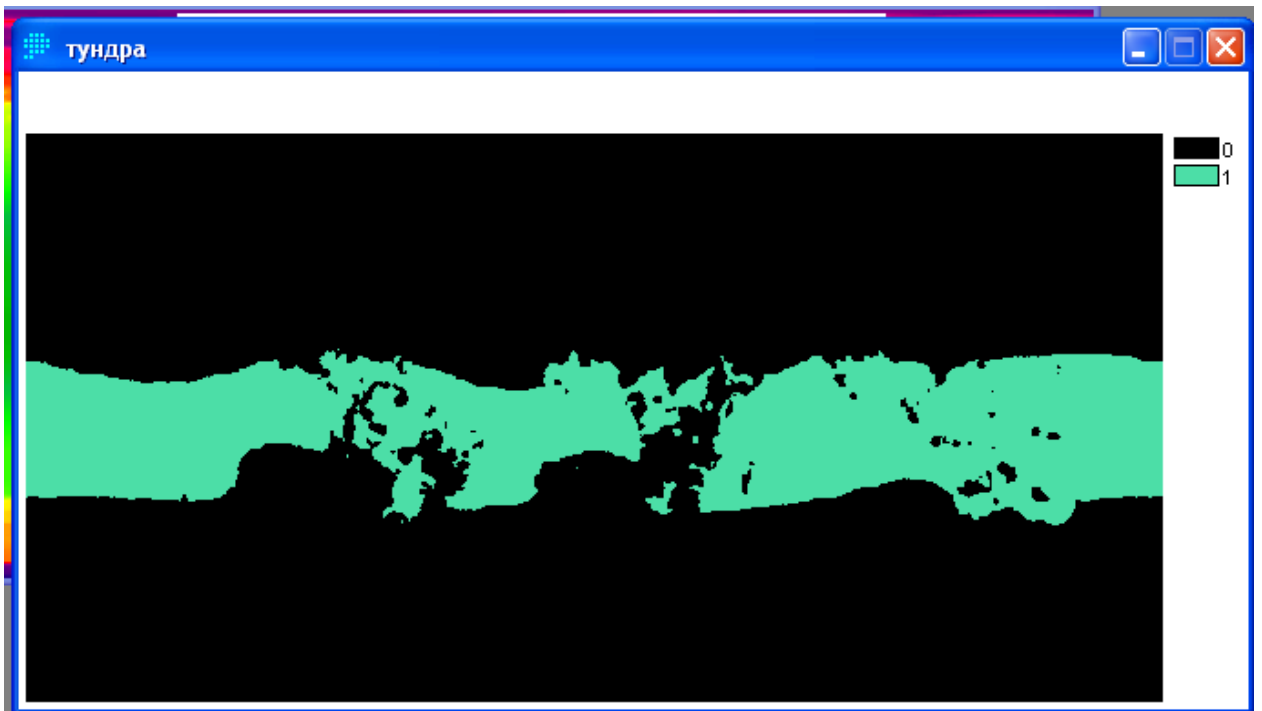
8 - Открывается растровая карта температур за февраль месяц (выбранная нами)



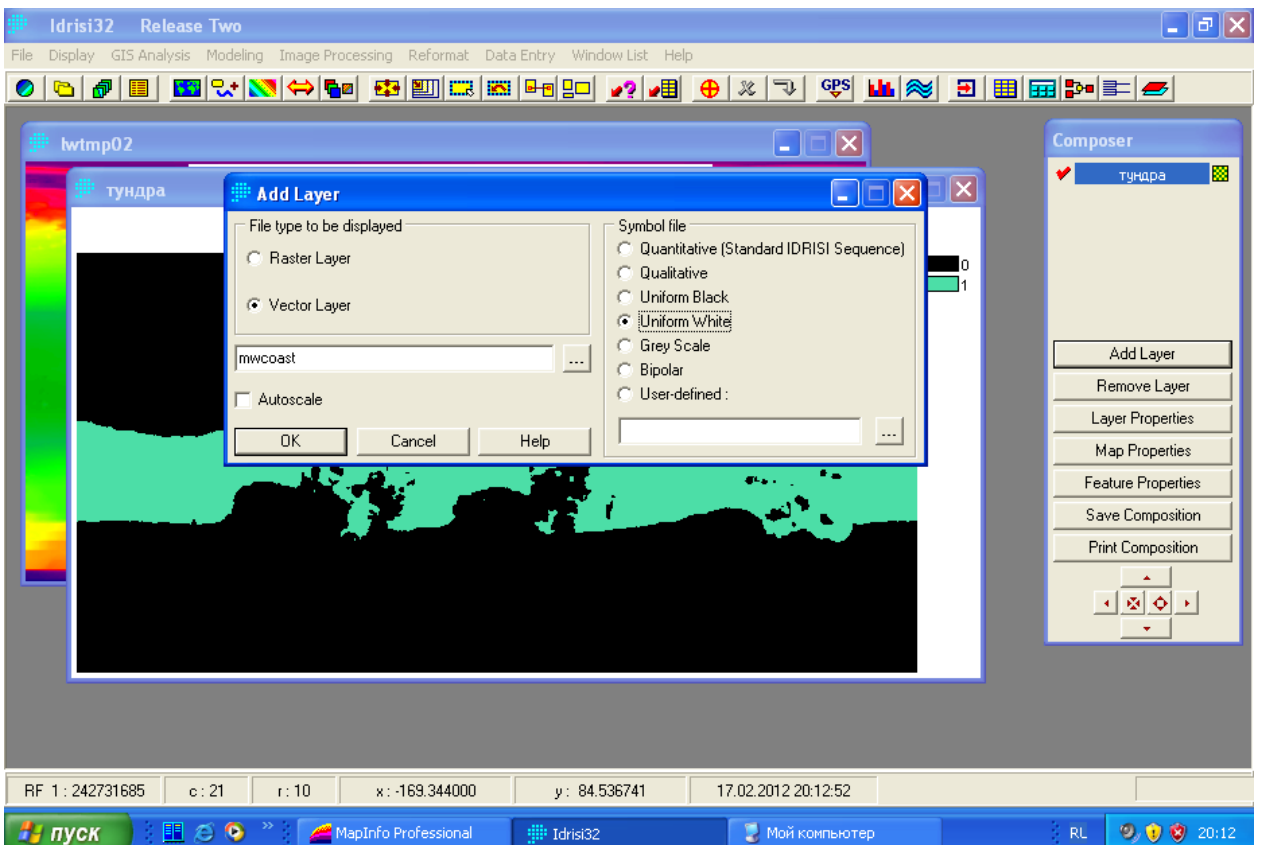
9 - Делаем реклассификацию по указанной ниже схеме.



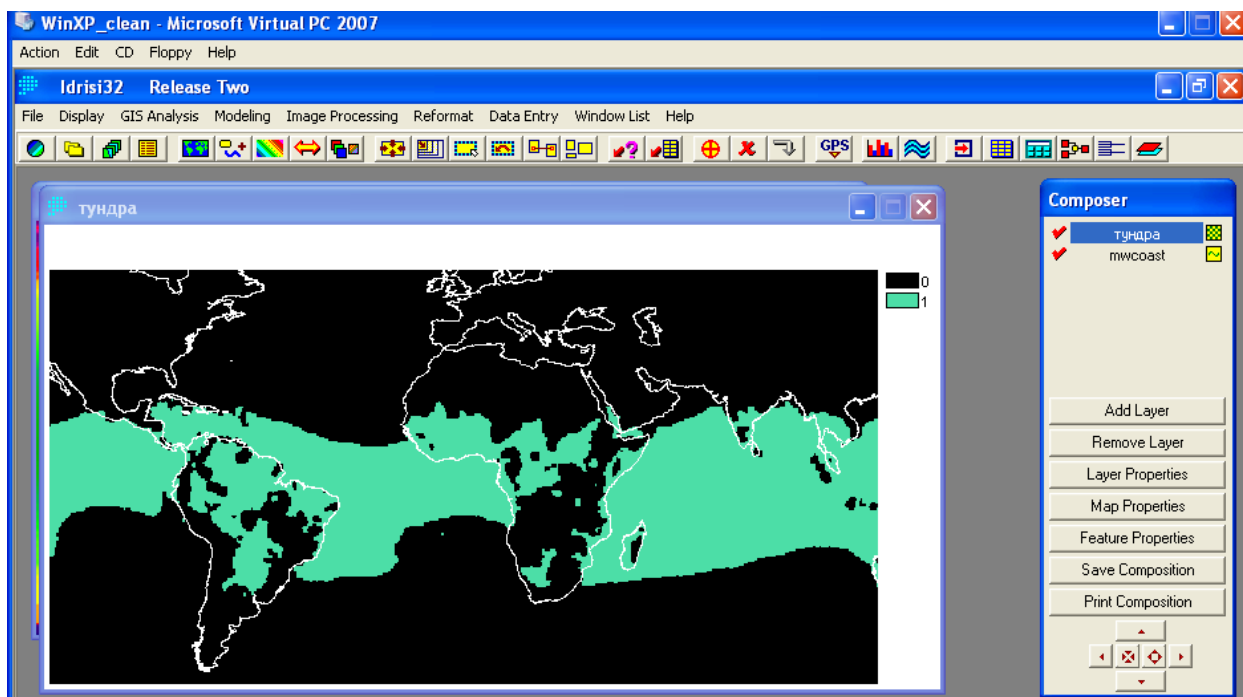
В данном случае температура умножена на 10.



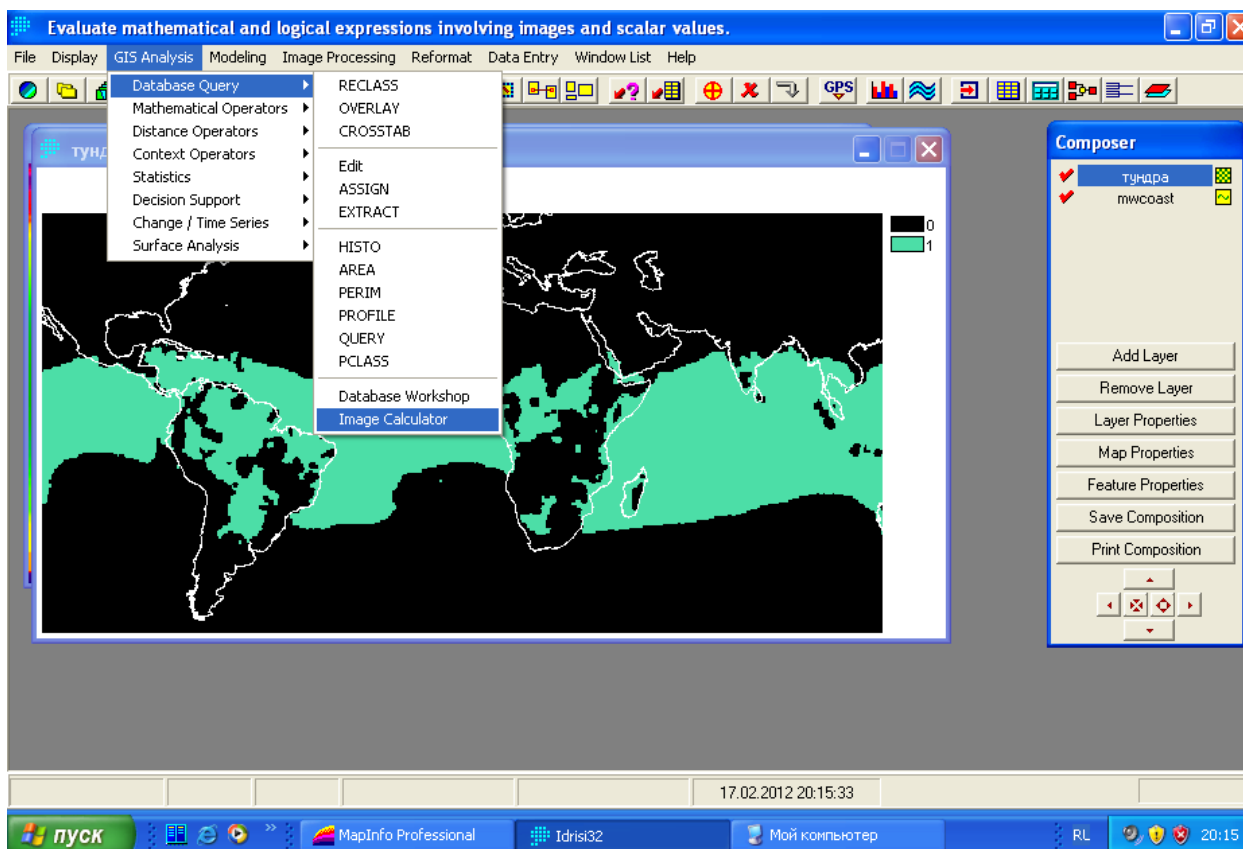
10 - Накладываем векторные границы побережья



11 - Делаем контуры белым цветом для удобства

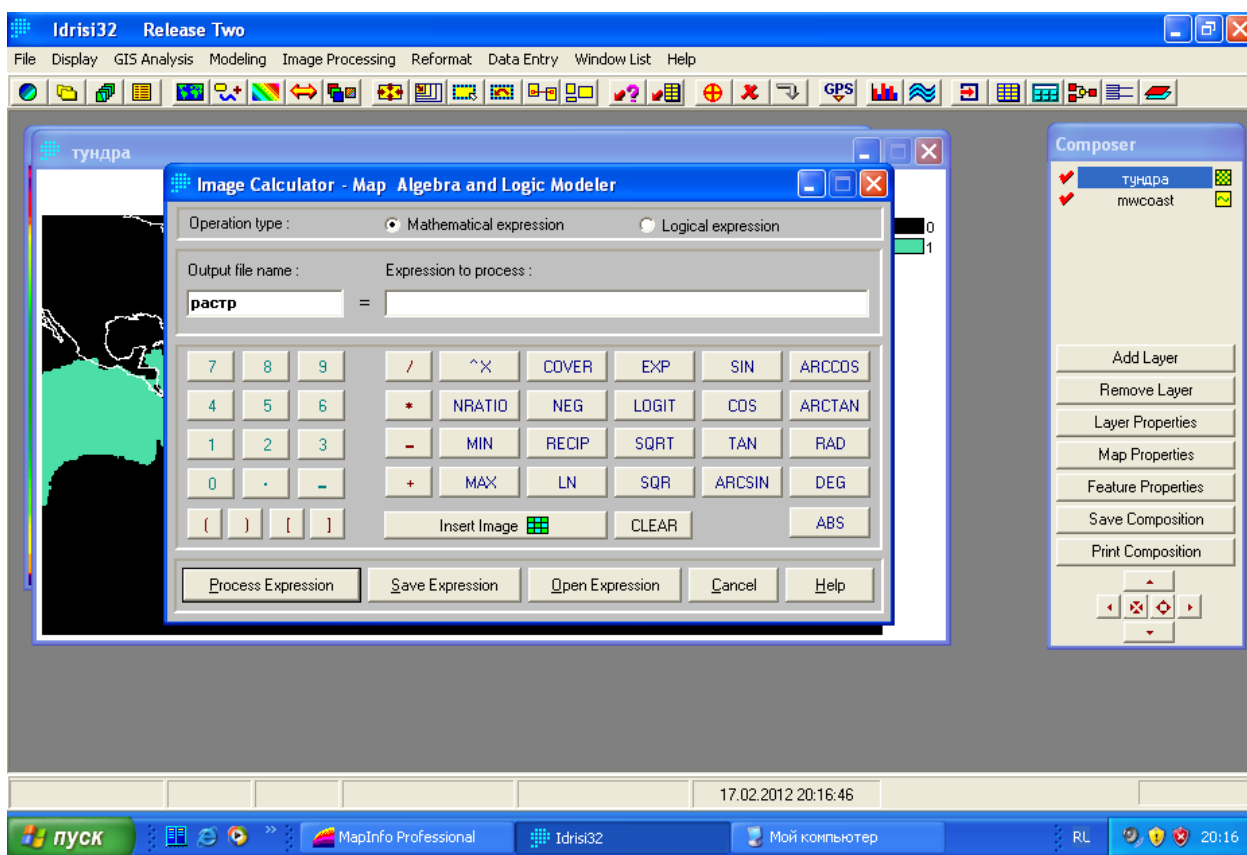


12 - Остальные делаем аналогично. Отдельно по температурам и отдельно по осадкам и затем перемножаем с помощью калькулятора по указанной ниже схеме: GIS Analysis → Database Query → Image Calculator.



Insert Image  - обозначаем растры

Так выглядит калькулятор, на котором можно выполнять различные математические вычисления.



12 - Перемножаем или делаем другие операции

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Визуализация в ГИС.

Визуальный анализ. Возможности оформления карт.

Визуальный анализ карт и композиций позволяет проследить пространственную динамику объектов, выявить некоторые связи между пространственным положением объектов и их свойствами, оценить выявленные закономерности в качественных показателях.

В плане возможностей и удобств визуального анализа геоинформационные технологии имеют большие преимущества перед традиционными картами:

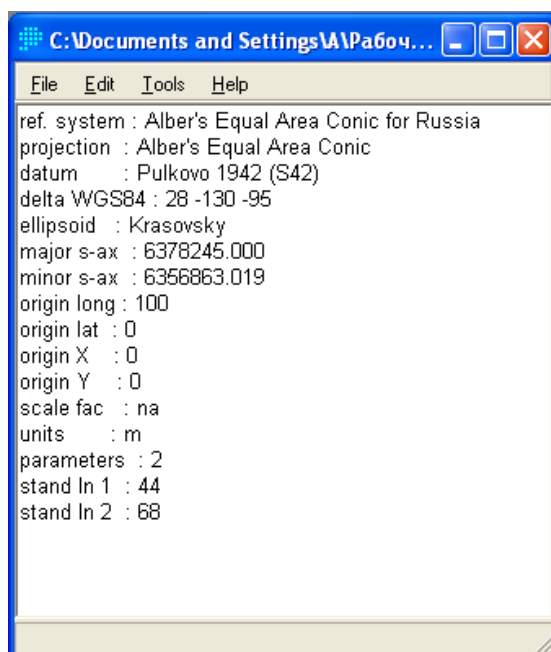
- возможность произвольного композиционирования слоев;
- неограниченные возможности использования цветовых палитр, штриховок, значков и прочих средств для представления данных;

- управление свойствами наложения – прозрачности, выбор между растровыми и векторными моделями, возможность выбора примитивов для представления объектов (точка, линии, полигоны...);
- трансформации проекций и масштабов;
- нетрадиционное представление: анимация, 3D...

Показать возможности изменения знаков и палитр в Idrisi.

Возможности показа точек, линий, полигонов, растров. Особое внимание нужно уделить технологии и логике представления растровой палитры.

Примечание. Работаем с картами, проекции которых нет в Idrisi. ref файлы и принципы их действия:



При переводе точек городов взять векторный слой в проекции latlong (city.vct) – показать как перевести его в проекцию alberrus (модуль Projection).

Примеры визуального анализа:

Выявление лимитирующих факторов (соответствие границ ареалов изолиниям факторов)

- Изначально взять ареал в виде растра – растр накрывает экологическую карту, - визуальный анализ в таком виде невозможен. Возникает задача прозрачностей или перевода растра в вектор. Показать возможности перевода растра в вектор и обратно (инструменты Raster/Vector conversion).

- показать как преобразовывать поле значений в изолинии (модуль Contour в Idrisi)

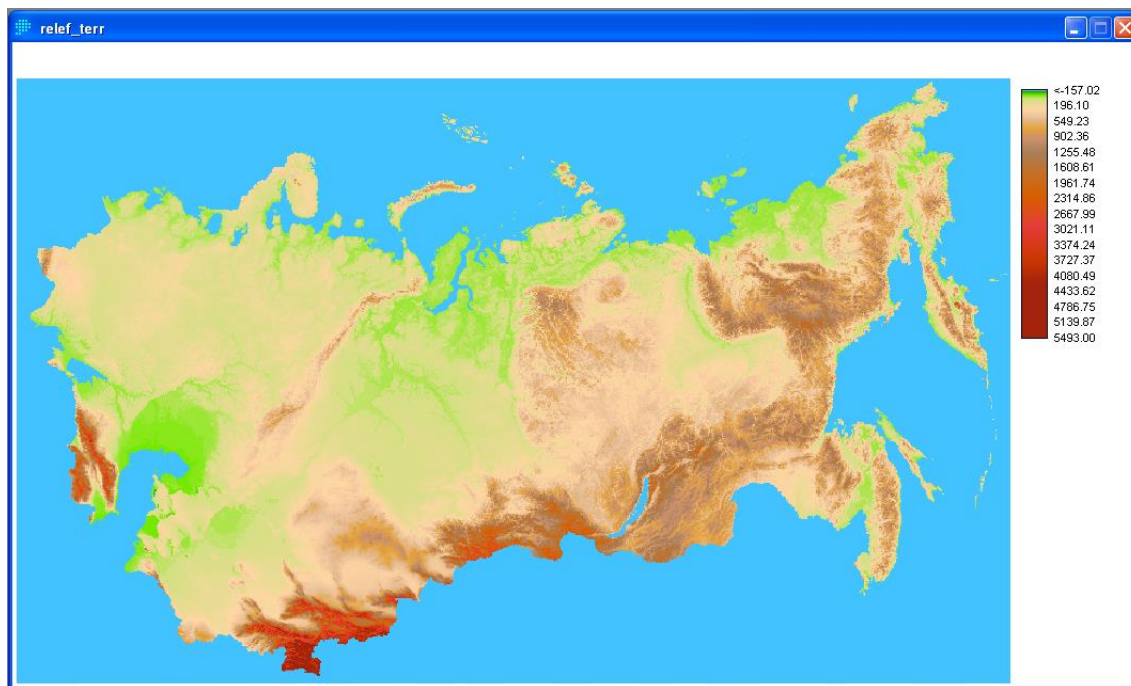
Работа с инструментом Query.

Вопросы студентам: как показать реки линиями разной толщины в зависимости от их полноводности, точки городов разного размера в зависимости от численности населения...

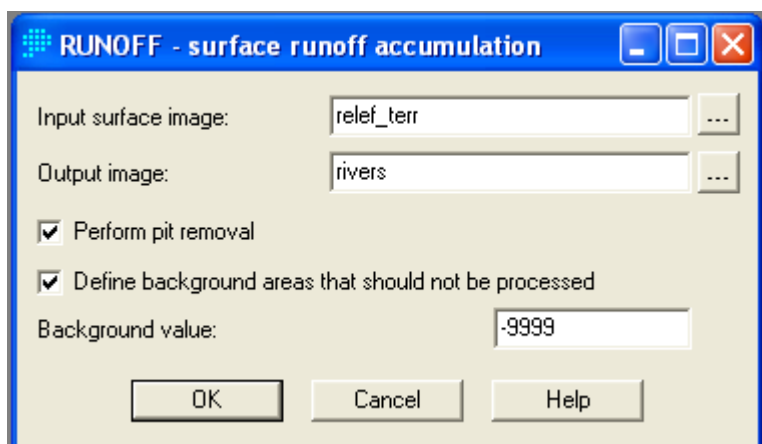
Другие возможности визуального анализа в ГИС: Мультимедия (анимация карт) – частный случай поиск изменений по «мерцающим» слоям карты... Возможности 3d композиций...

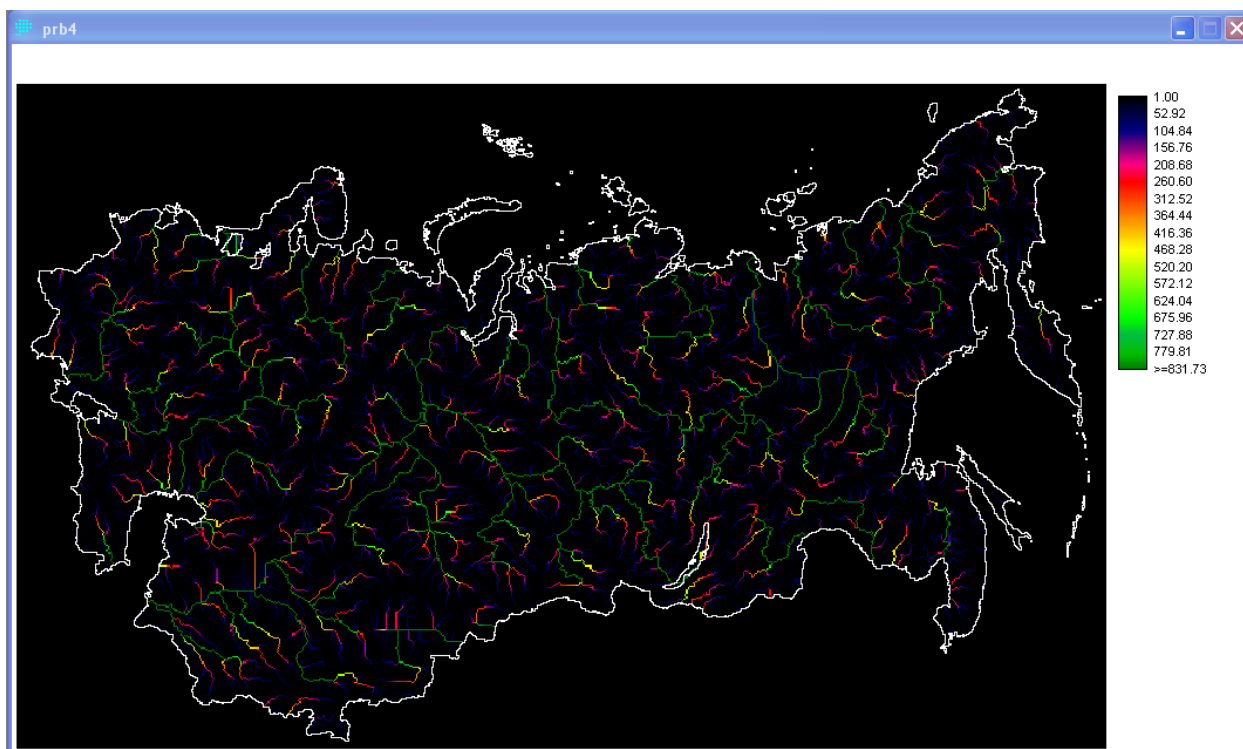
Составление слоя рек по ЦМР.

Берем слой ЦМР и с помощью модуля RUNOFF строим модель стекания воды с поверхности ЦМР.



GIS Analysis → Surface Analysis → Feature Extraction → RUNOFF





Реклассификация рек по классам полноводности. Перевод в векторный формат – *Raster* → *Vector conversion*. К сожалению, при конвертации растровых линий в векторный формат в Idrisi нумерация линий меняется, поэтому, если мы хотим толщиной линии выразить полноводность рек в векторном виде, их придется представлять отдельными слоями – простого способа перевода растровых линий в векторные с сохранением информации о количественных значениях в Idrisi нет.

ЗАДАНИЕ

Имеется: растр ЦМР на территорию бывшего СССР

Программное обеспечение: Idrisi

Составить композицию слоев (карту) на данной территории, с представлением ЦМР в стандартной палитре: а) гидрографии (по ЦМР представить реки по 3 классам полноводности); б) точечного слоя городов (размер точки соответствует численности населения).

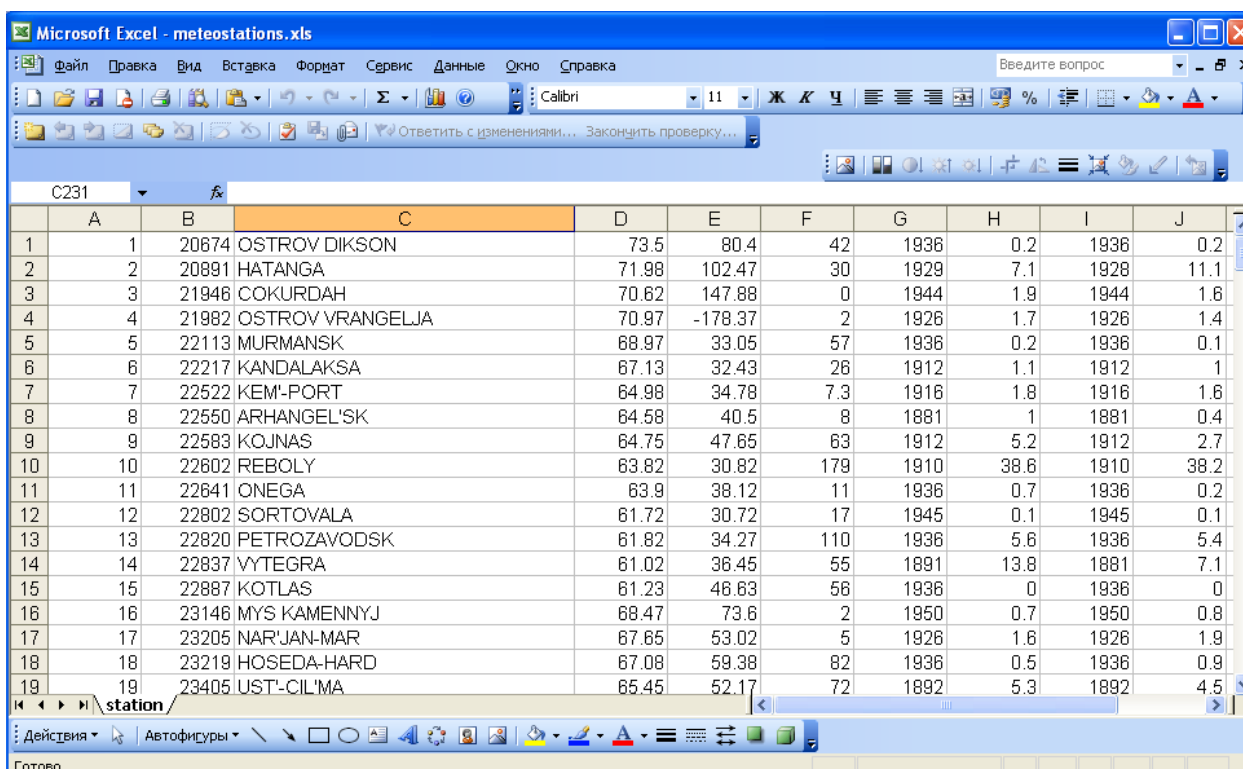
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Ввод данных в ГИС, Ввод точек с известными координатами в ГИС.

ЗАДАЧА 1

Нанесение расчетных точек из ТП с координатами на карту с помощью ПО Idrisi.

1- есть числовые данные в ТП с координатами (долгота и широта). В папке заданий Lesson 3 → Практикум 2в → из Excel.



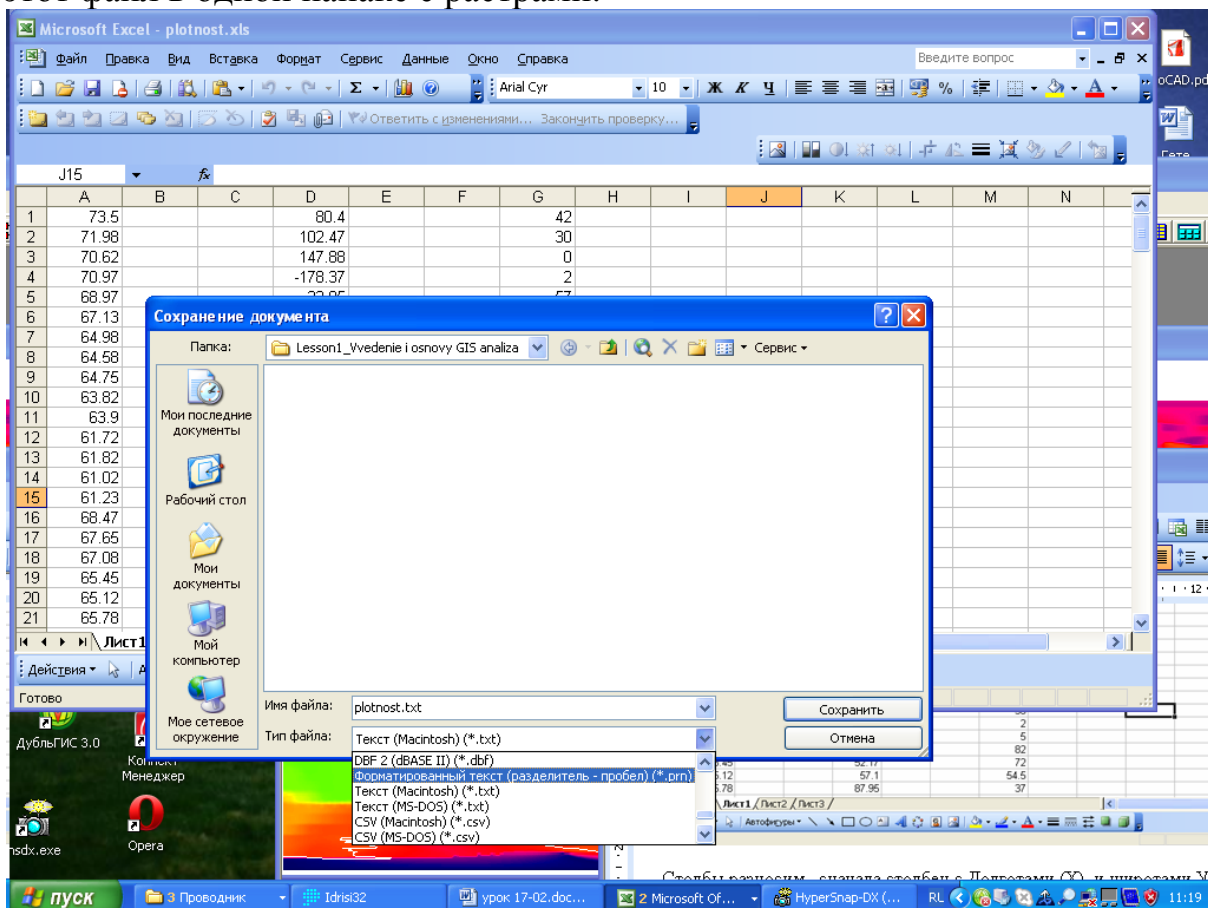
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "meteostations.xls". The spreadsheet contains a table with 19 rows of data. The columns are labeled A through J. The data includes station numbers, names, and various numerical values.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	20674	OSTROV DIKSON	73.5	80.4	42	1936	0.2	1936	0.2
2	2	20891	HATANGA	71.98	102.47	30	1929	7.1	1928	11.1
3	3	21946	COKURDAH	70.62	147.88	0	1944	1.9	1944	1.6
4	4	21982	OSTROV VRANGELJA	70.97	-178.37	2	1926	1.7	1926	1.4
5	5	22113	MURMANSK	68.97	33.05	57	1936	0.2	1936	0.1
6	6	22217	KANDALAKSA	67.13	32.43	26	1912	1.1	1912	1
7	7	22522	KEM'-PORT	64.98	34.78	7.3	1916	1.8	1916	1.6
8	8	22550	ARHANGEL'SK	64.58	40.5	8	1881	1	1881	0.4
9	9	22583	KOJNAS	64.75	47.65	63	1912	5.2	1912	2.7
10	10	22602	REBOLY	63.82	30.82	179	1910	38.6	1910	38.2
11	11	22641	ONEGA	63.9	38.12	11	1936	0.7	1936	0.2
12	12	22802	SORTOVALA	61.72	30.72	17	1945	0.1	1945	0.1
13	13	22820	PETROZAVODSK	61.82	34.27	110	1936	5.6	1936	5.4
14	14	22837	VYTEGRA	61.02	36.45	55	1891	13.8	1881	7.1
15	15	22887	KOTLAS	61.23	46.63	56	1936	0	1936	0
16	16	23146	MYS KAMENNYJ	68.47	73.6	2	1950	0.7	1950	0.8
17	17	23205	NAR'JAN-MAR	67.65	53.02	5	1926	1.6	1926	1.9
18	18	23219	HOSEDA-HARD	67.08	59.38	82	1936	0.5	1936	0.9
19	19	23405	UST'-CIL'MA	65.45	52.17	72	1892	5.3	1892	4.5

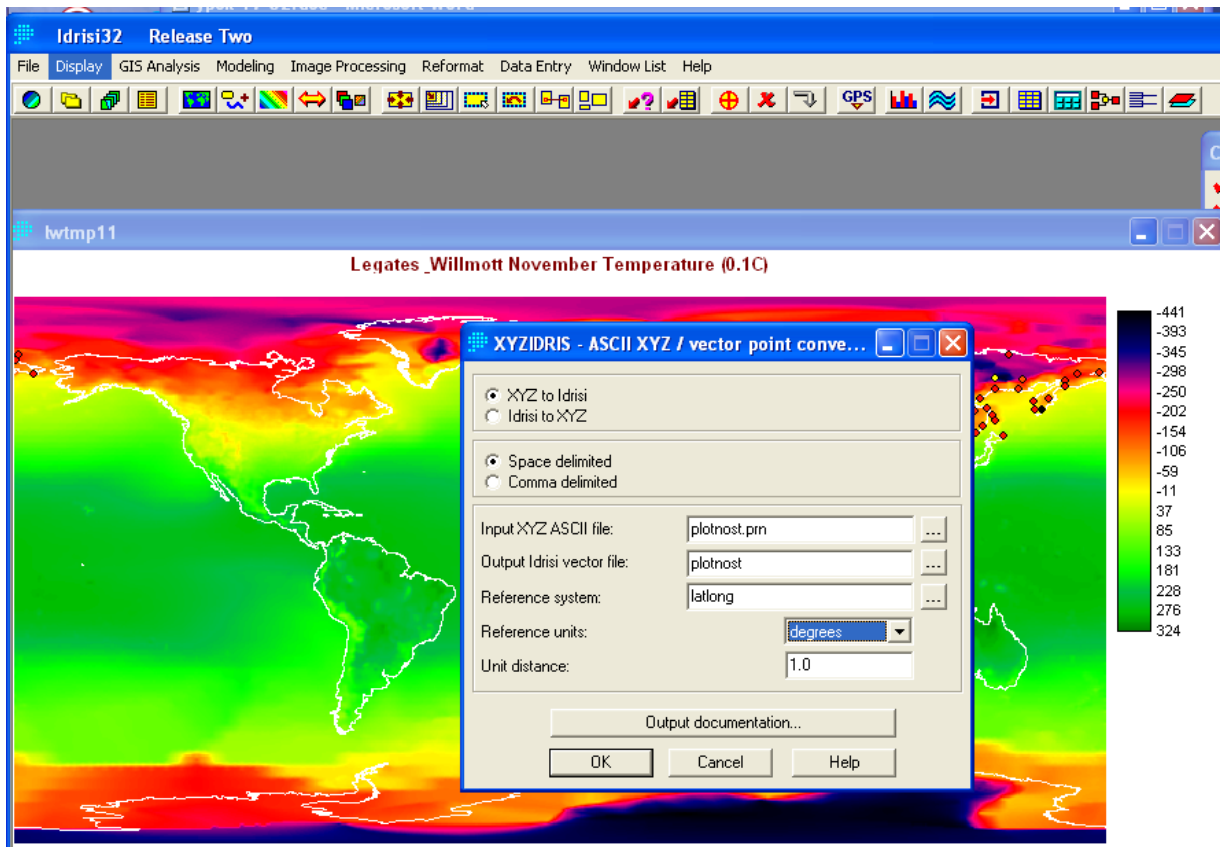
2 - взять данные (сначала долгота X – до 180°, потом широта Y до 90°). Все значения занести в столбик через промежуток (через 1 столбик).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	73.5			80.4			42							
2	71.98			102.47			30							
3	70.62			147.88			0							
4	70.97			-178.37			2							
5	68.97			33.05			57							
6	67.13			32.43			26							
7	64.98			34.78			7.3							
8	64.58			40.5			8							
9	64.75			47.65			63							
10	63.82			30.82			179							
11	63.9			38.12			11							
12	61.72			30.72			17							
13	61.82			34.27			110							
14	61.02			36.45			55							
15	61.23			46.63			56							
16	68.47			73.6			2							
17	67.65			53.02			5							
18	67.08			59.38			82							
19	65.45			52.17			72							
20	65.12			57.1			54.5							
21	65.78			87.95			37							

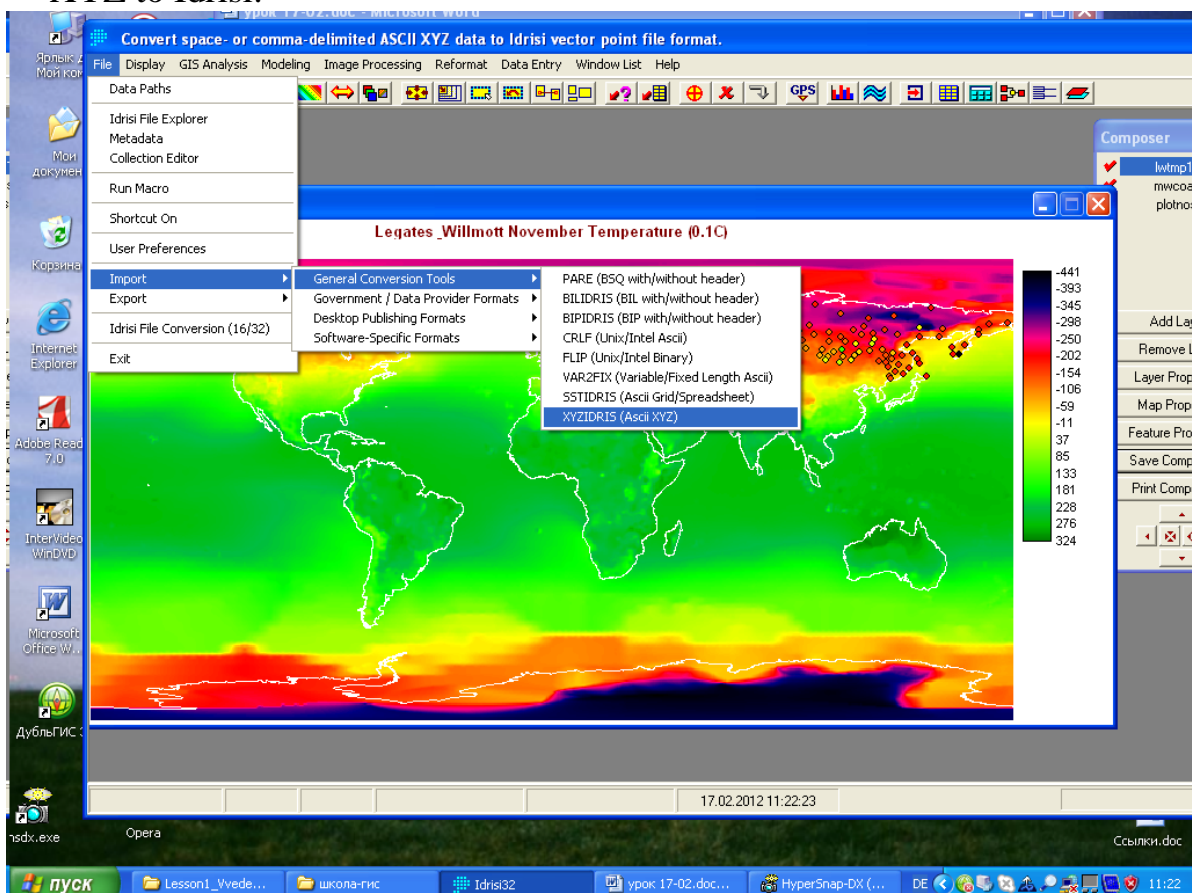
3 - Сохраняем «файл как» (другие форматы) → название файла. Сохраняем этот файл в одной папке с растрами.



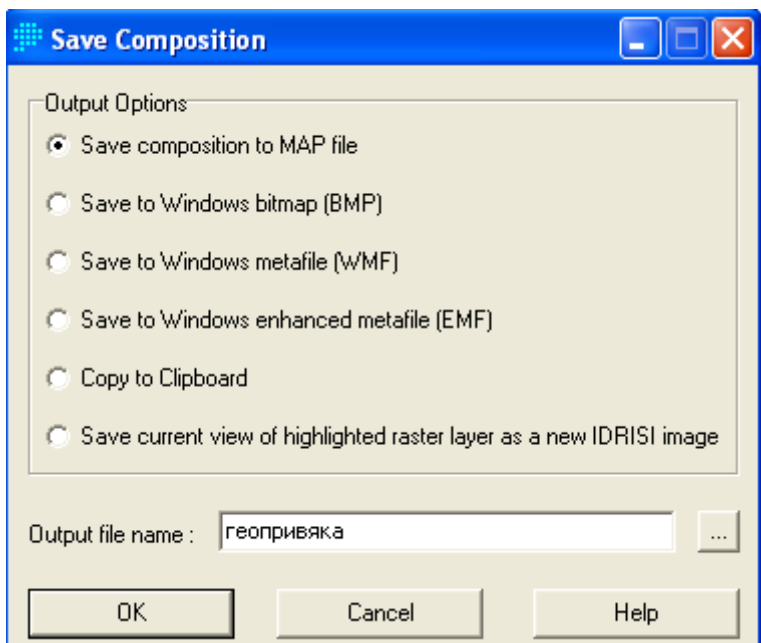
4 - Затем открываем Idrisi. Указываем путь к растрам и файлу.



5 - Производим операцию импорт: File → Import → General Conversion Tools → XYZ to Idrisi.

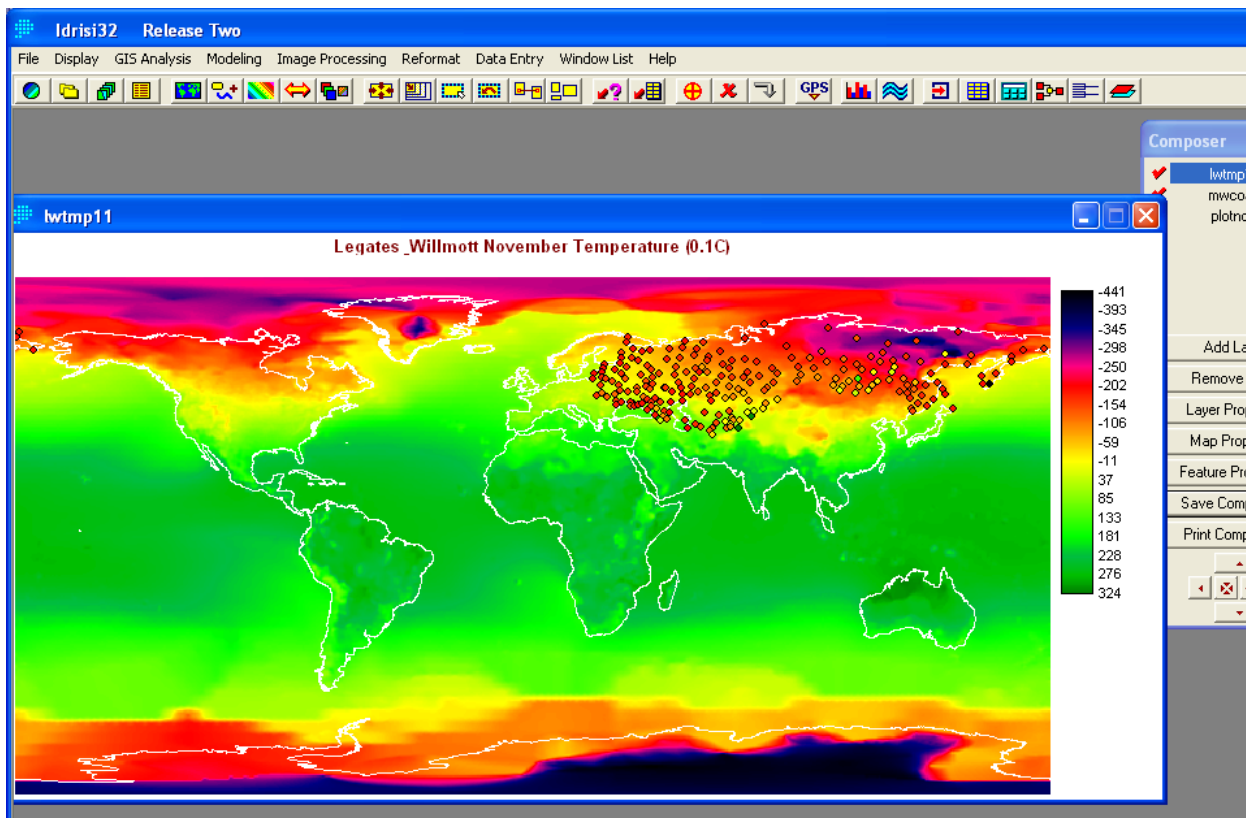


6 - Сохраняем композицию



7 – выполняем следующие действия:

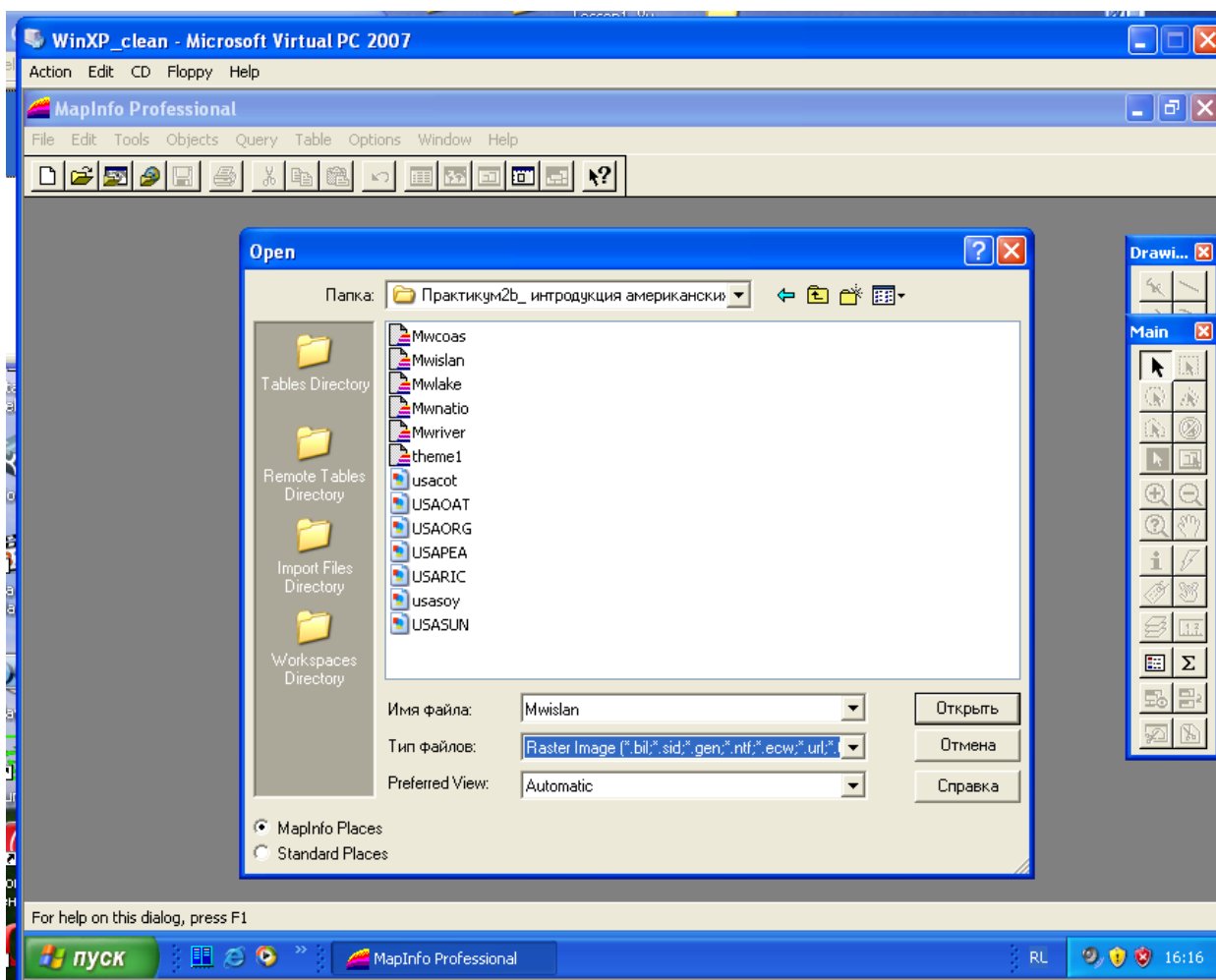
1. Открываем растр
2. Добавляем векторные данные
3. Добавляем слой с расчетными точками



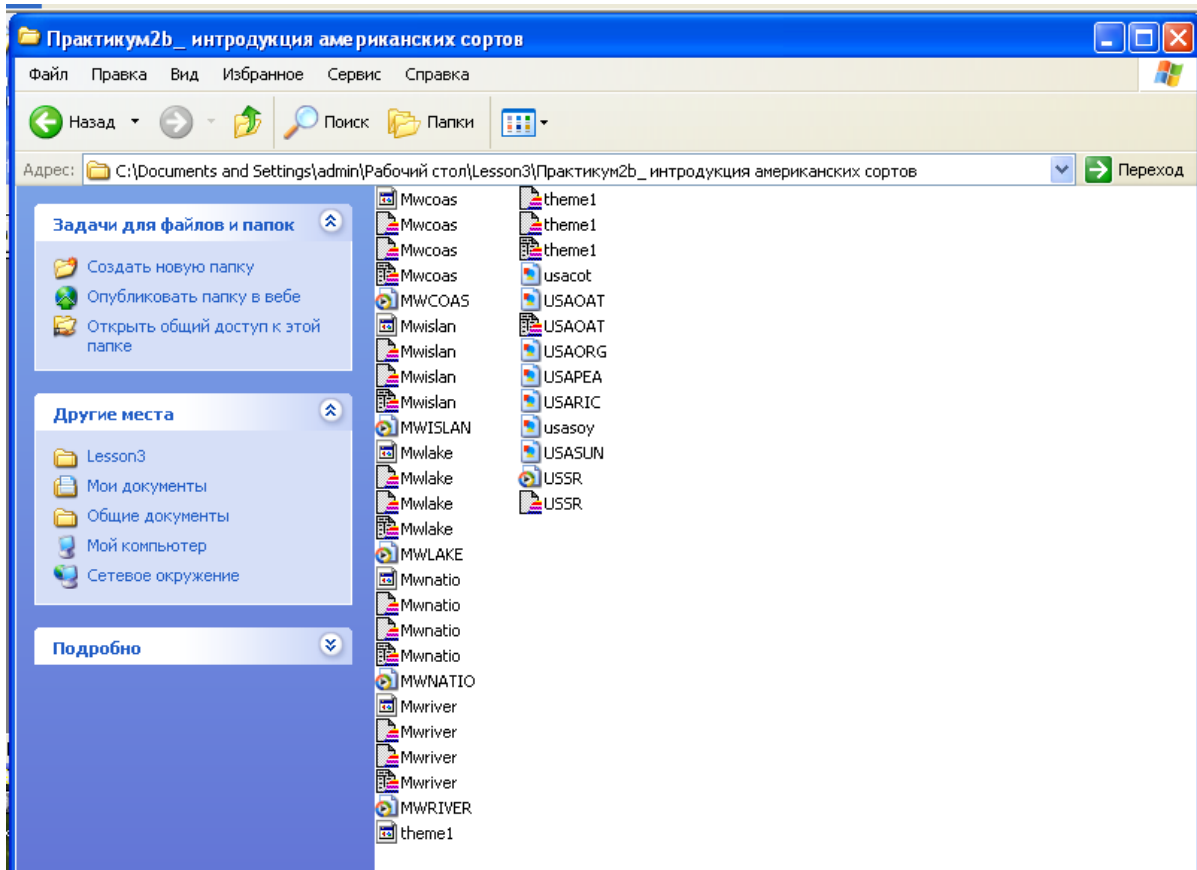
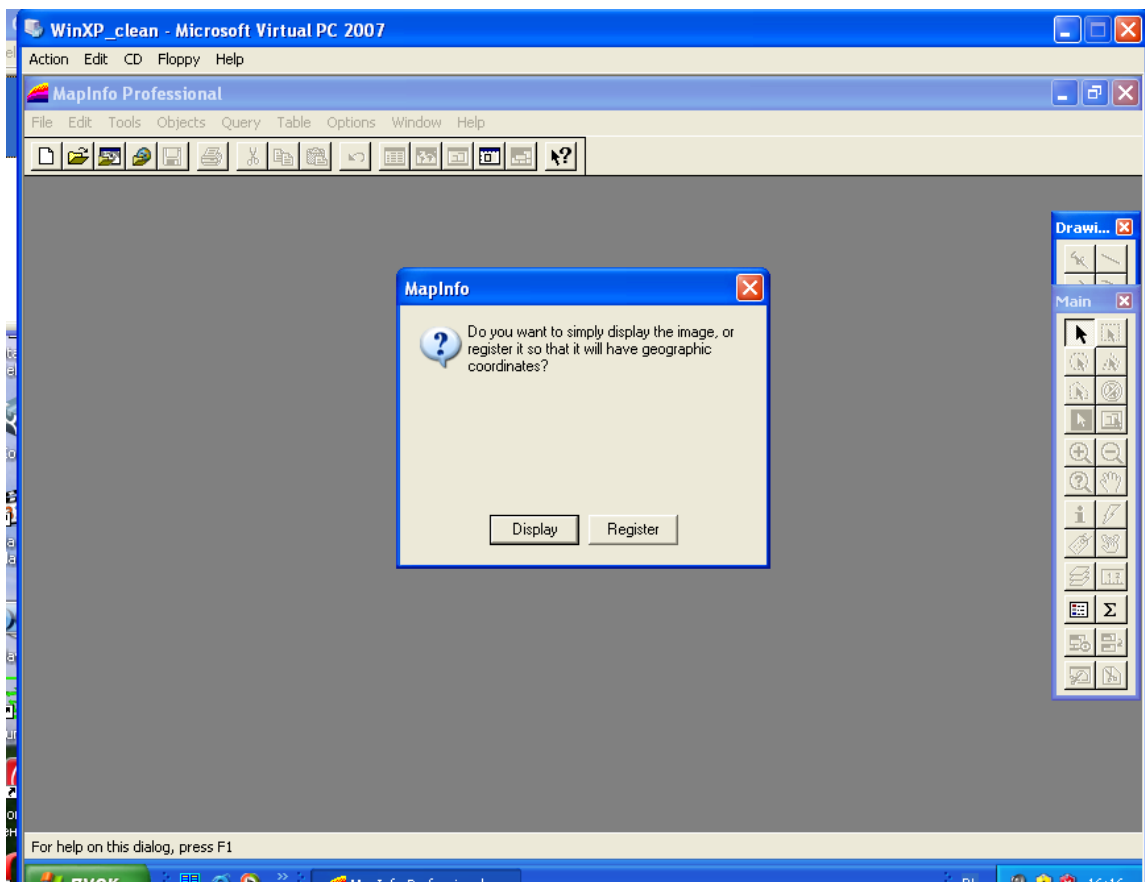
ЗАДАЧА 2

Произвести интродукцию американских культур на территорию России.

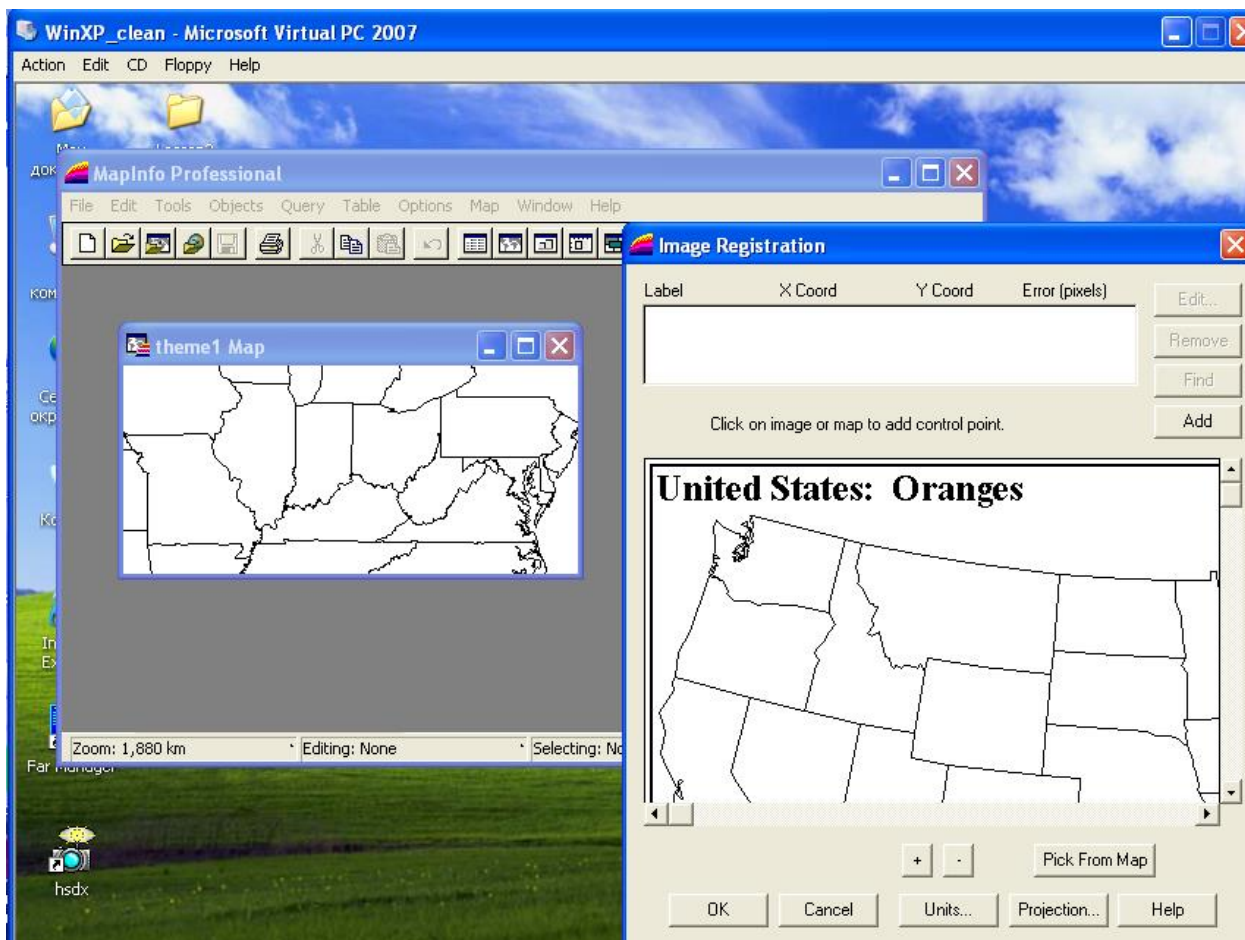
1- Заходим в ПО MapInfo. Открываем карту и выбираем необходимую культуру, например апельсины (lesson 3). Ход работы: Fail → Open Table → Raster Image → имя файла → открыть!!!



2 - В табличке MapInfo выбрать ОК → Register.

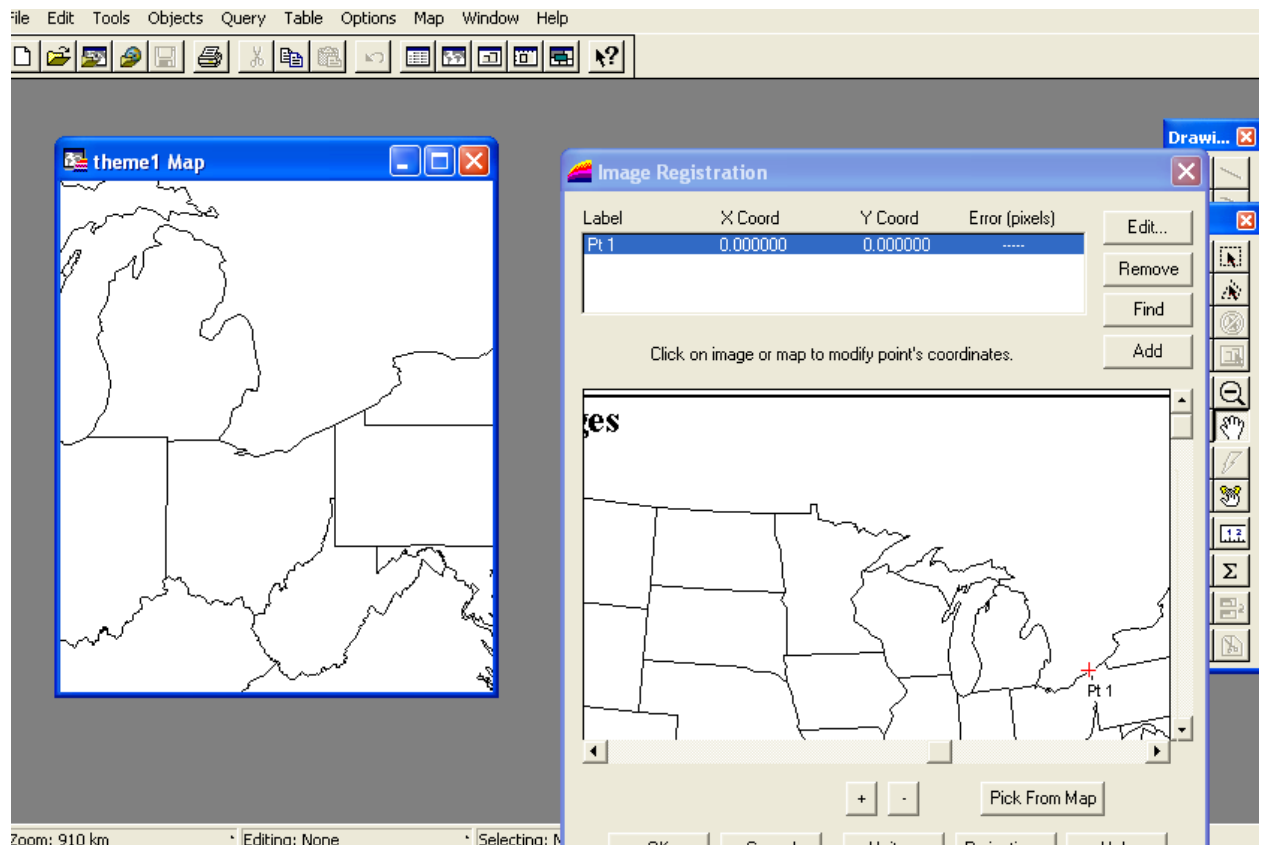


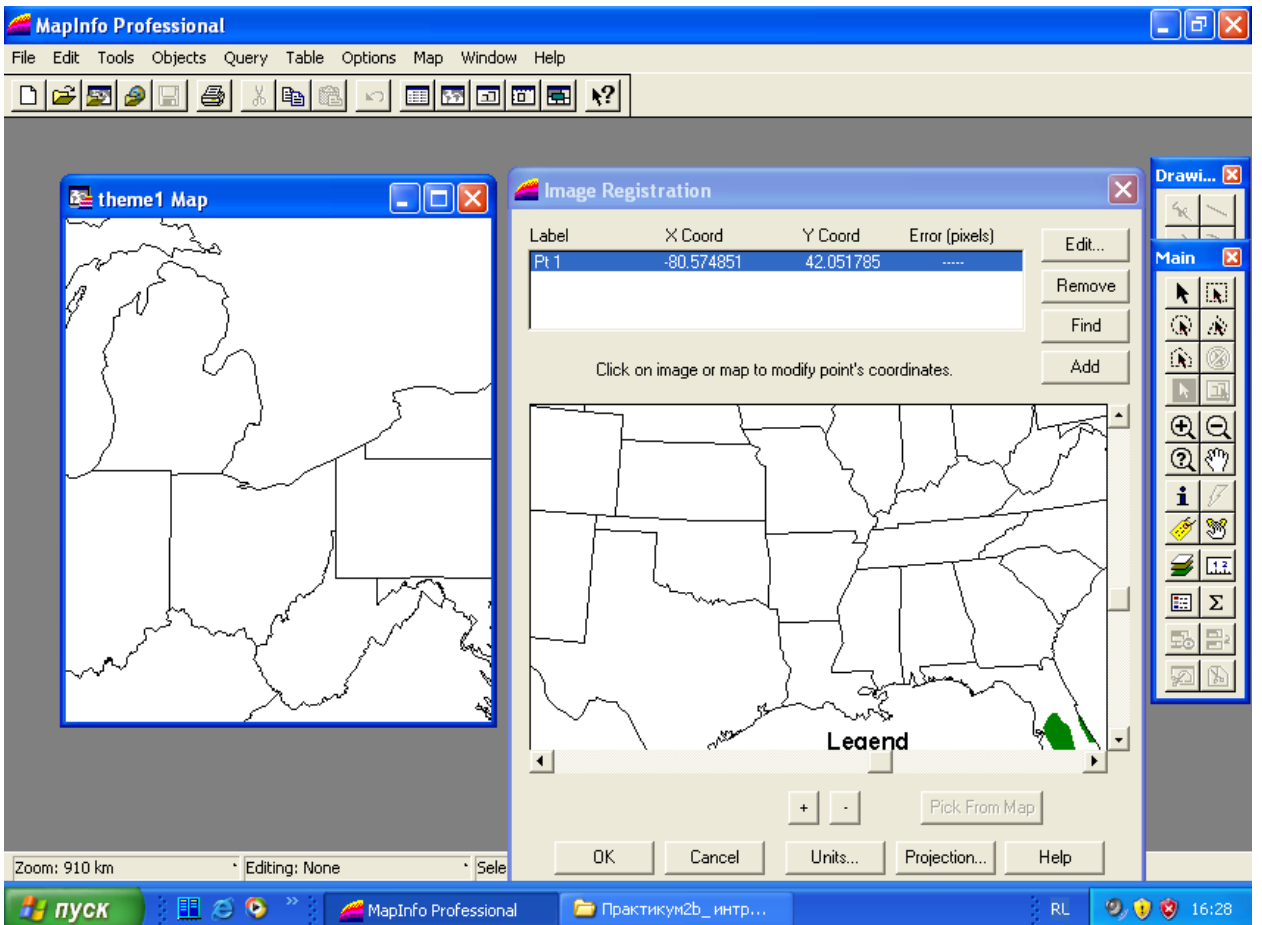
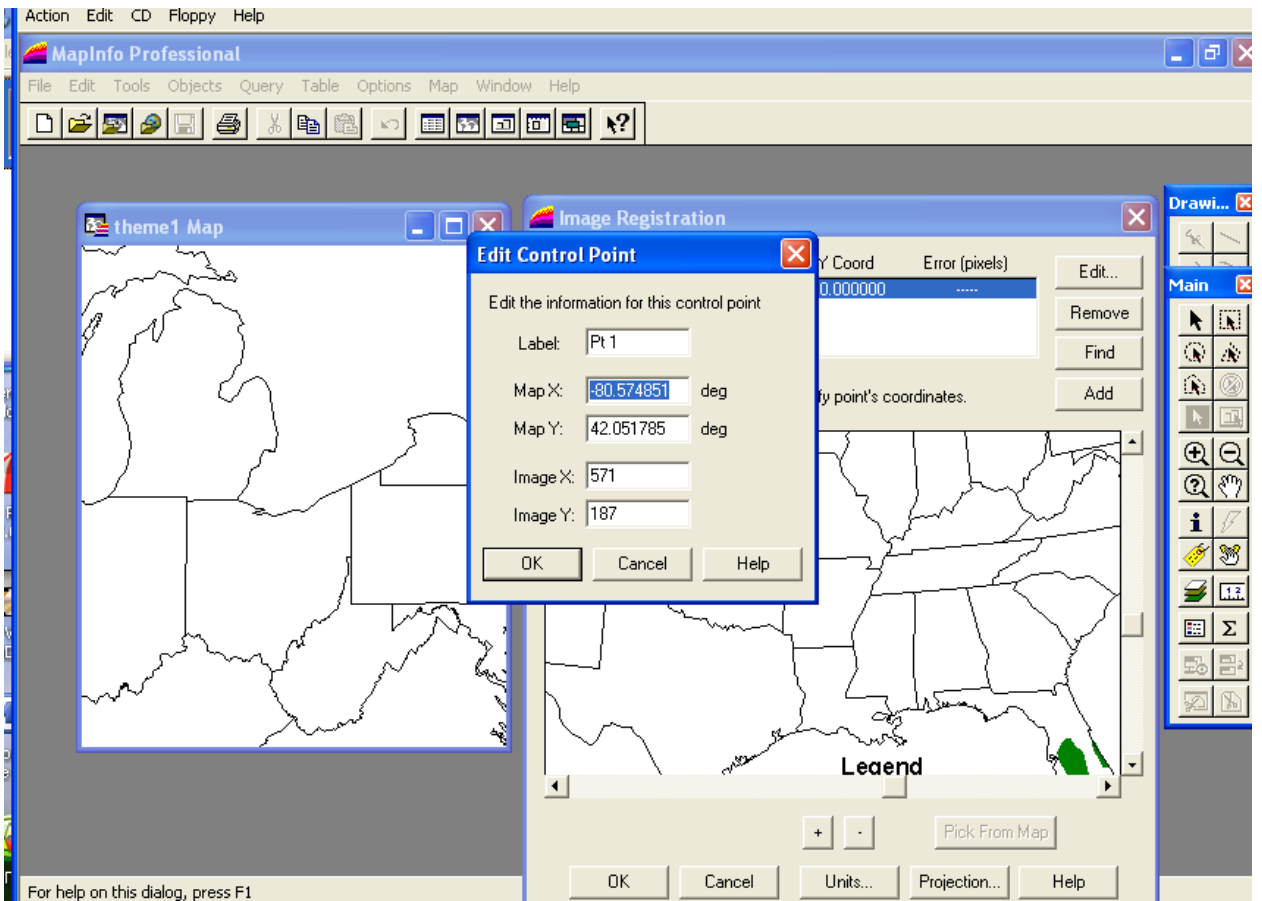
3 - Выбираем векторную карту США с расширением табл.

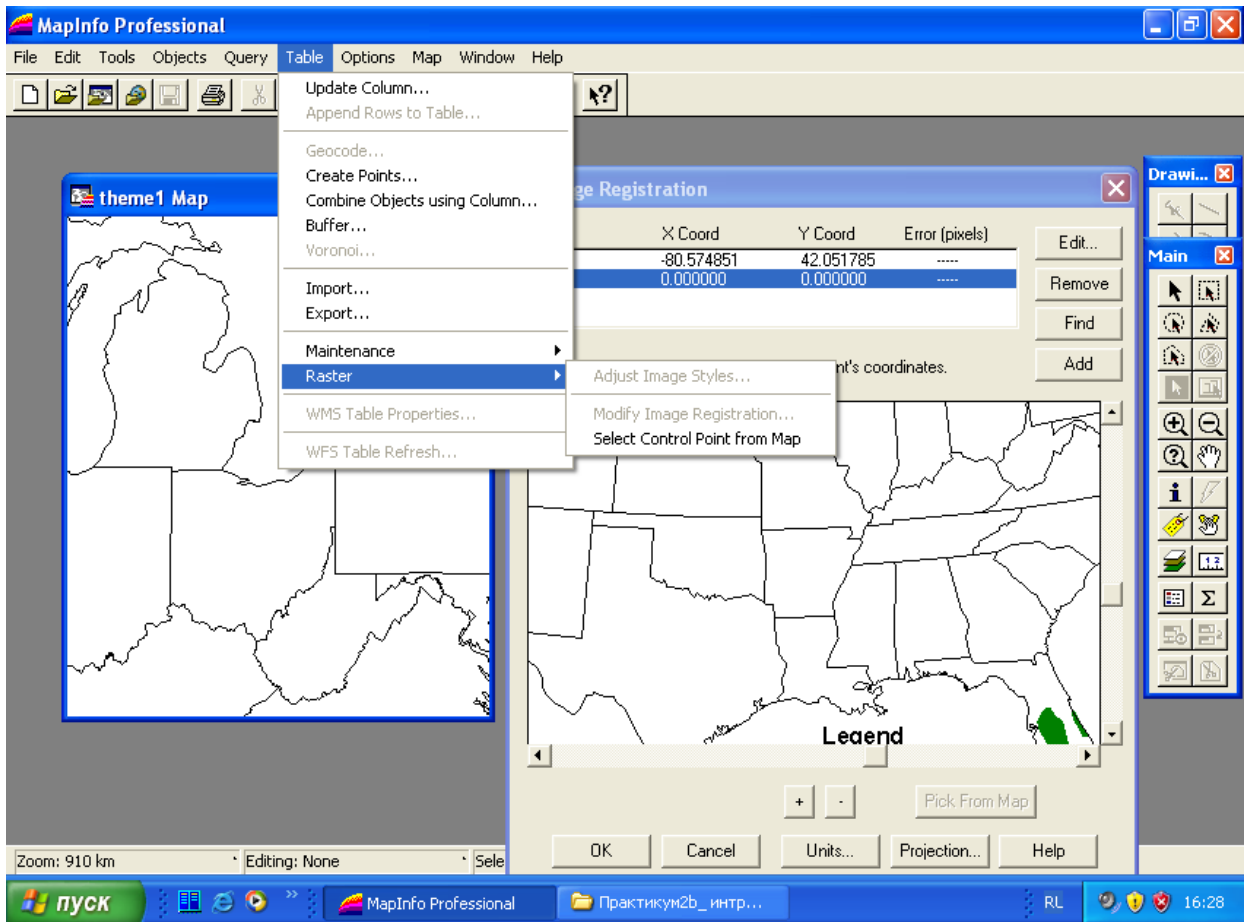


4 - Производим ГЕОПРИВЯЗКУ!!! Наносим точки – это привязка точками карты. Точки наносим в открывающемся окошке Image Registration, задаем координаты путем отмечания каждой точки на контурной карте США. Для этой цели проделываем следующие операции: Table → Raster → Modify Image Registration.

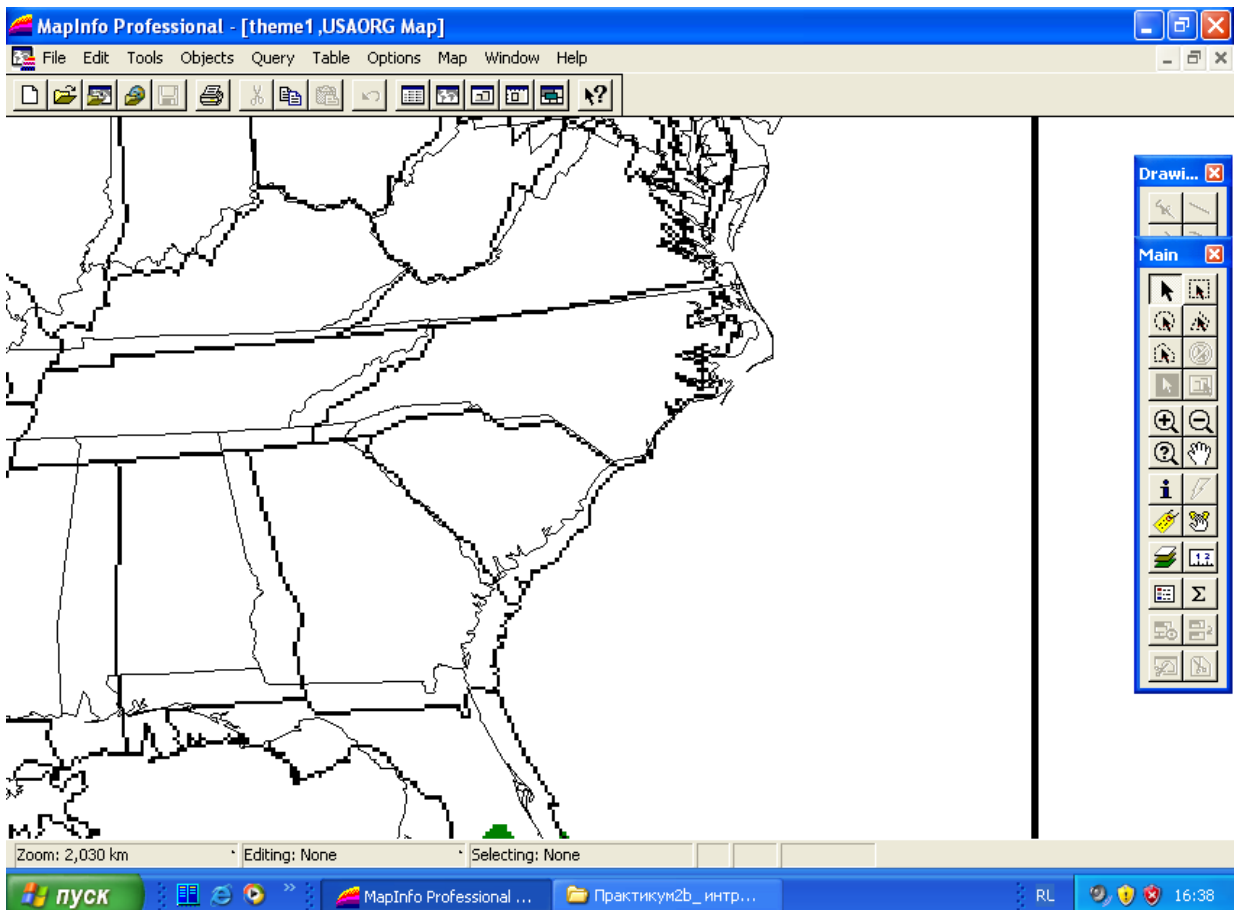
5 – Наносим точку в маленьком окошке, затем эту точку выделяем и ищем на большой карте координаты этой точки → New → и снова отмечаем точку в маленьком окне, затем снова находим координаты в большом.





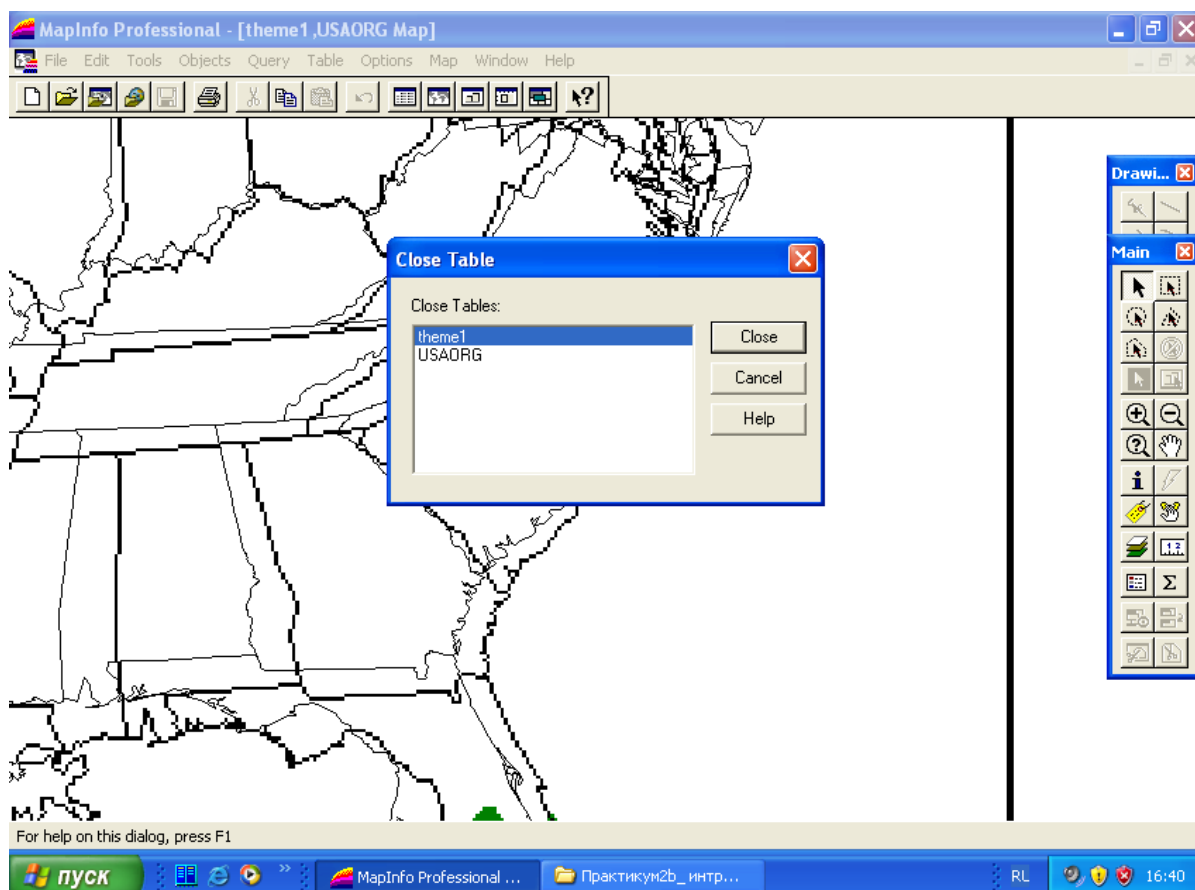


6 - Уточняем геопривязку.



7 – Кривые не совпадают... уточняем точки. Исправляем ошибки: окно Choose Protection (внизу опция Projection) → Category: Regional Conformal Projections;

Category Members: Conformal Projections (Unitet States) → ошибка должна быть минимальной (0,1) → ОК!!!



8 - Убираем ненужное с помощью команды File close, затем делаем оцифровку, не забываем сохранить косметический слой и сохраняем файл с оцифровкой ареалов апельсинов.

9 – **ВЕКТОРИЗАЦИЯ**: Открываем косметический: правой клавишей Layer Control → отметить галочкой на карандаш косметический слой (cosmetic Layer) → ОК!!!

Отметить Polyline и обвести контуры из карты (ареал, квартал, площадь и т. д.).

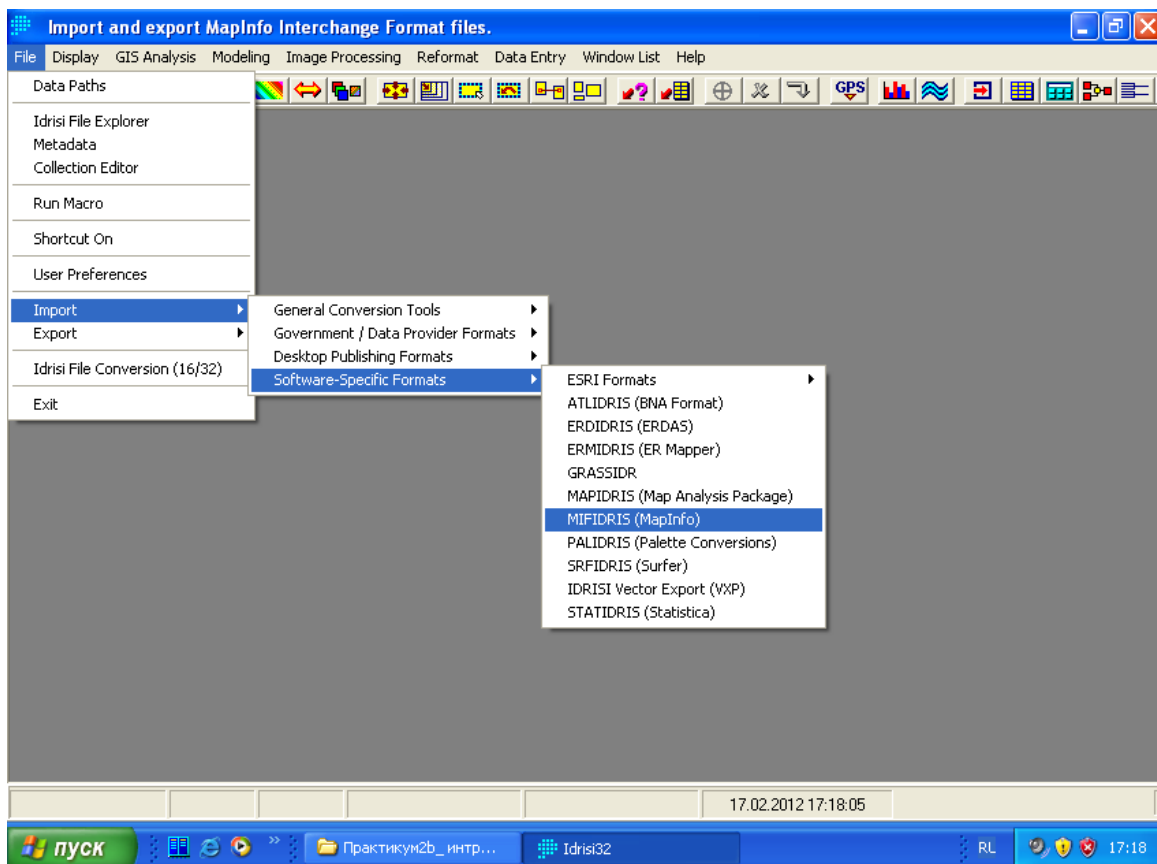
Сохранить косметический слой: Map → Save cosmetic Objects →название → Save!!!

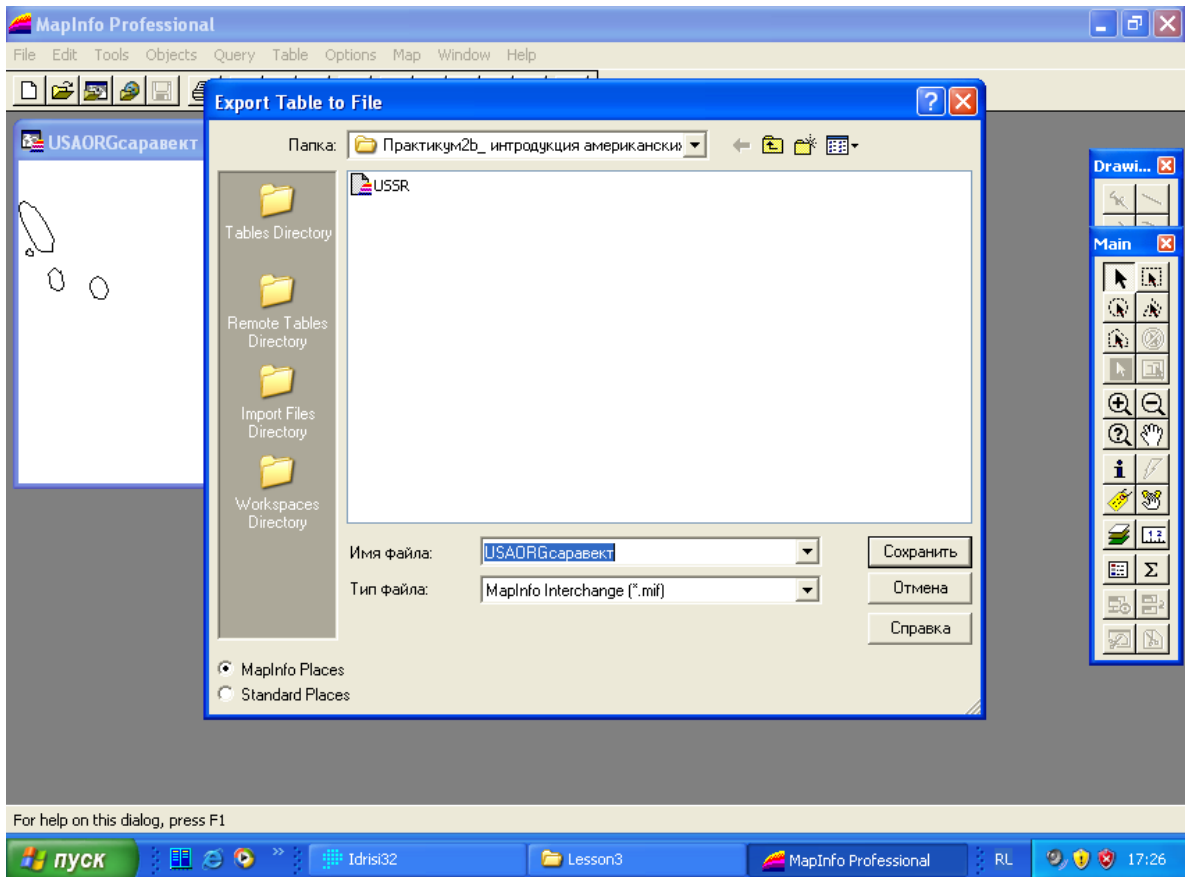
Экспортируем в ПО Idrisi:

Table → Export → название дать файлу свое → сохранить в редакторе MIF.

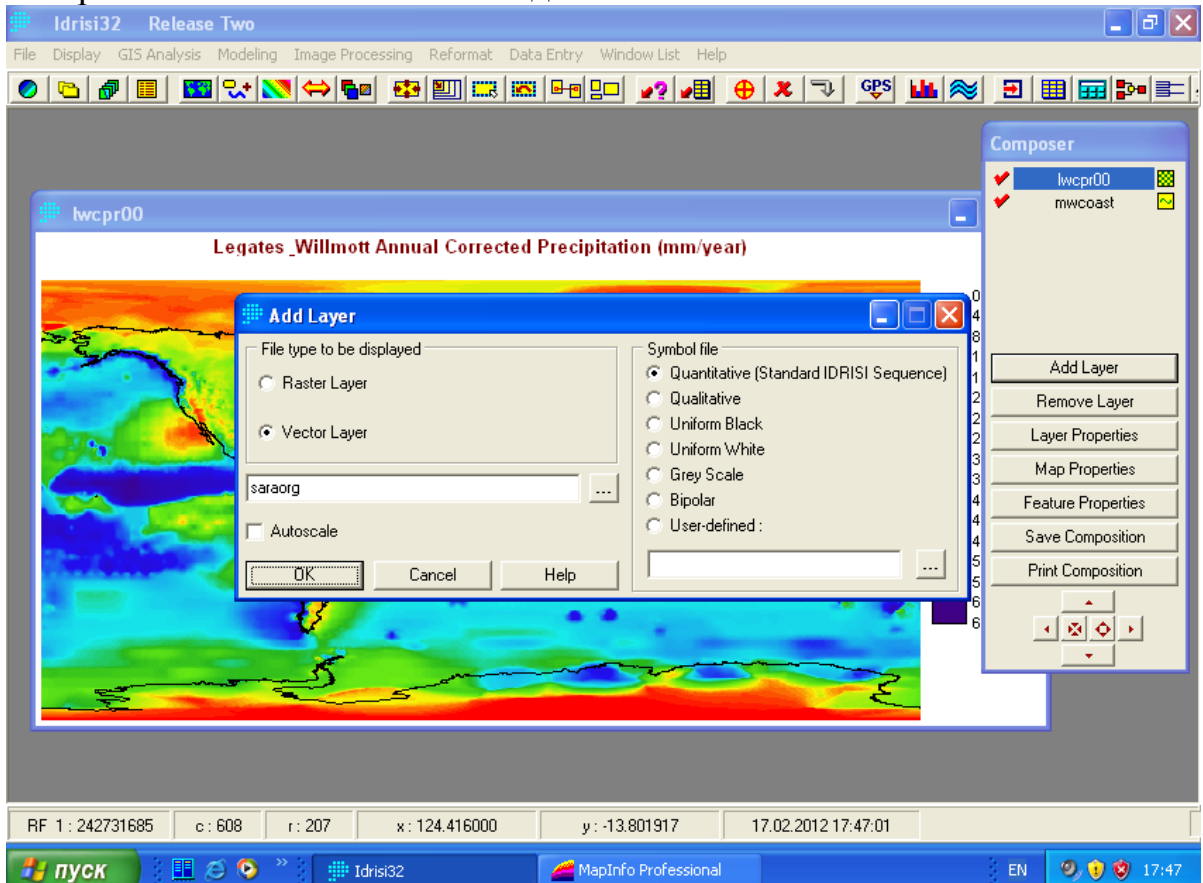
10 - Делаем импорт в Idrise:

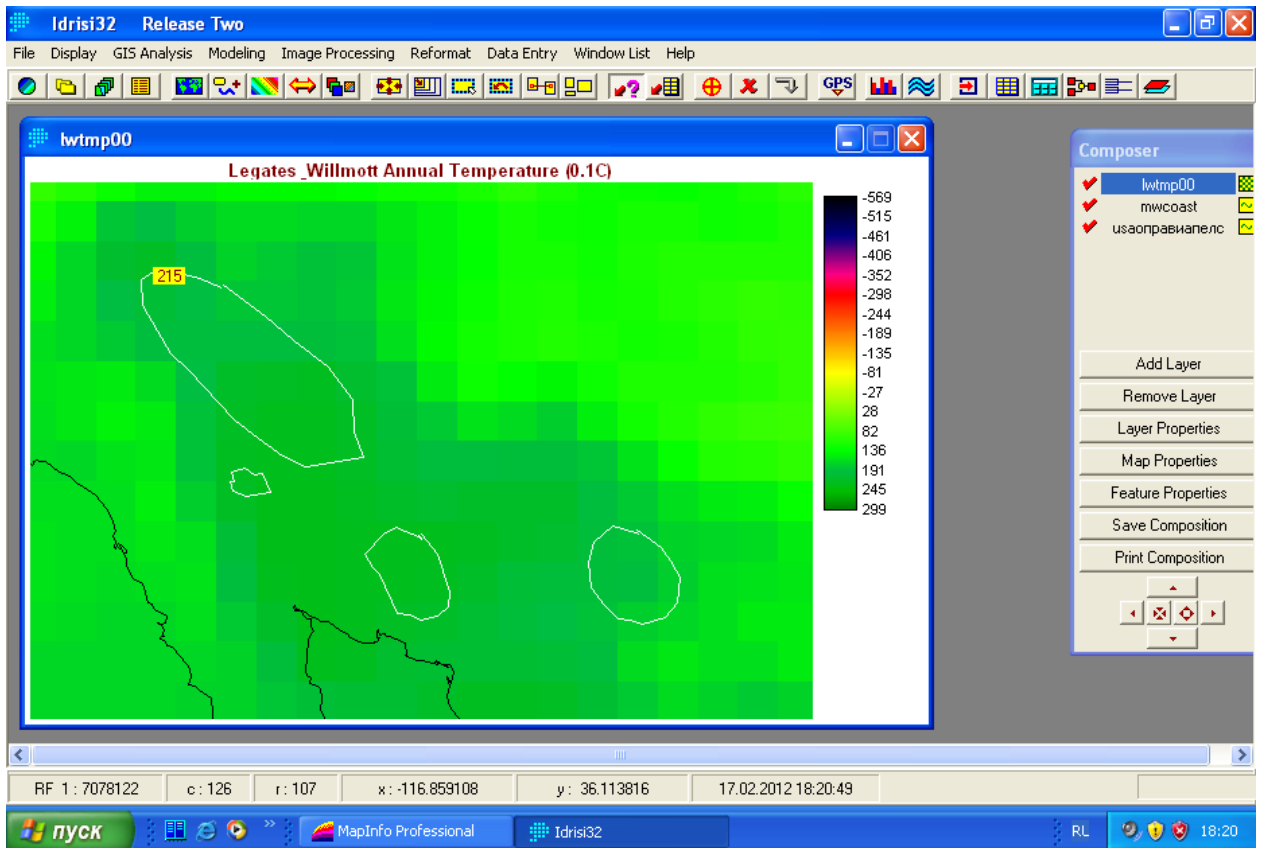
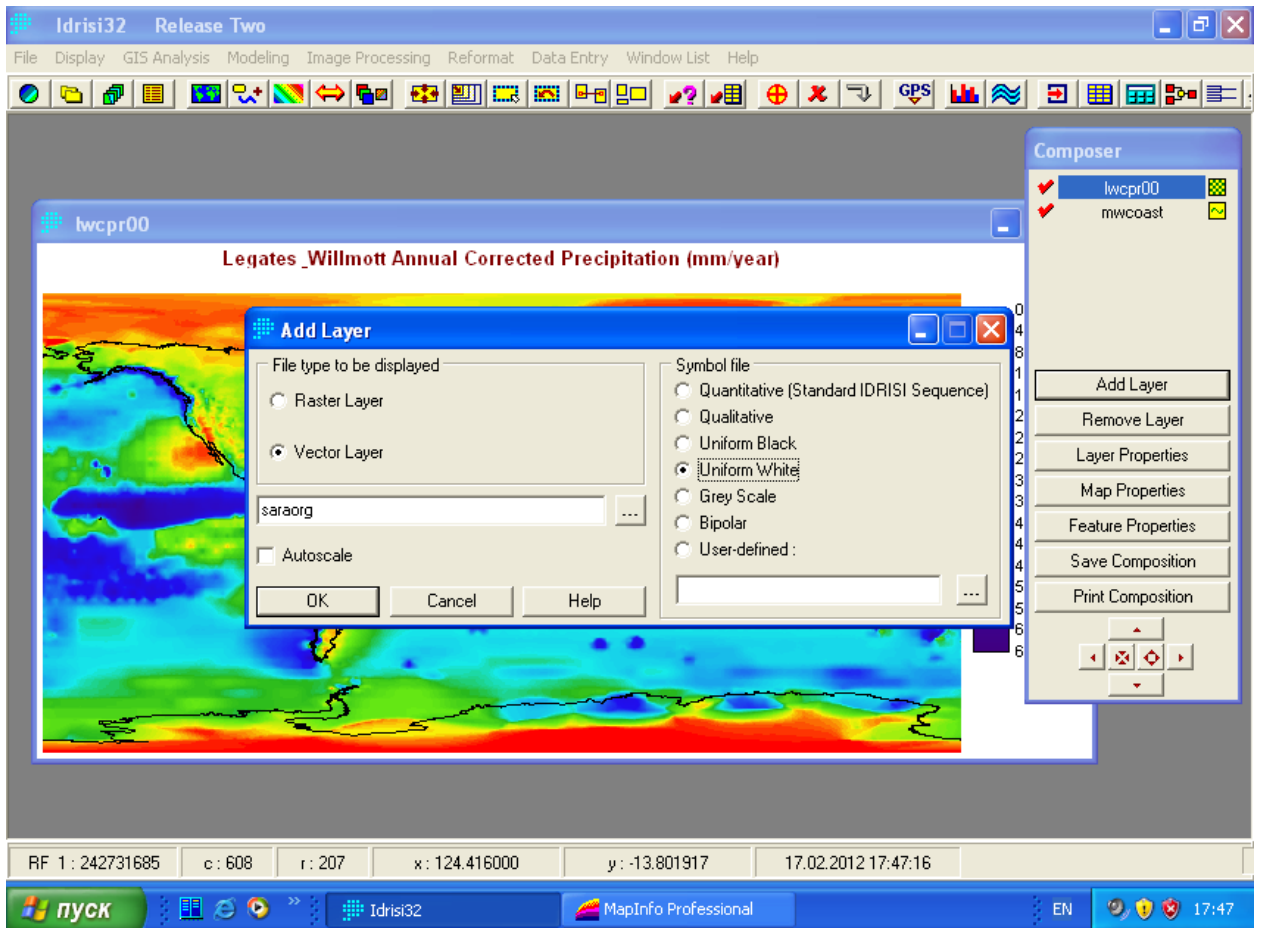
Fail → Import → Software - Specific Formats → MIFIDRIS (MapInfo) → найти наш файл в редакторе MIF в первой строке, во второй сканировать название файла, в третьей выбрать редактор, поменять единицы измерения.

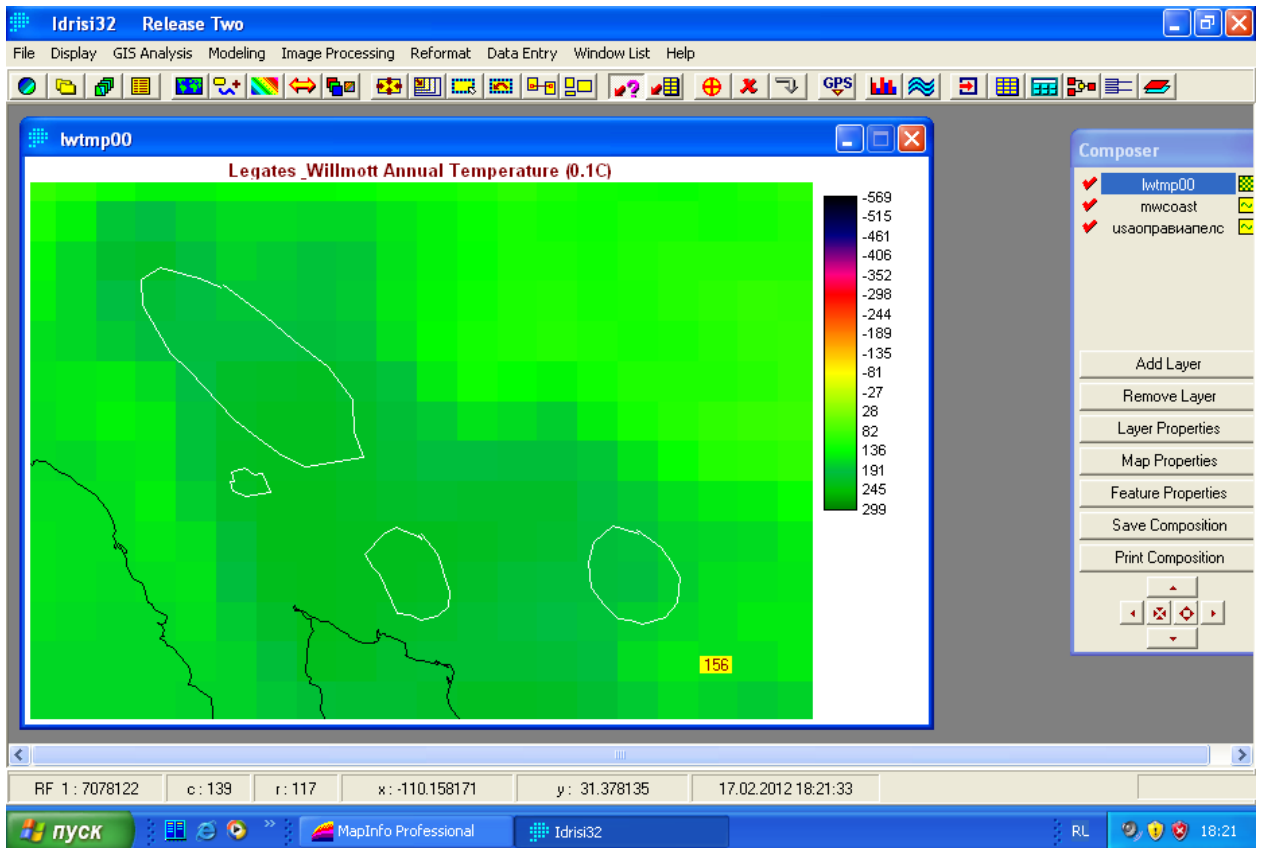




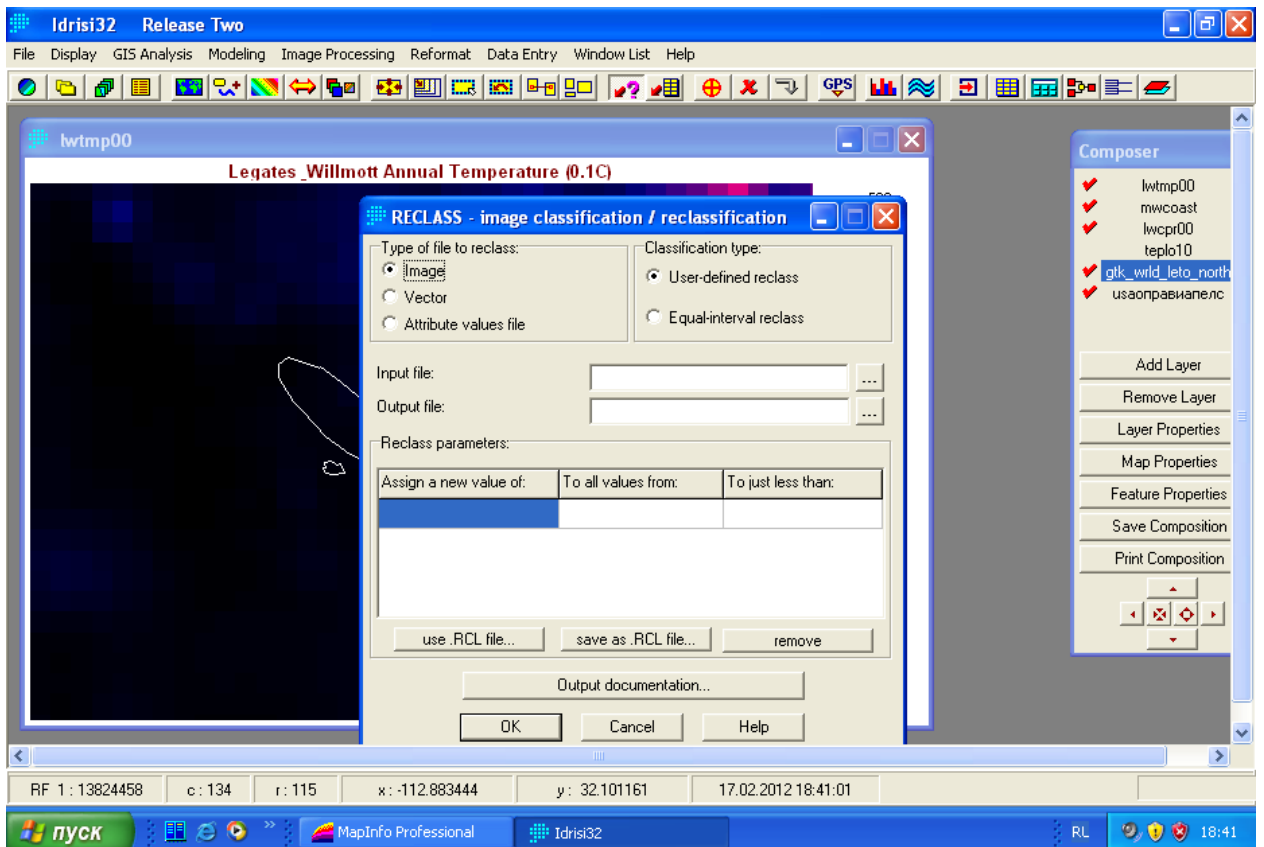
11 – Через опцию, похожее на «телевизор», один за другим накладываем слои. Сначала растровый, затем векторные. С помощью опции «вопросительный знак» находим числовые значения min и max.

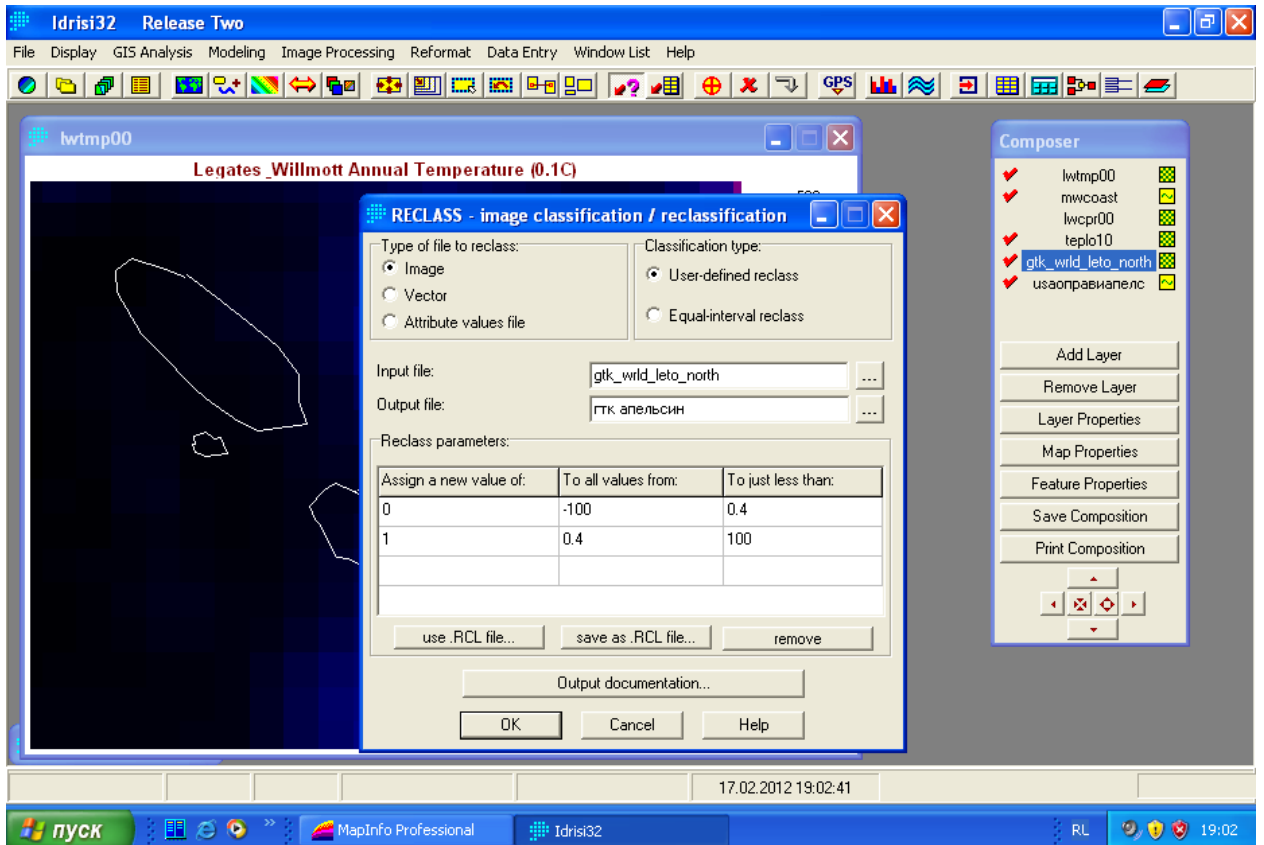
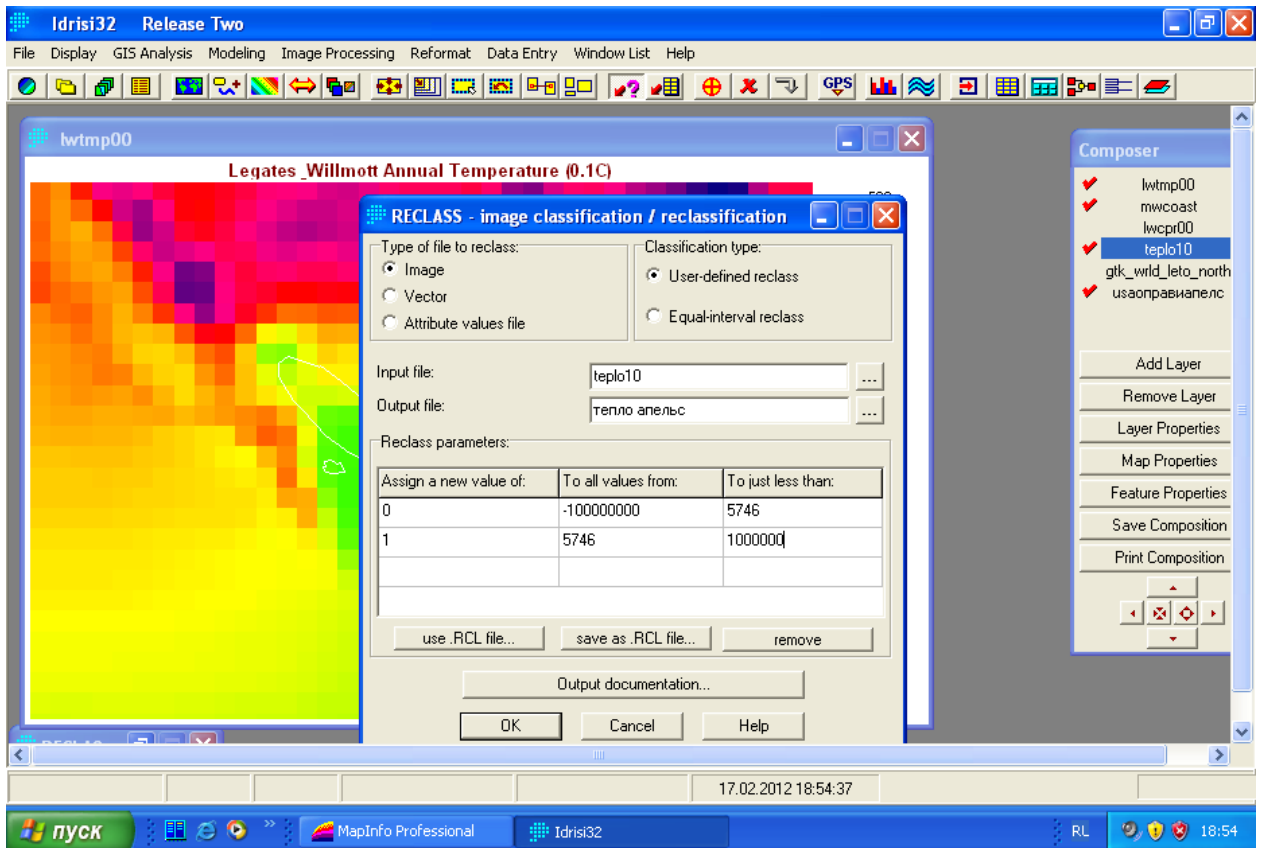


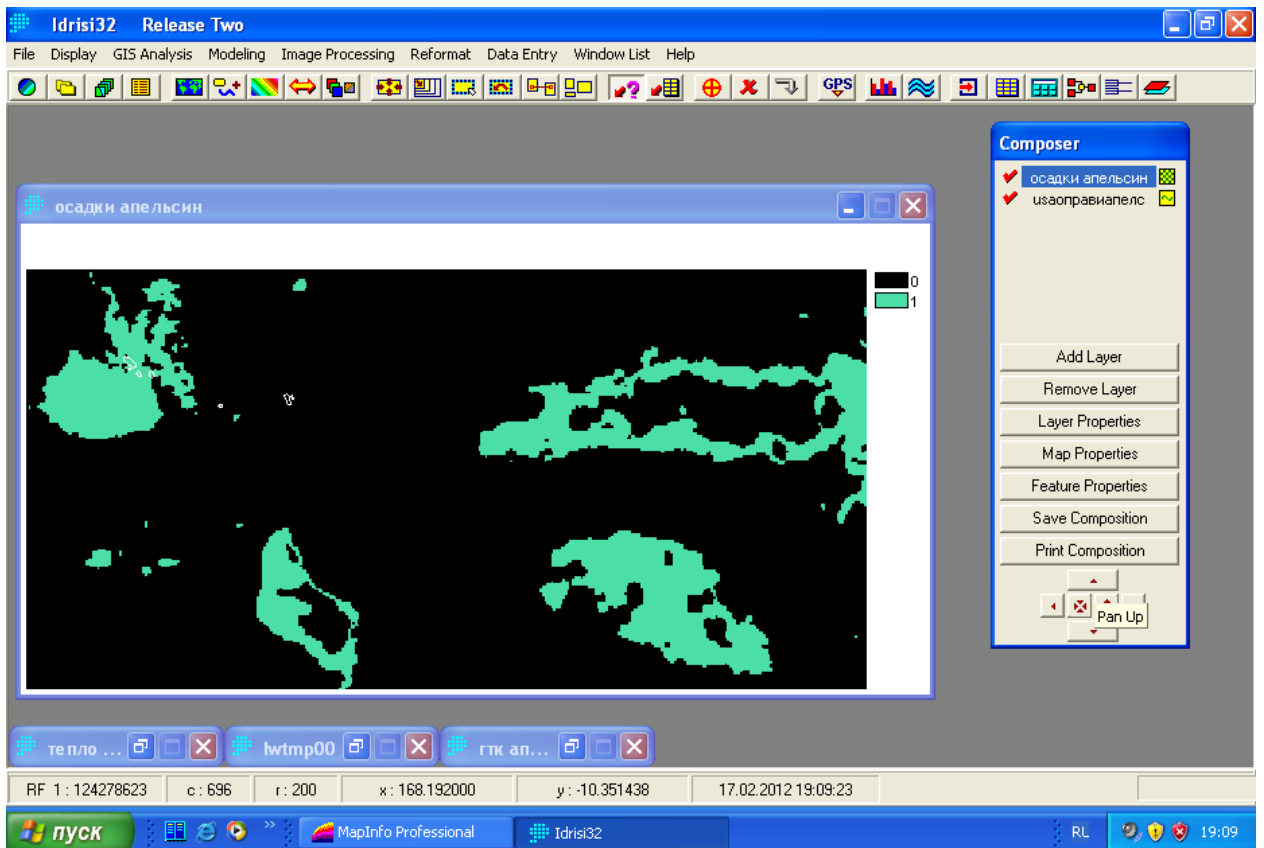
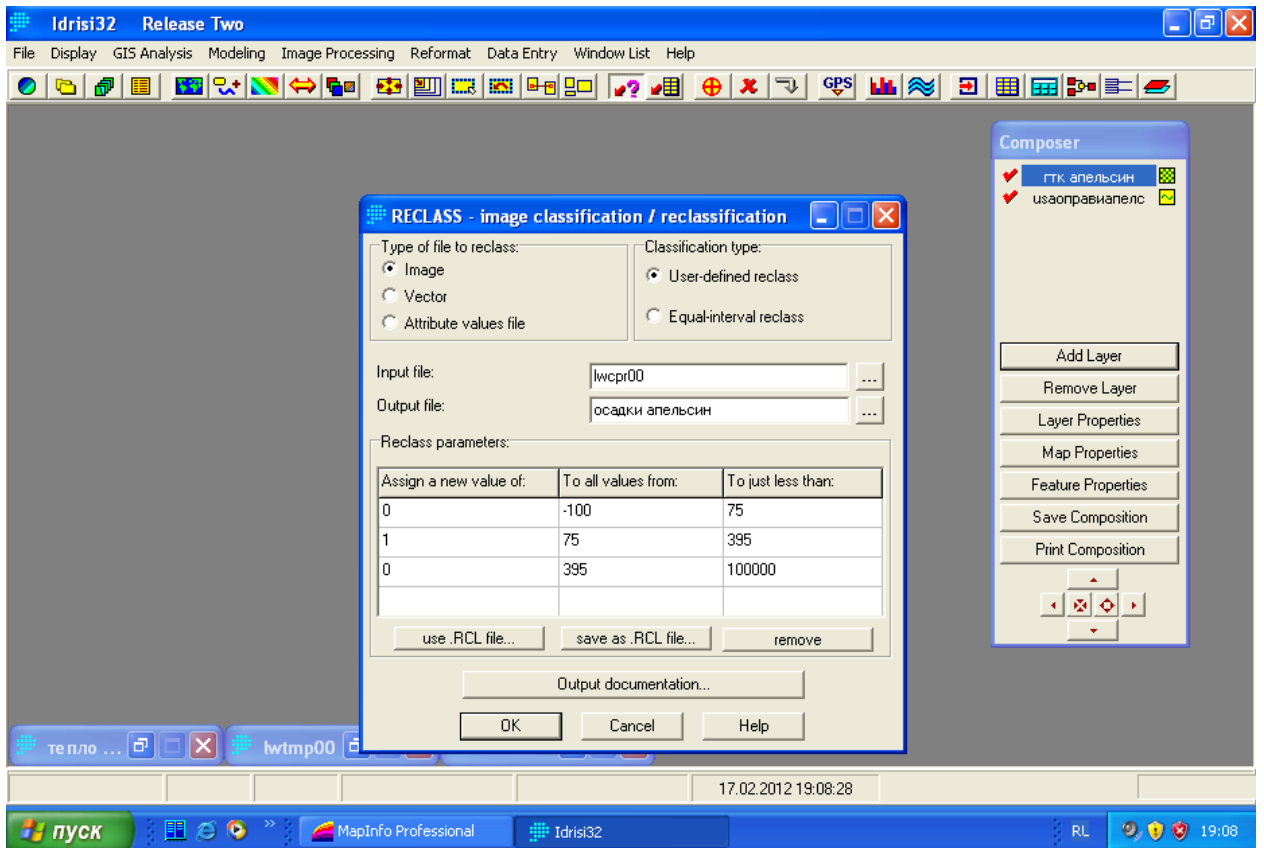


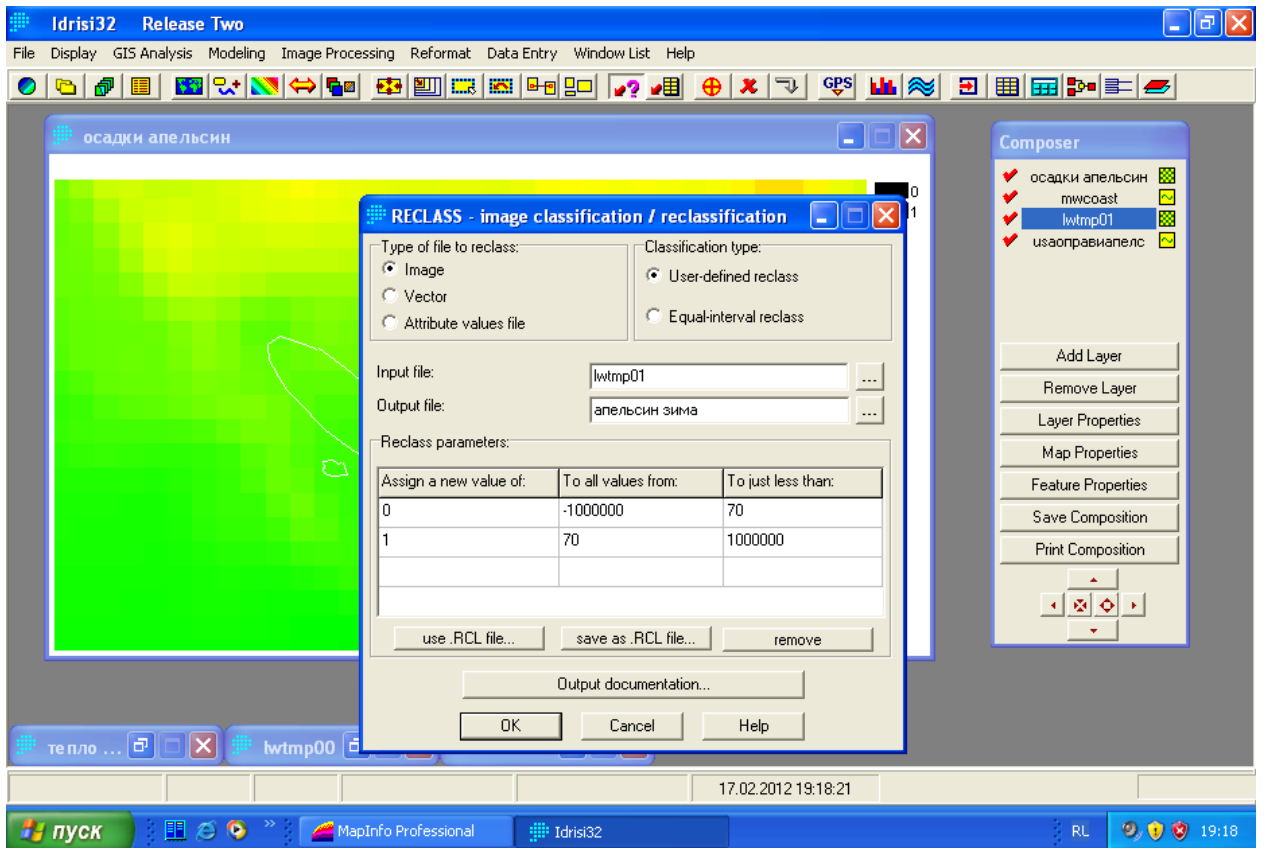


12 - Проводим реклассификацию. Нужный числовой период 1, ненужный 0.

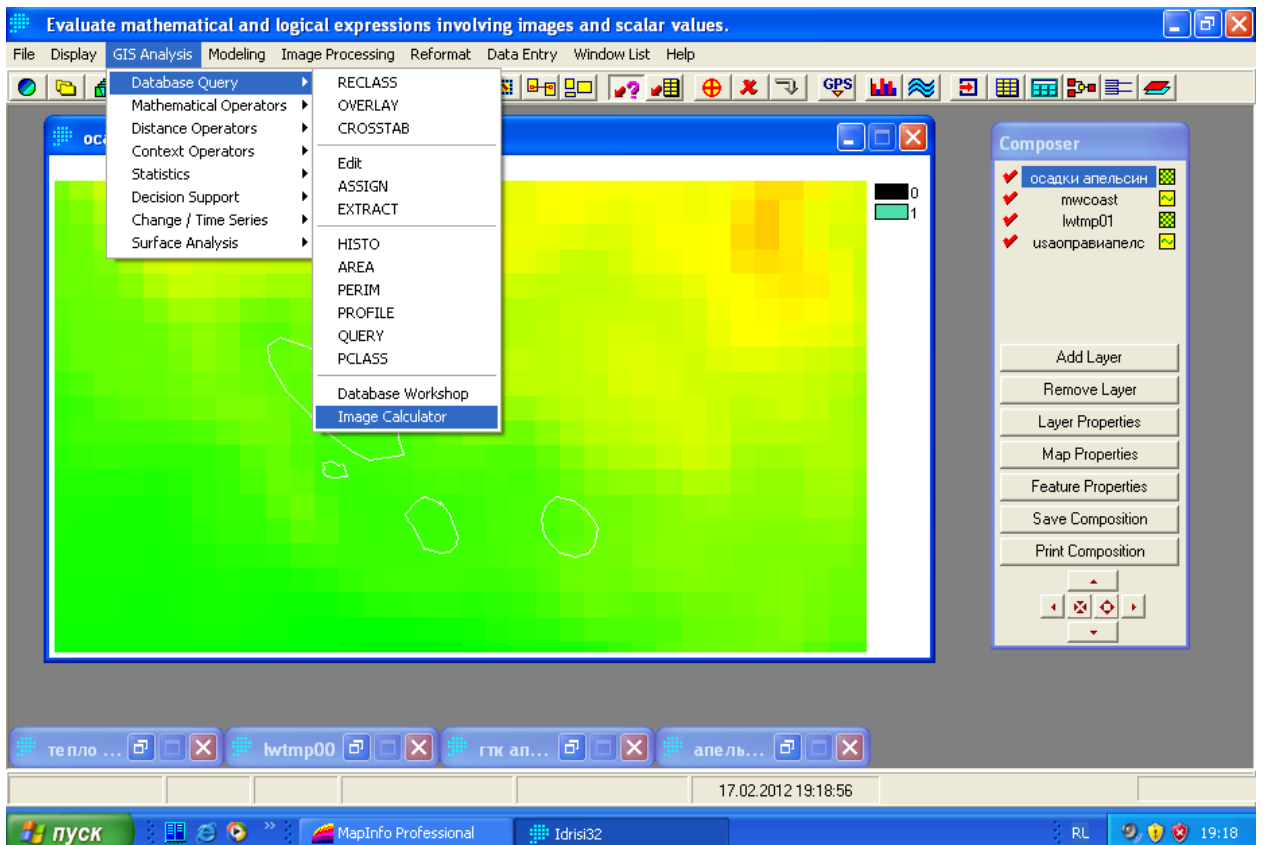




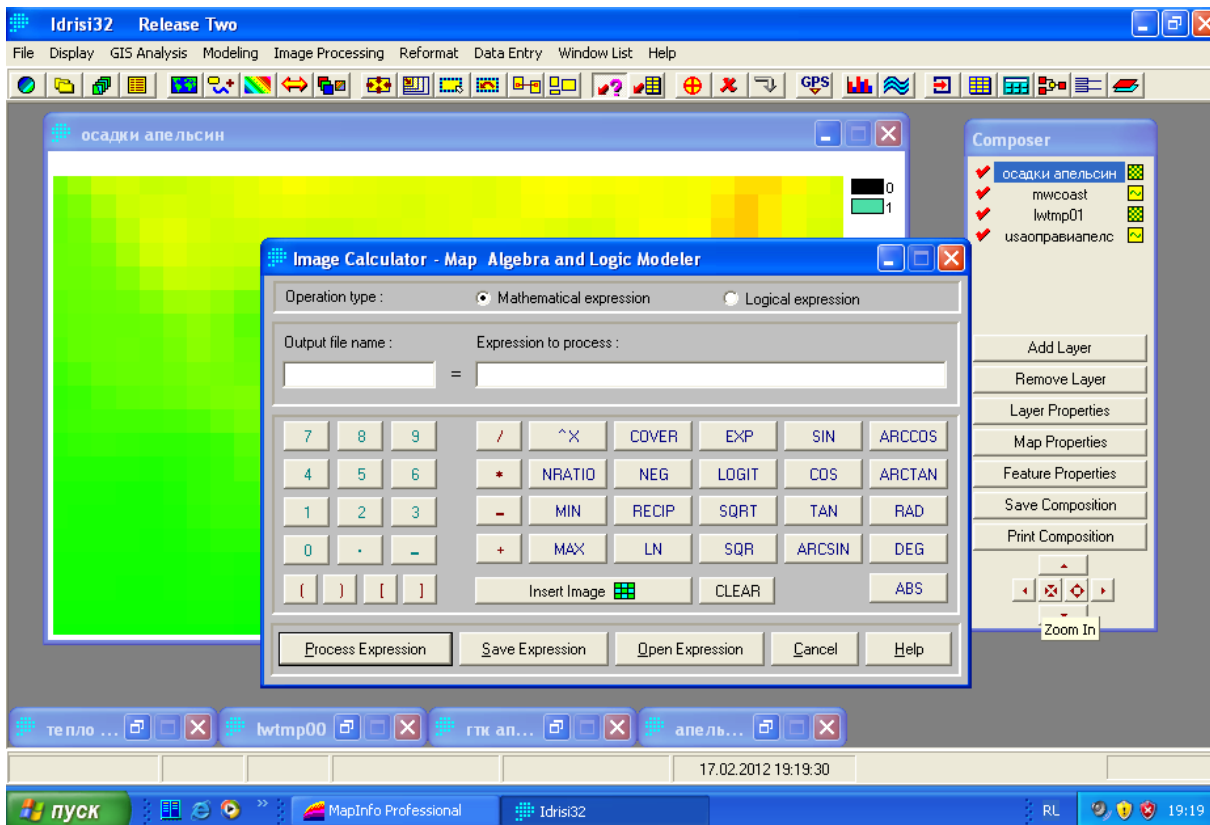




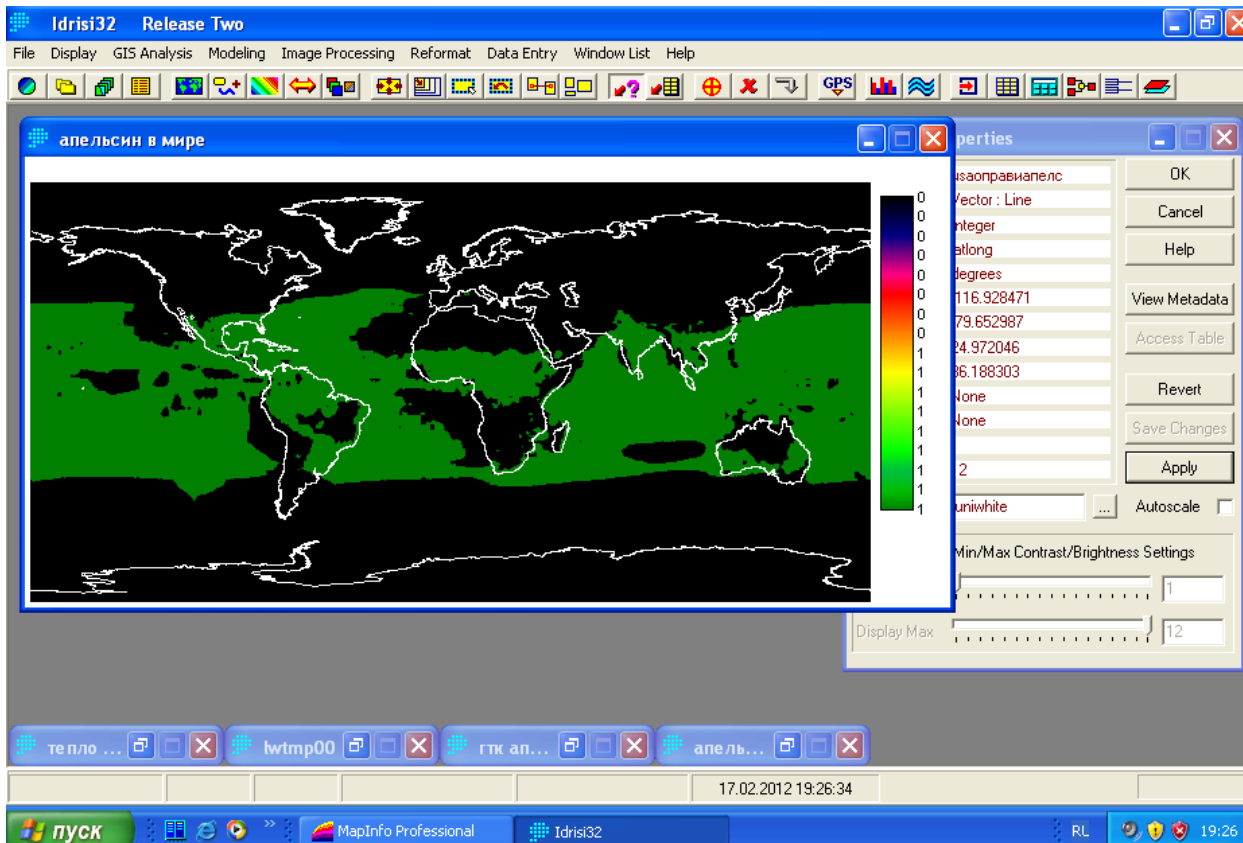
13 - Осуществляем математические действия. В данном случае перемножаем все слои с помощью калькулятора. Для нахождения калькулятора выполняем указанные действия.



Работа в калькуляторе – перемножение полученных слоев.



Зеленные цвета – пригодные территории для акклиматизации рассматриваемого вида. Черным цветом обозначены непригодные территории.



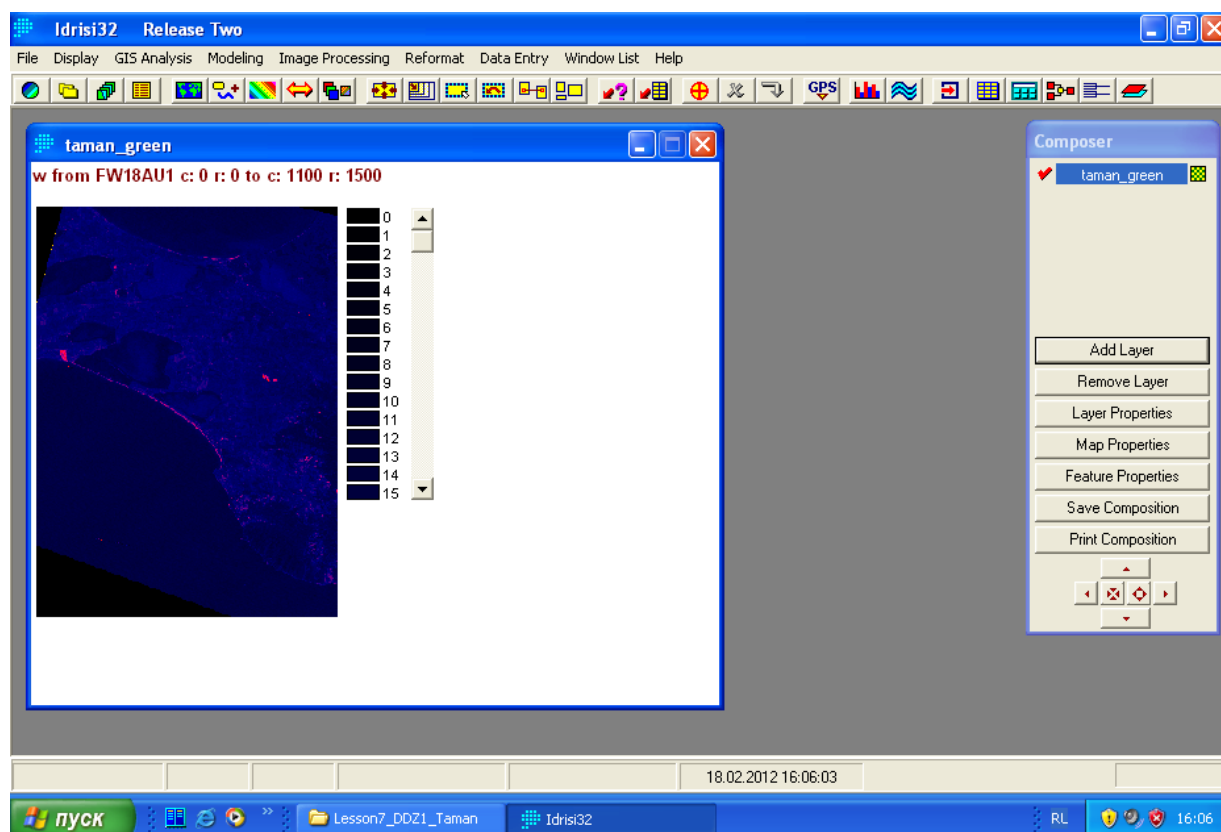
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

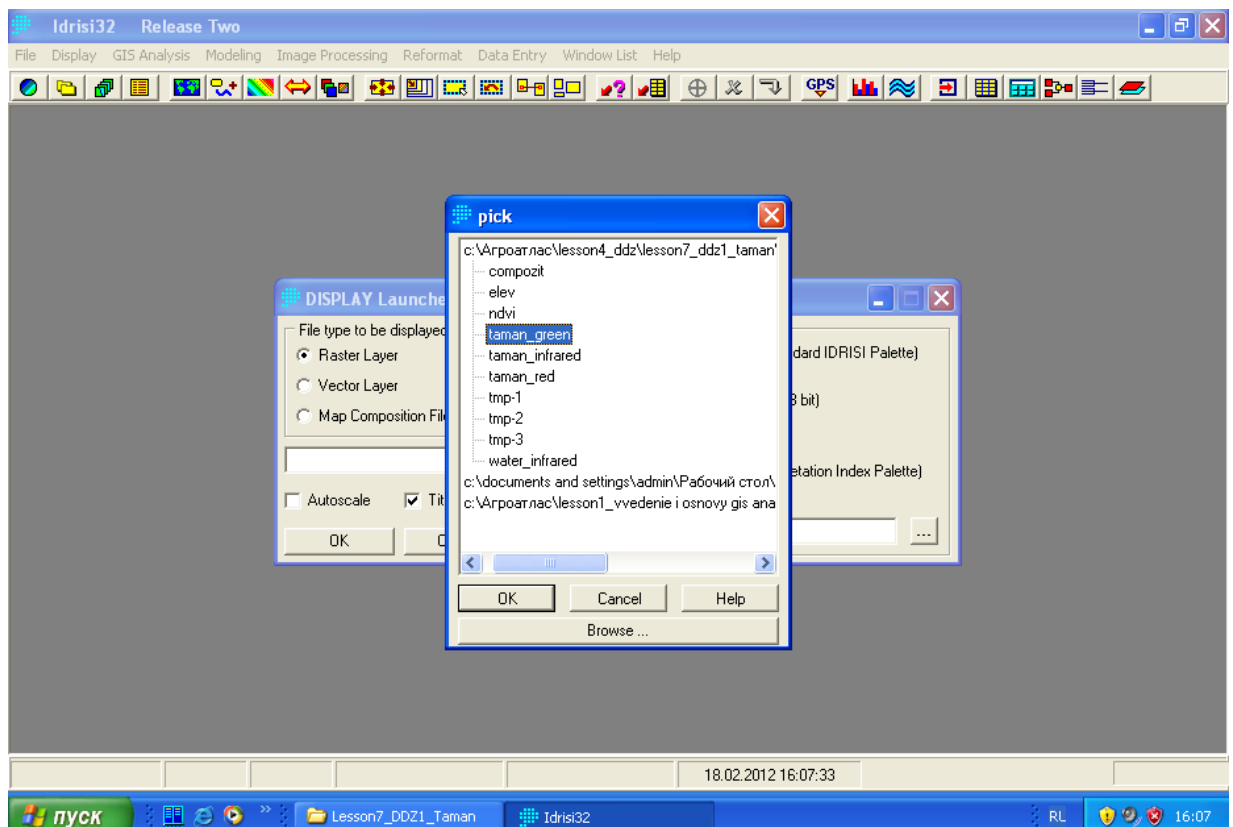
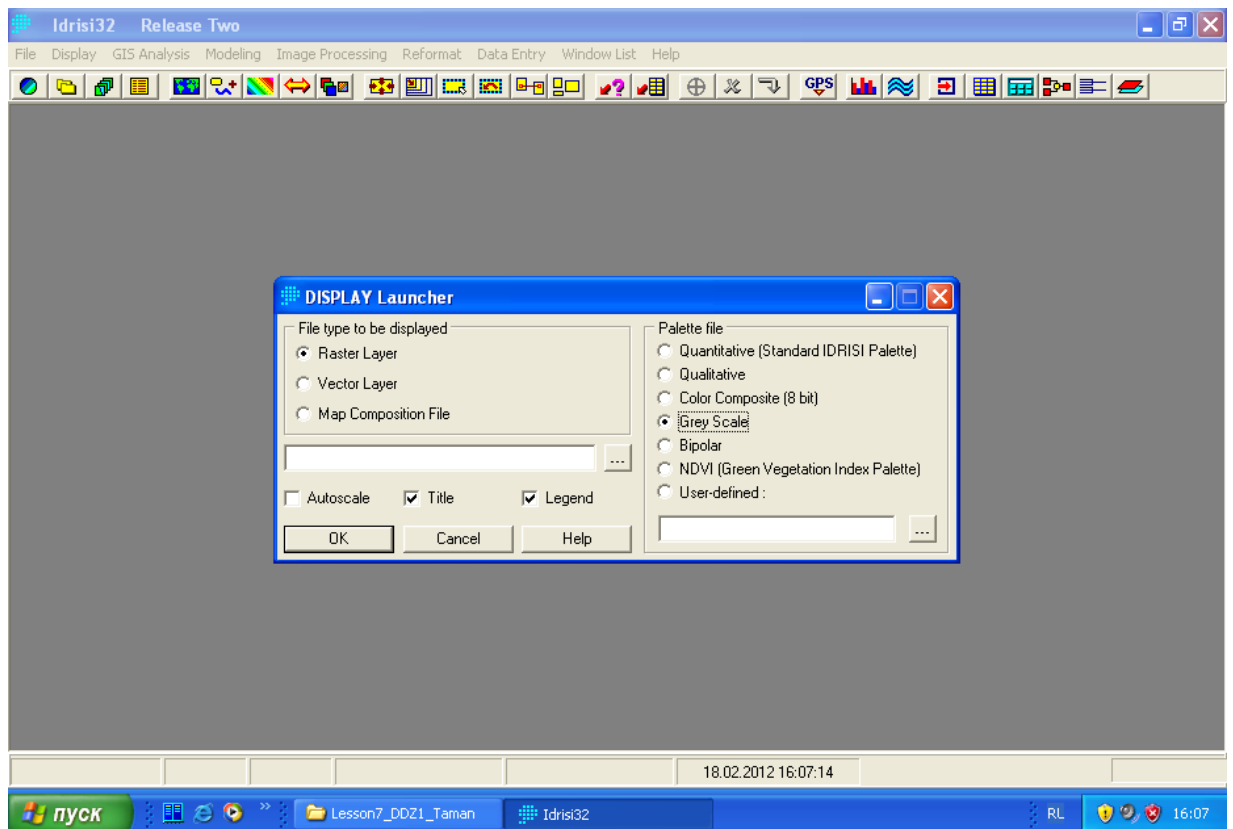
Дистанционное зондирование Земли. Дешифрирование космических снимков.

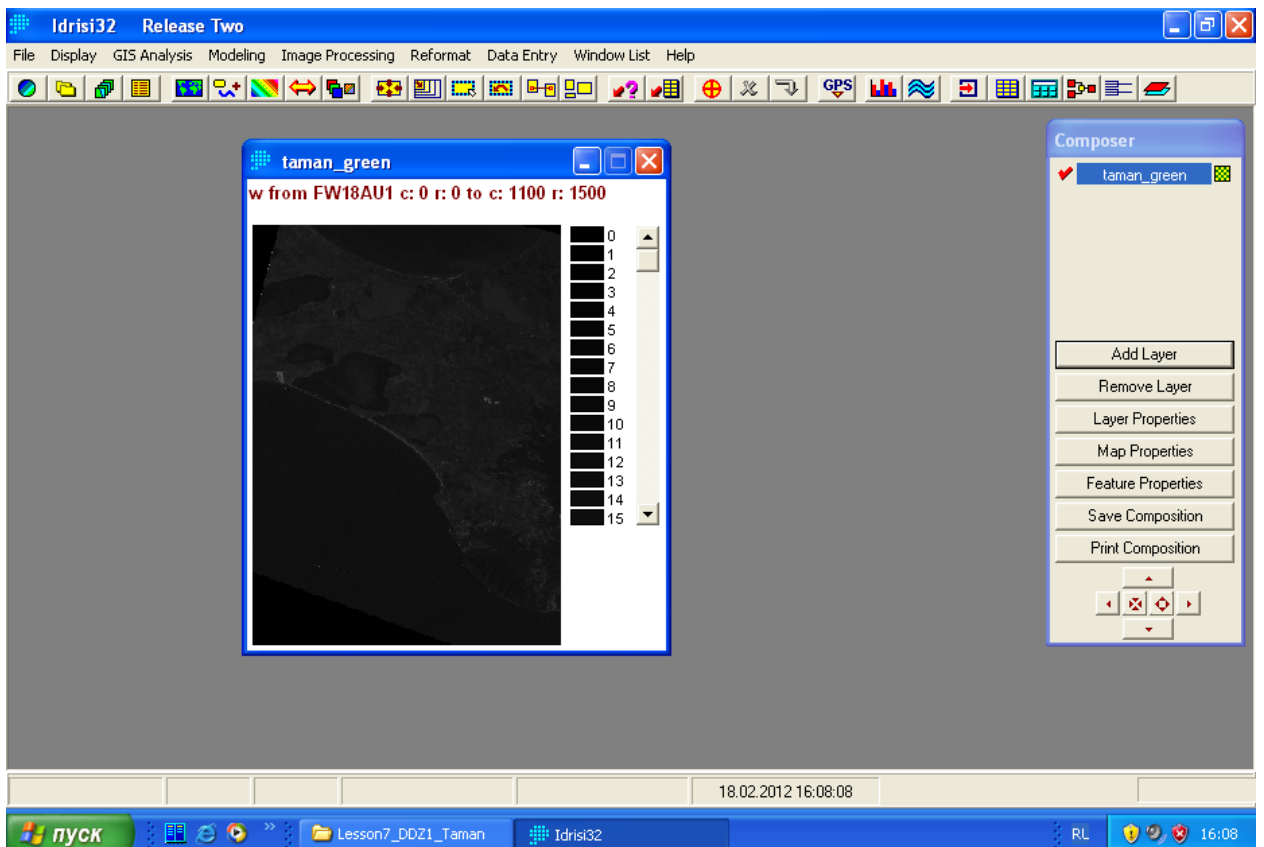
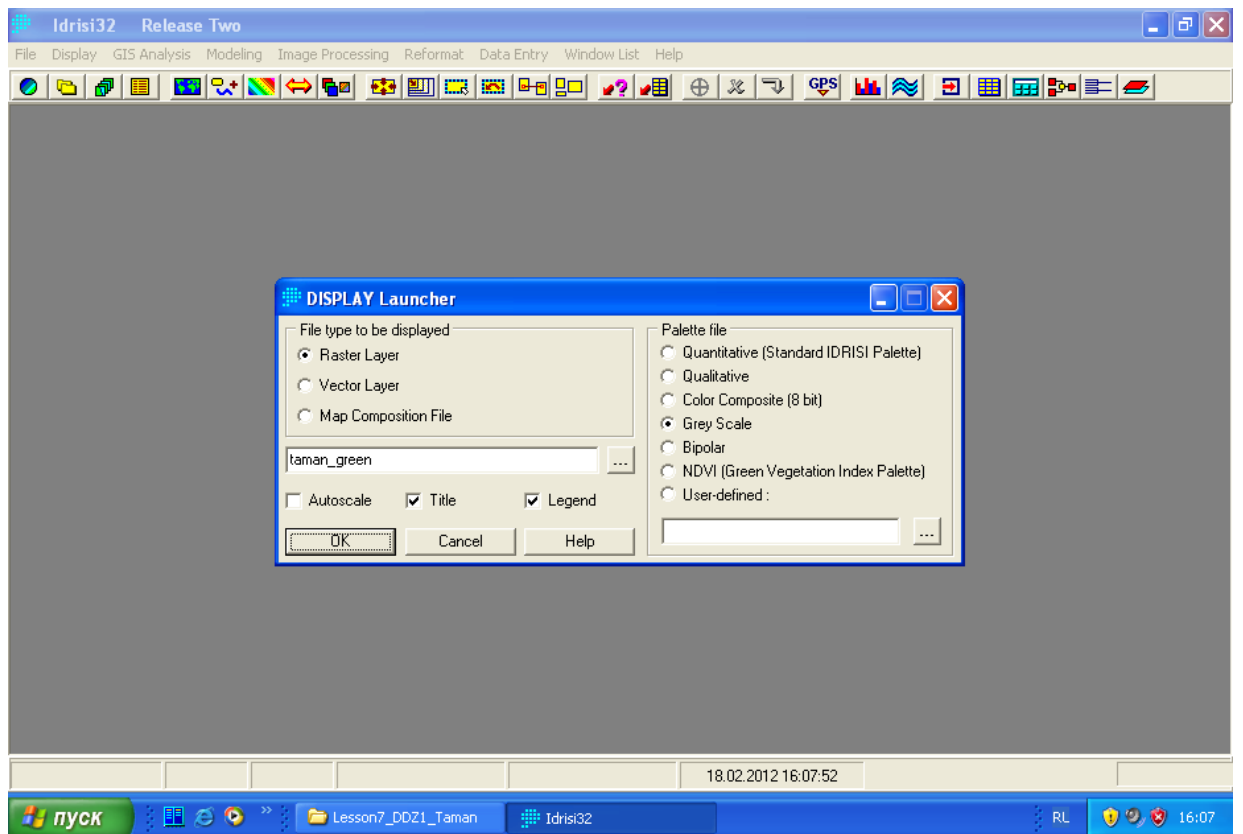
ЗАДАНИЕ.

Дан космический снимок. Произвести дешифрирование следующих объектов: лес, карьеры, кусты и тростники по точкам с заданными координатами.

1 – В Idrisi через Display → Display Launcher → Raster Layer → вытаскиваем нужный файл с космоснимком.

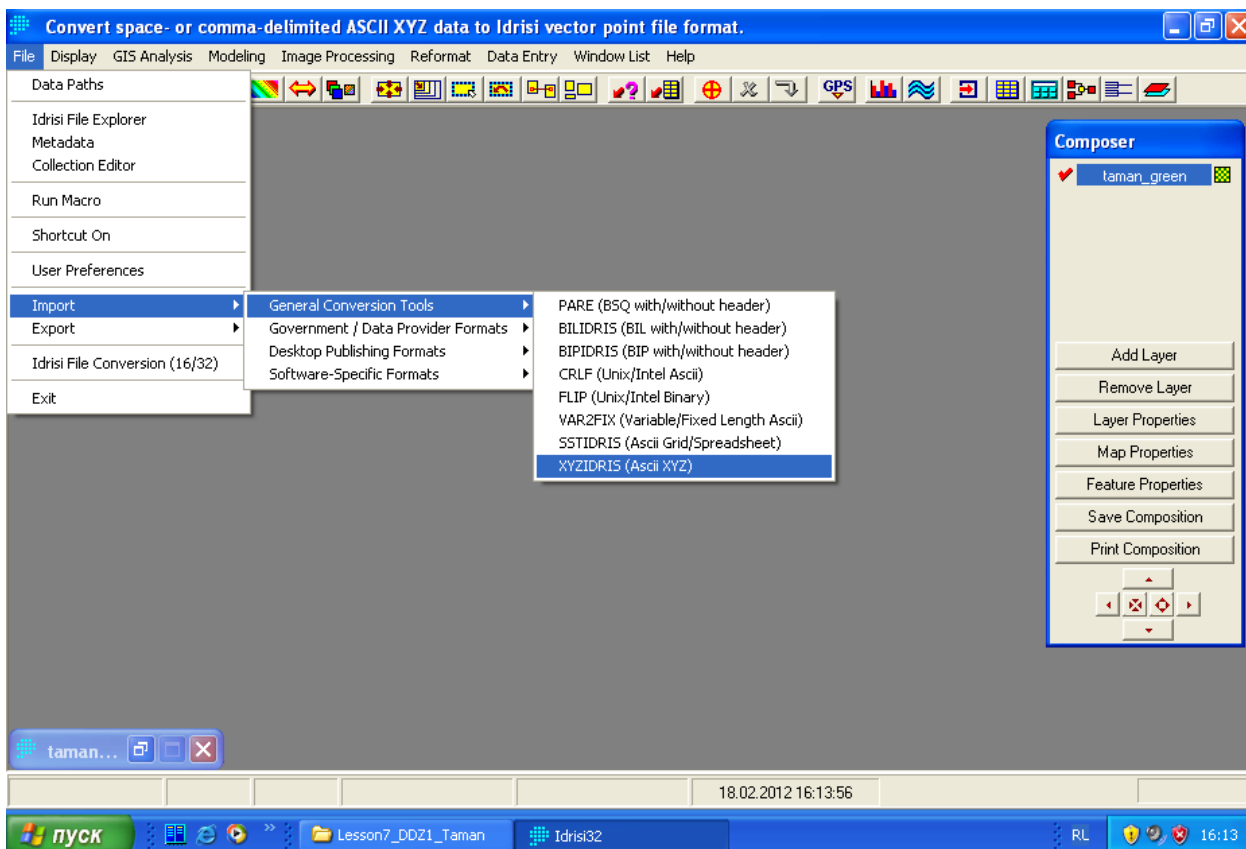




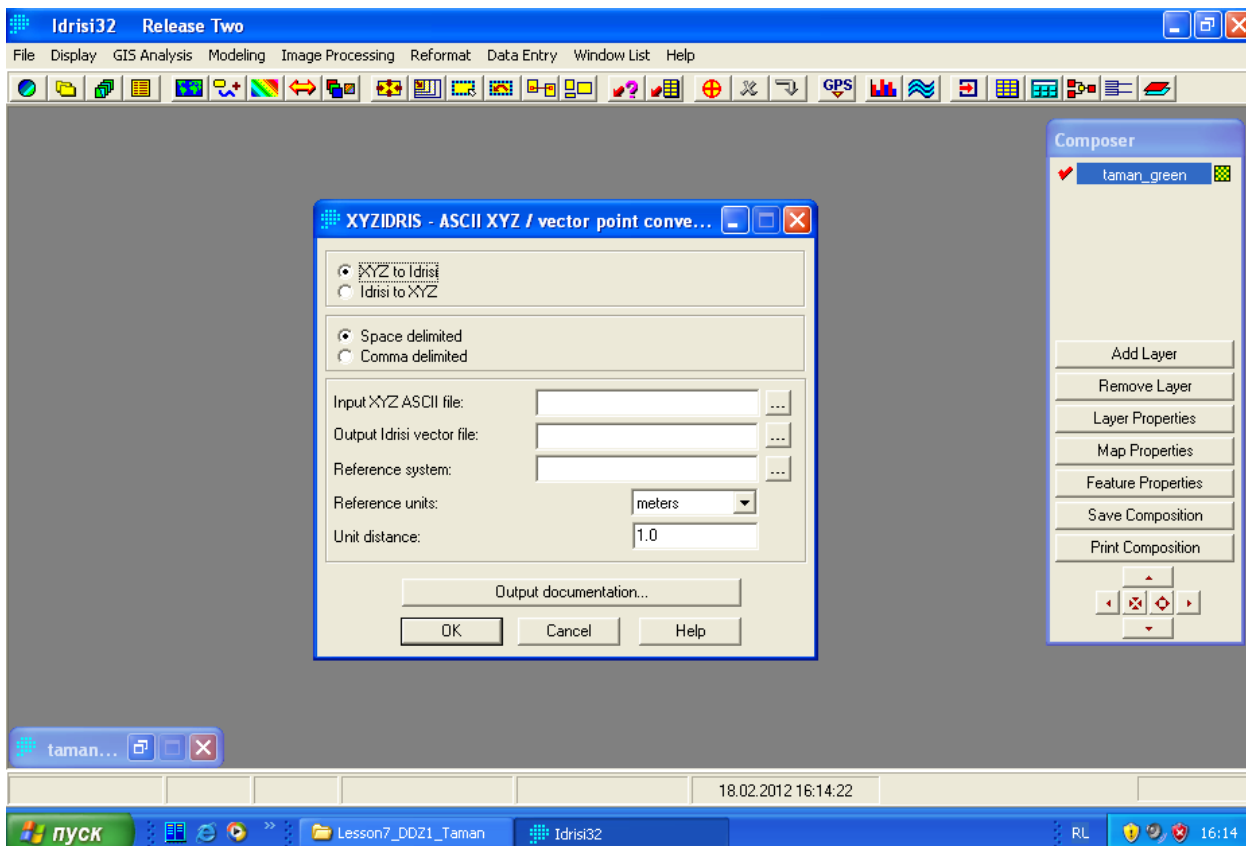


Точку с известными координатами наносятся через несколько опций:

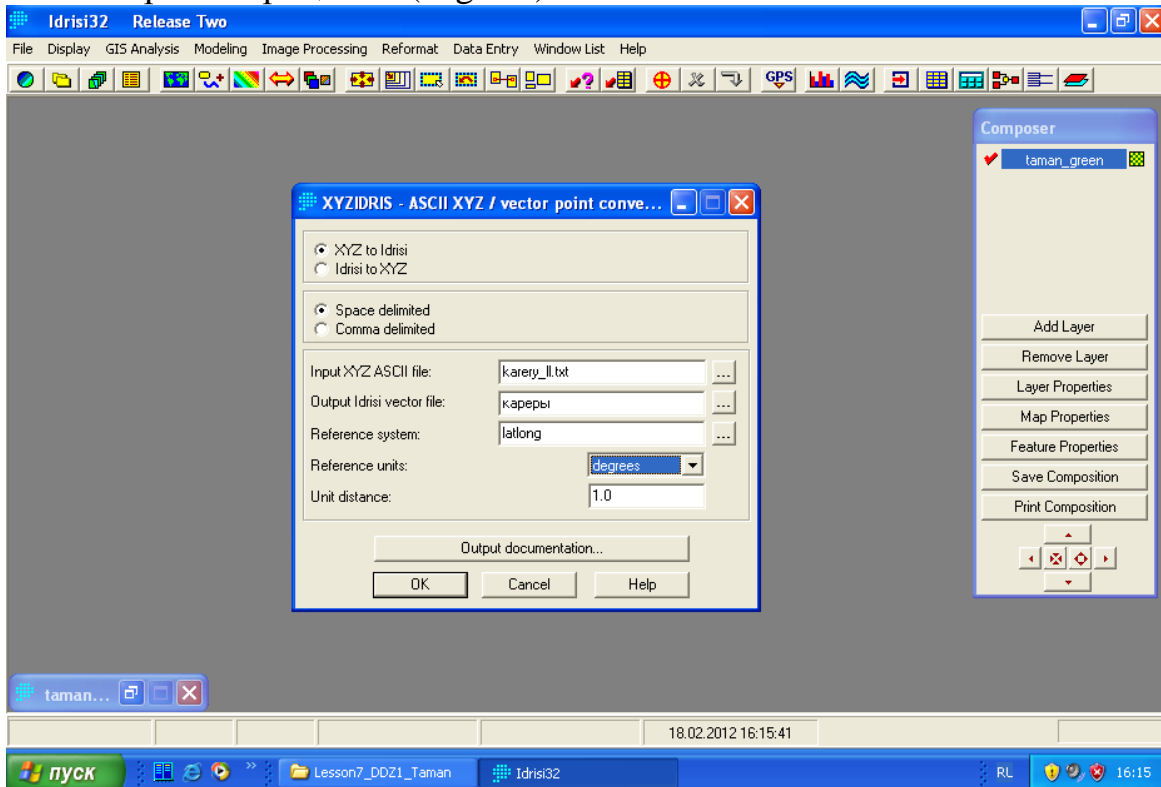
2 – Импортируем найденный файл как показано на скриншоте.



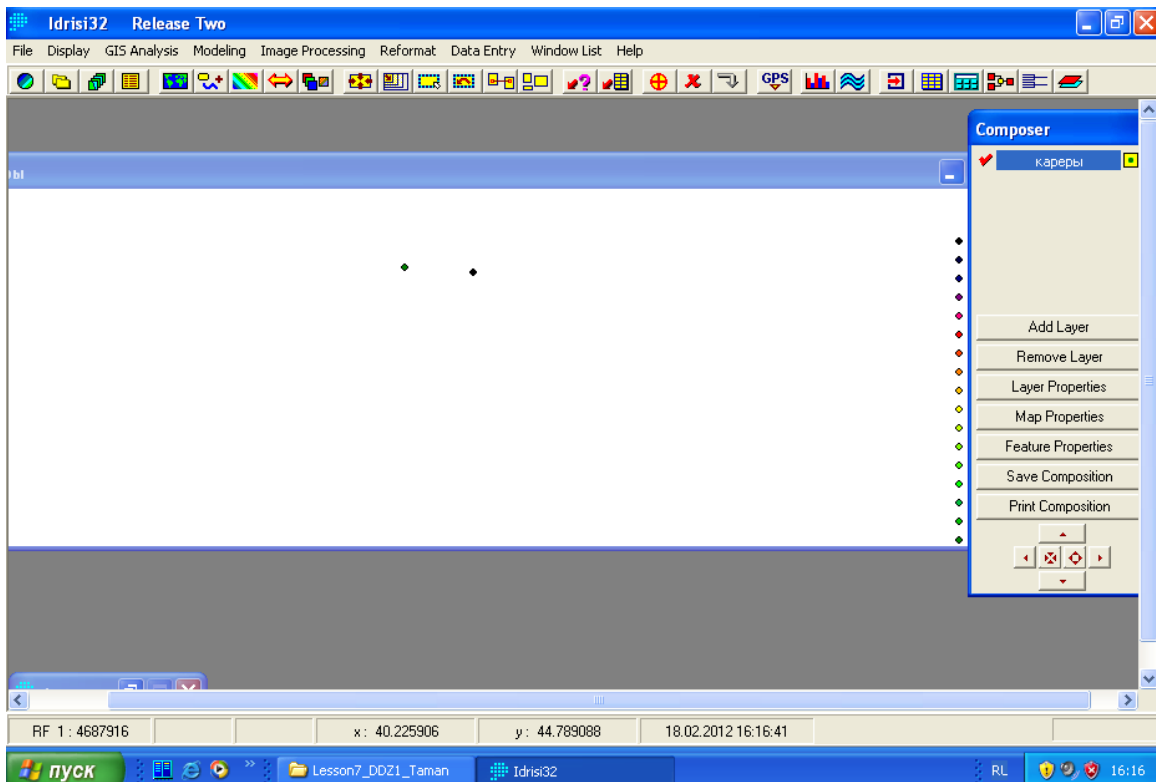
3 – отмечаем XYZ to Indrisi



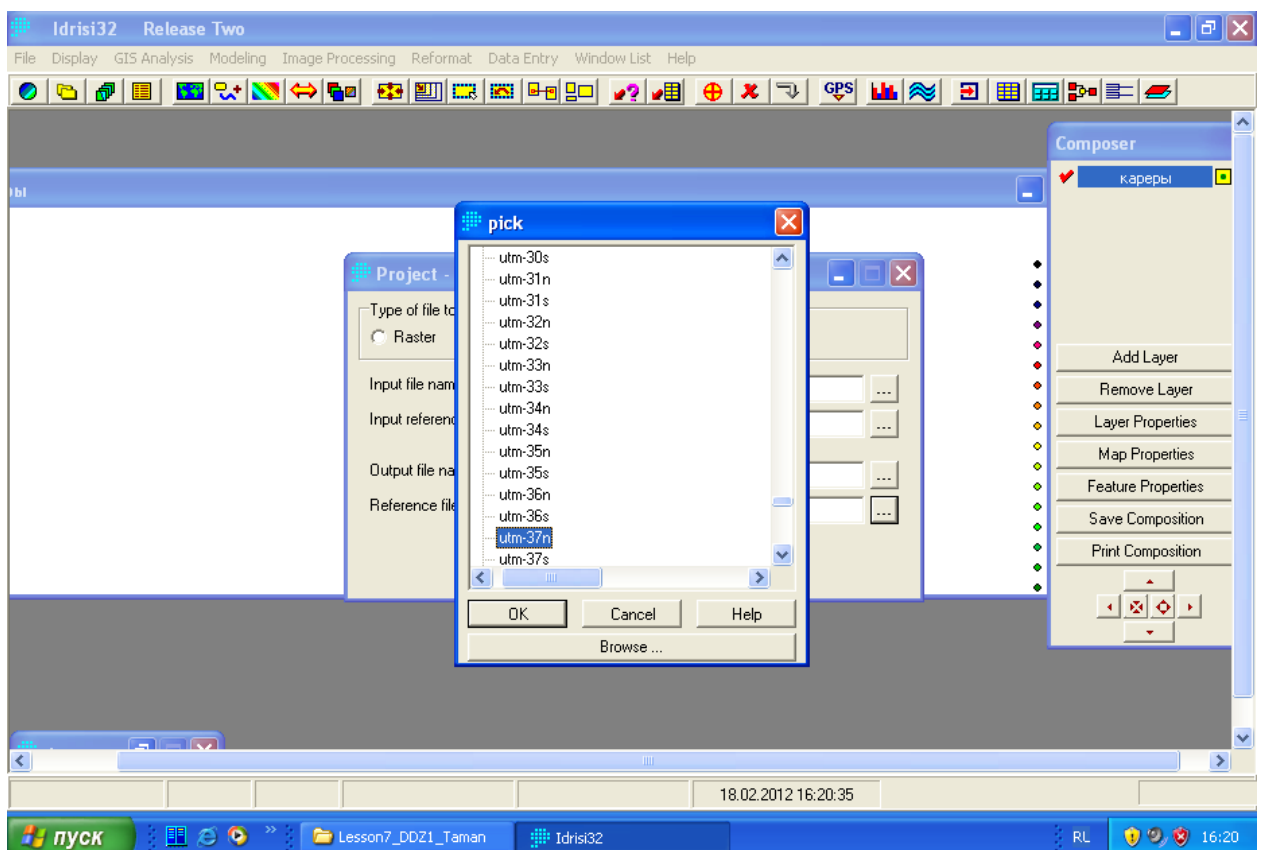
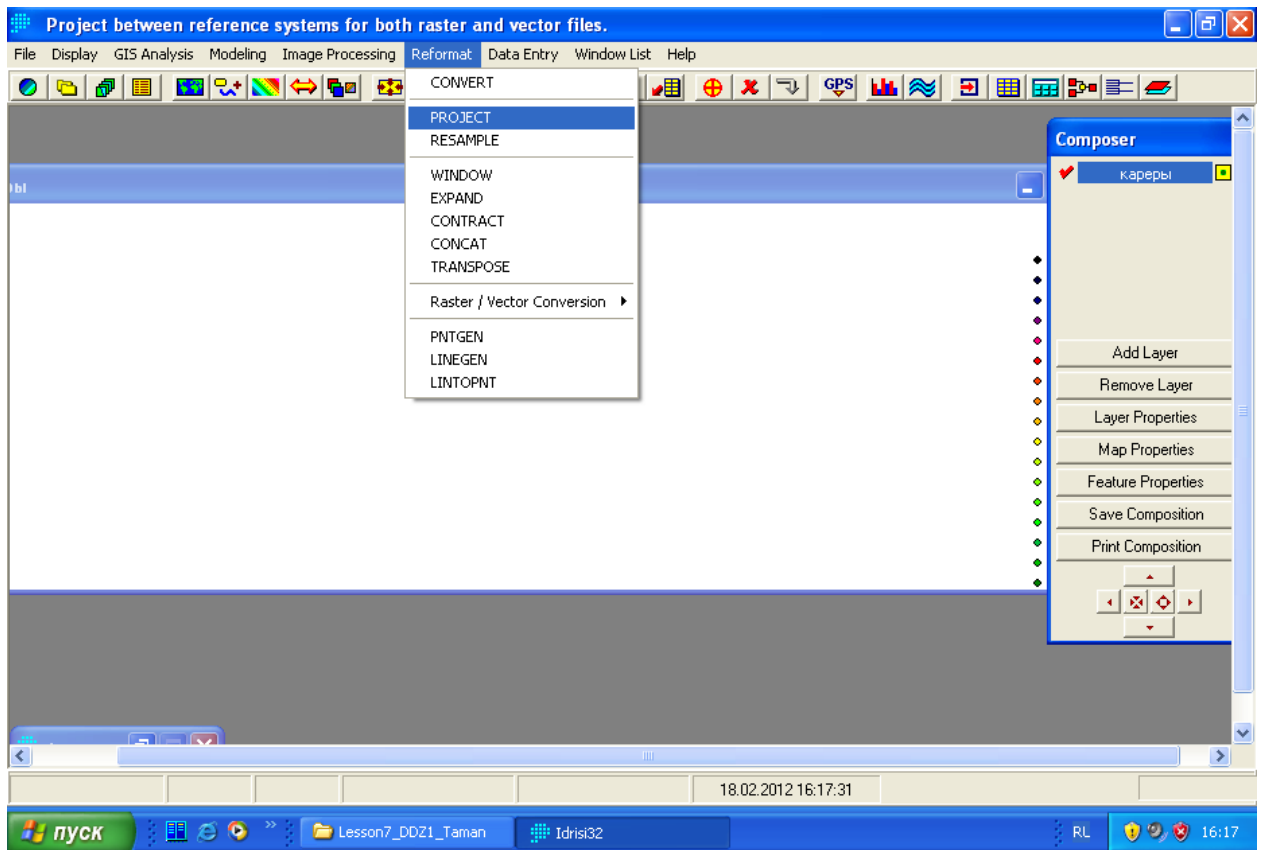
4 – Заполняем открывшуюся таблицу: в первой строке найти нужный файл с точками → ОК; вторая строка свое название (искомый объект – в данном случае карьеры); в третьей выбираем редактор latlong; в четвертой строке меняем метры на проценты (degrees) → ОК!!!



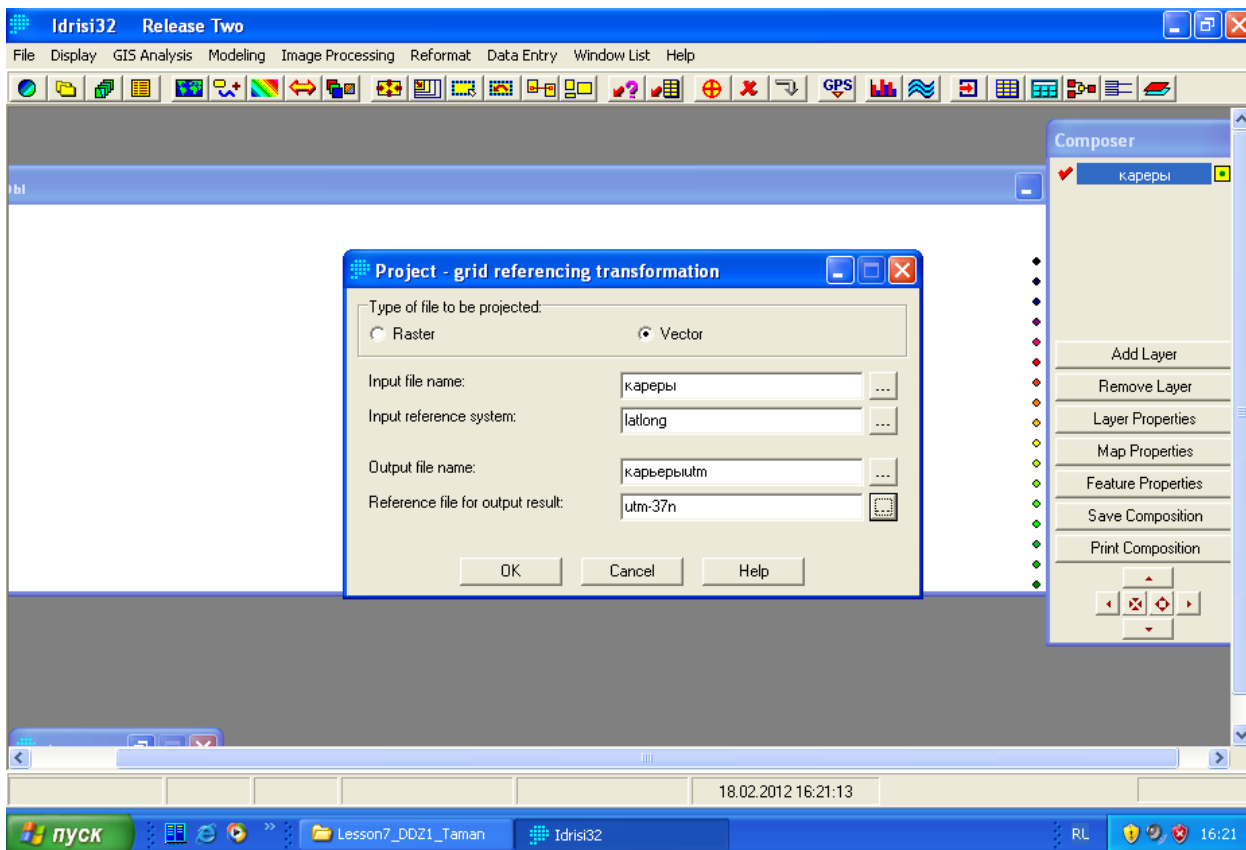
5 – Находим точки, обозначающие карьеры с заданными координатами: Через опцию Add Layer → Vector Layer → найти файлы с точками из пункта 2 → ОК!!!



6 – Производим реформацию точек (карьеров) на космоснимок как указано в данном окне:



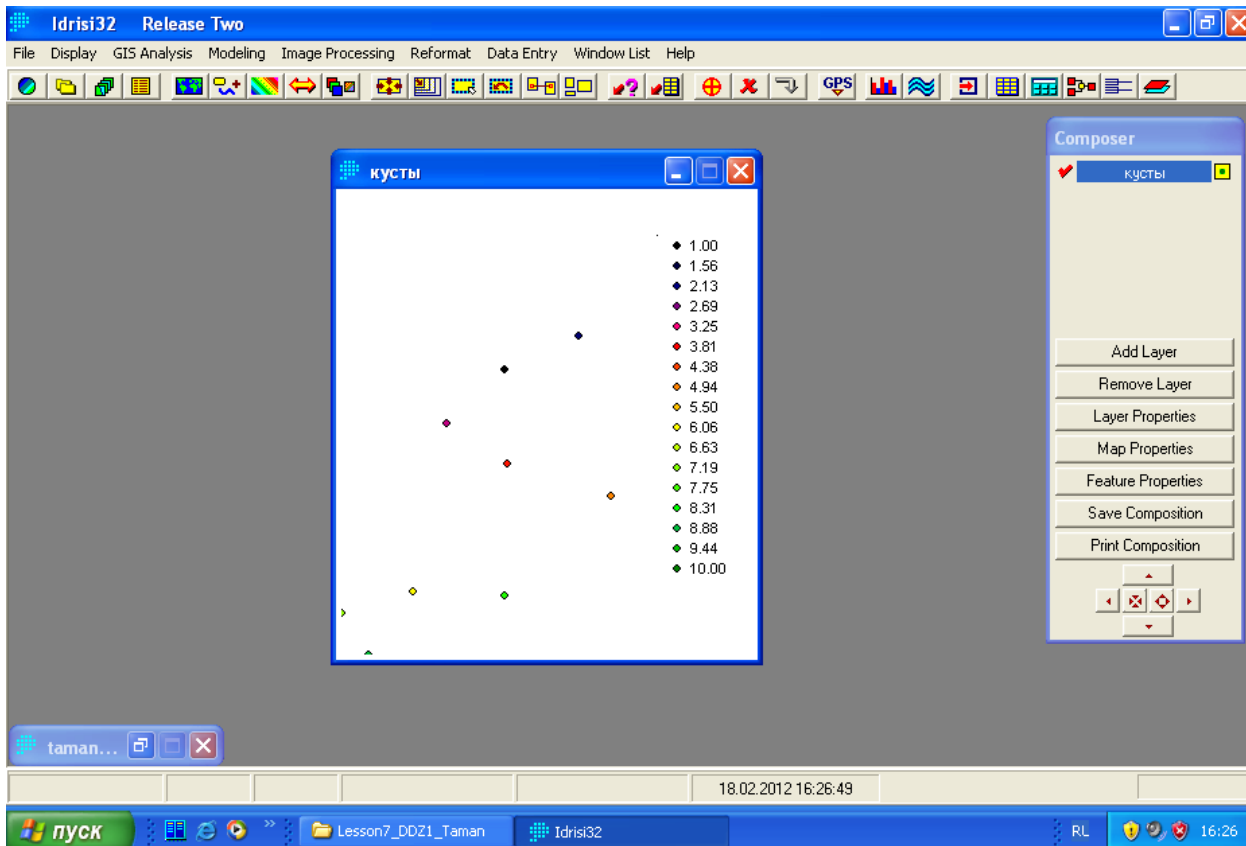
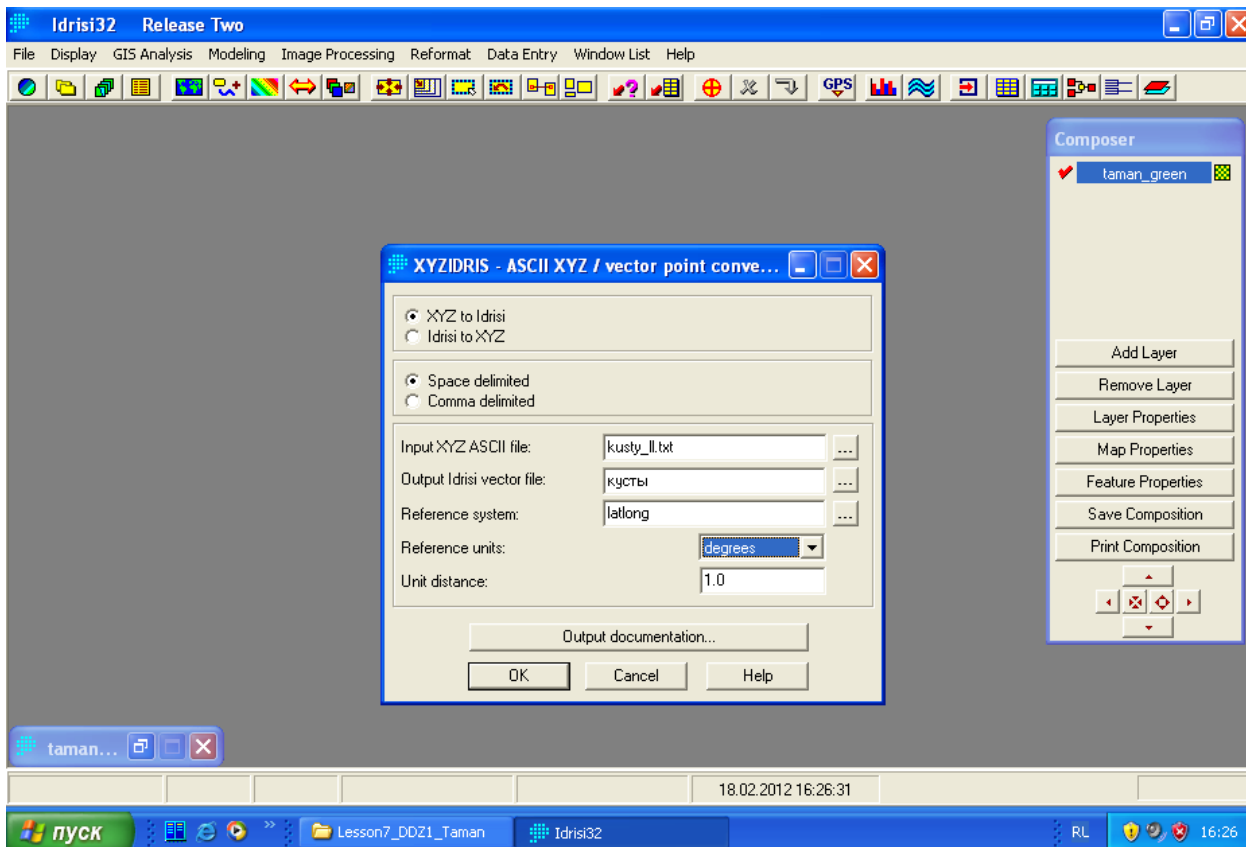
7 – При раскрытии таблички Project, отмечаем пункт Vector и производим заполнение таблицы: в первой строке находим файл с точками из пункта 1; вторая строка автоматически отмечаем редактор latlong; в третьей свое название, в нашем случае – карьеры; в четвертой строке находим редактор, совпадающий с редактором в картах, на которые надо нанести точки → ОК!!!

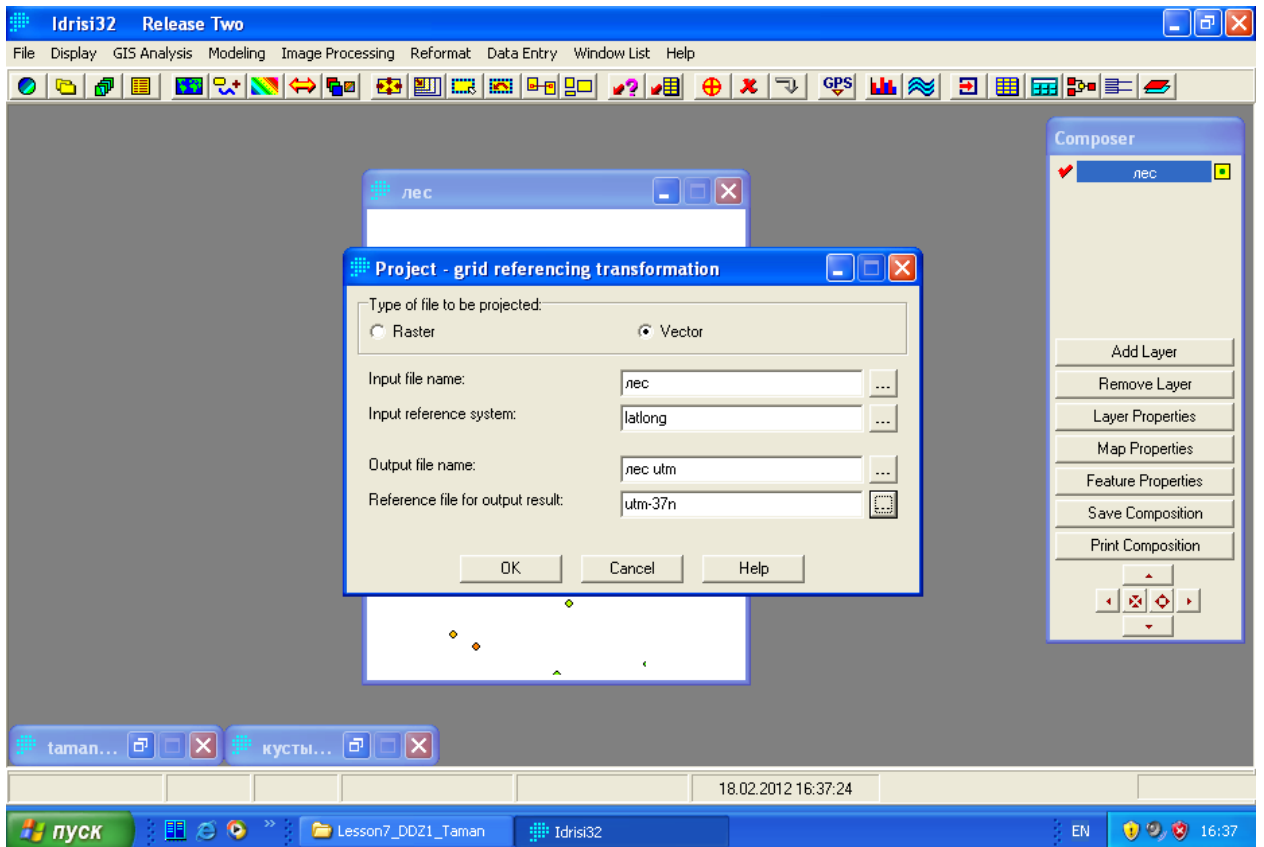
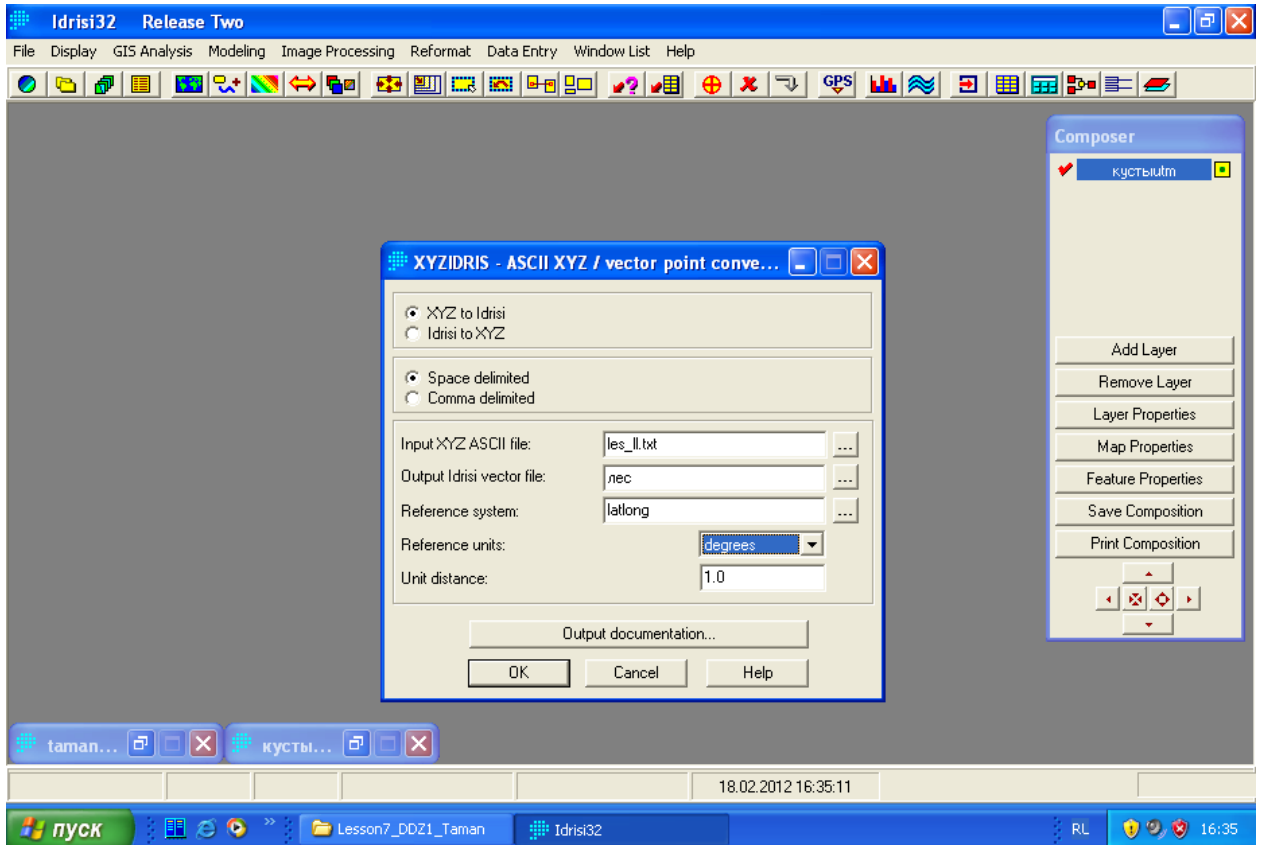


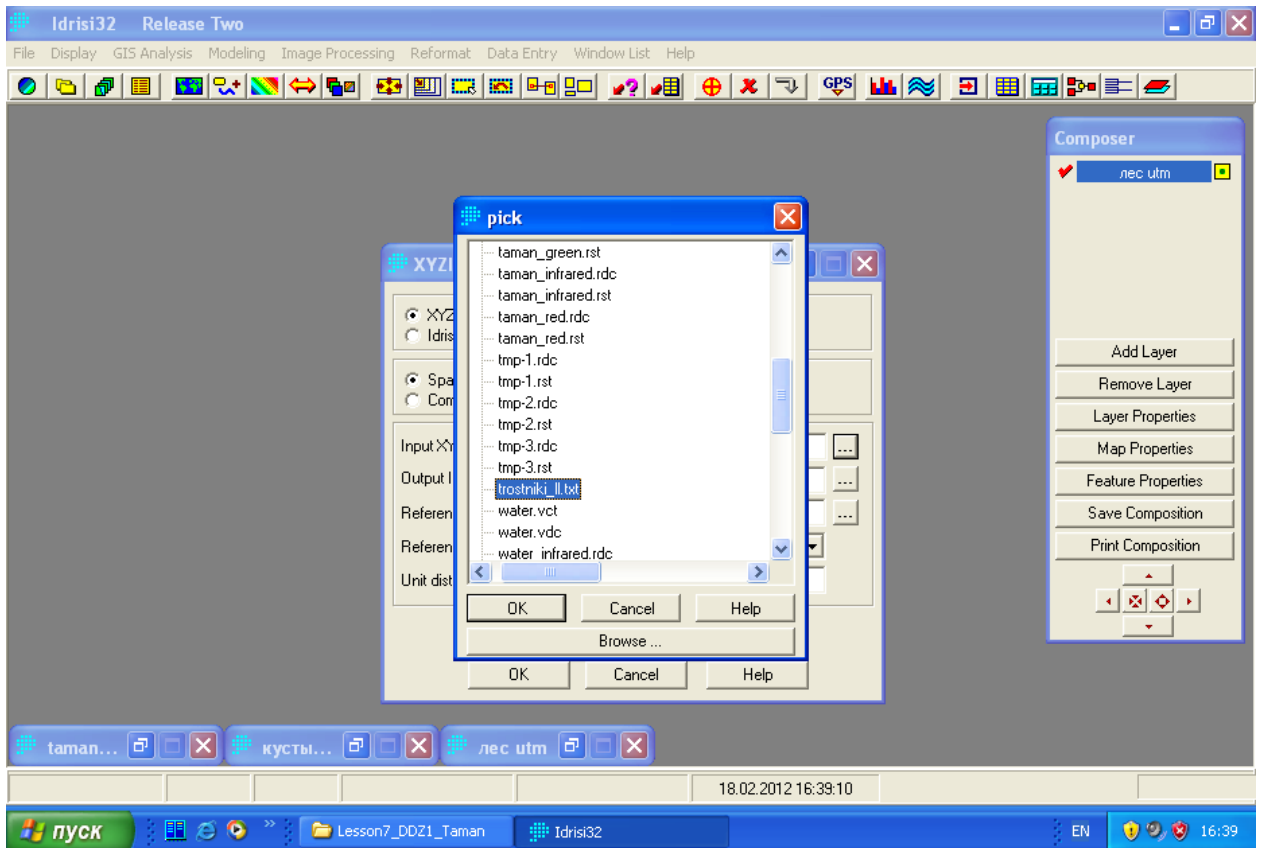
Если «вытащить» растровое изображение карты (космоснимок) и сверху наложить слой с векторным изображением точек, то мы найдем месторасположение карьеров на космоснимке.

Те же операции производим с остальными объектами, заданными в виде точек с известными координатами.

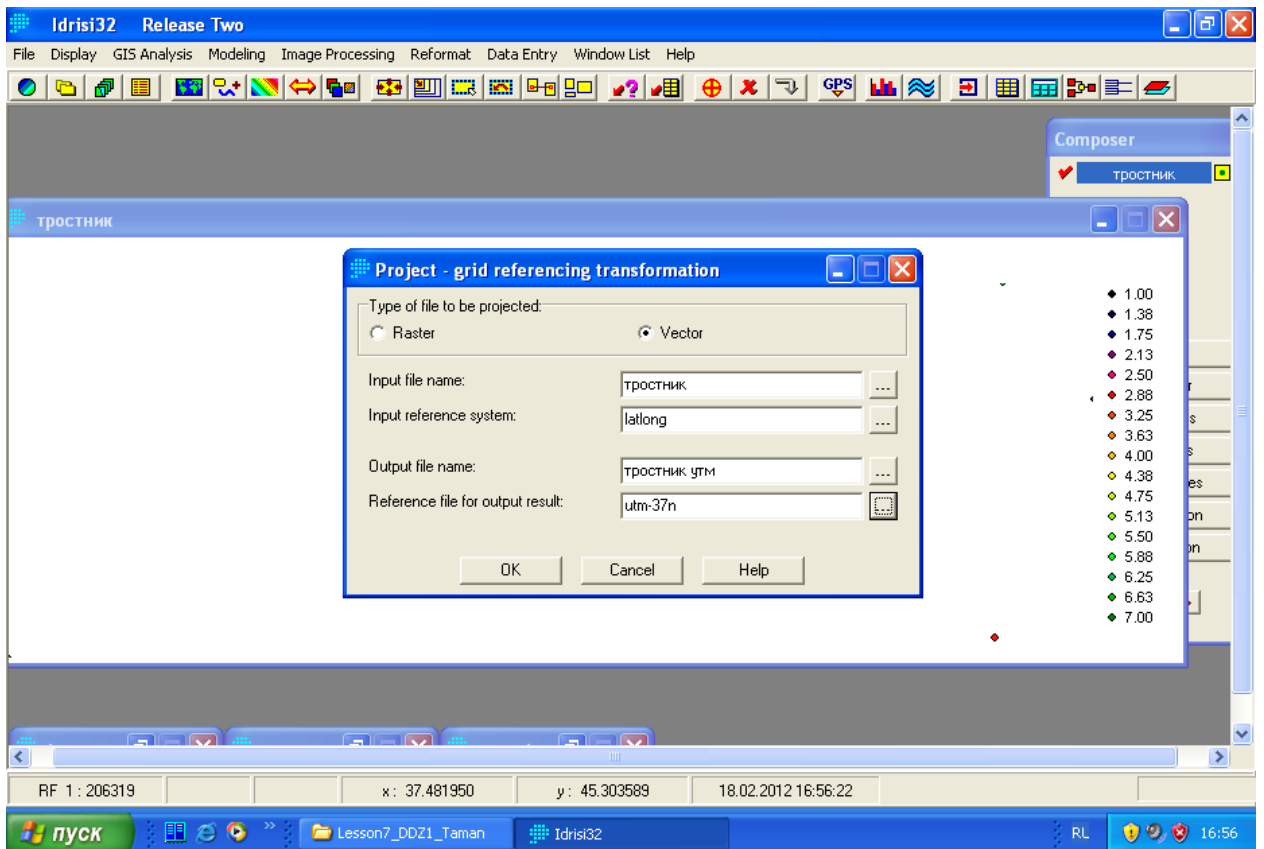
КУСТЫ



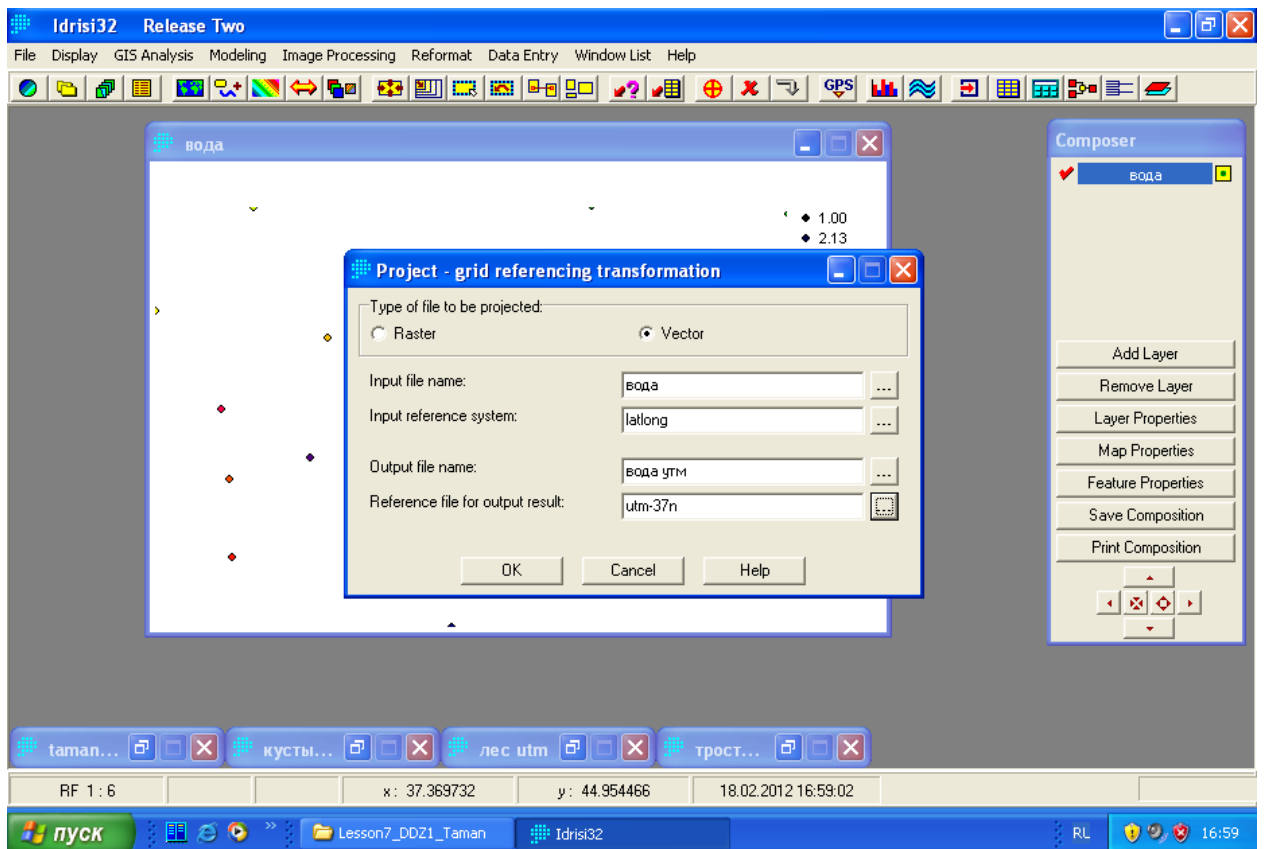
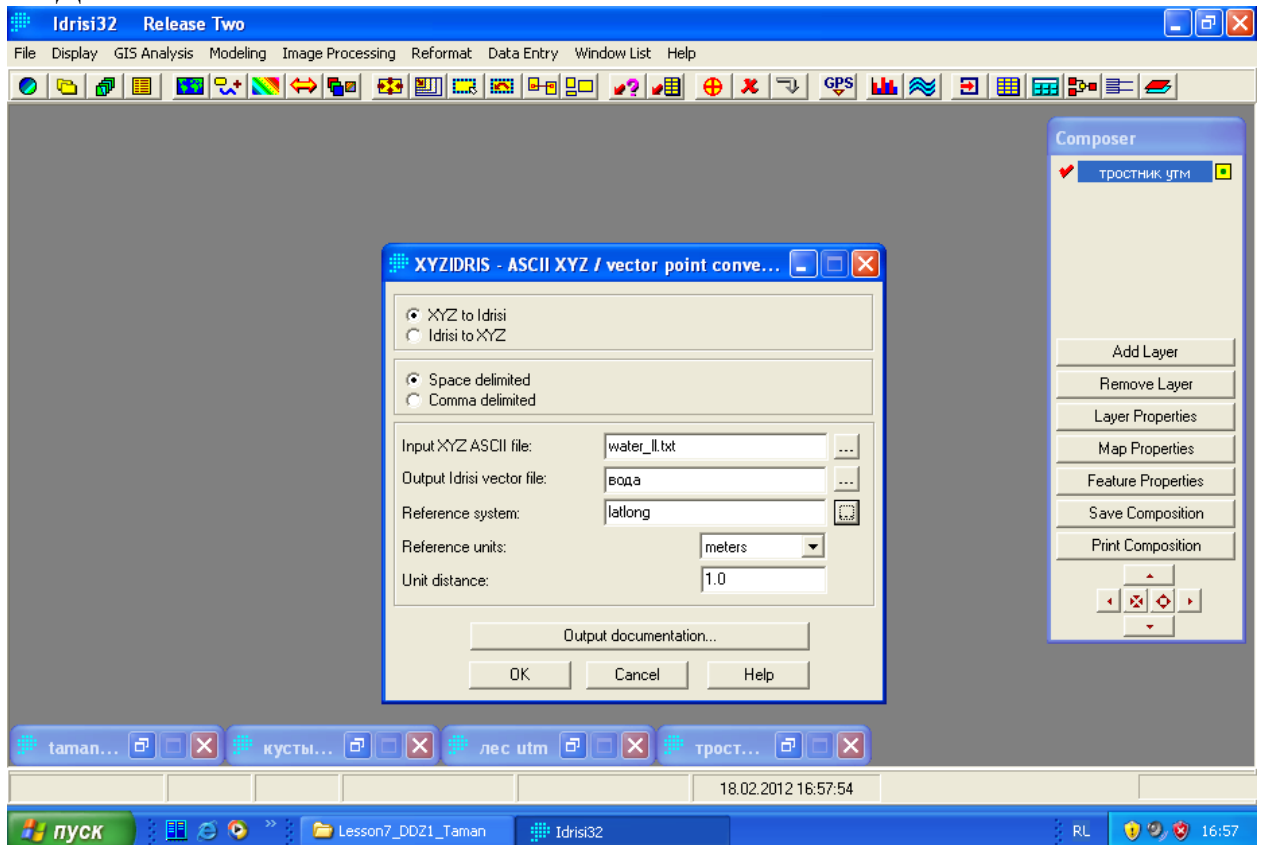


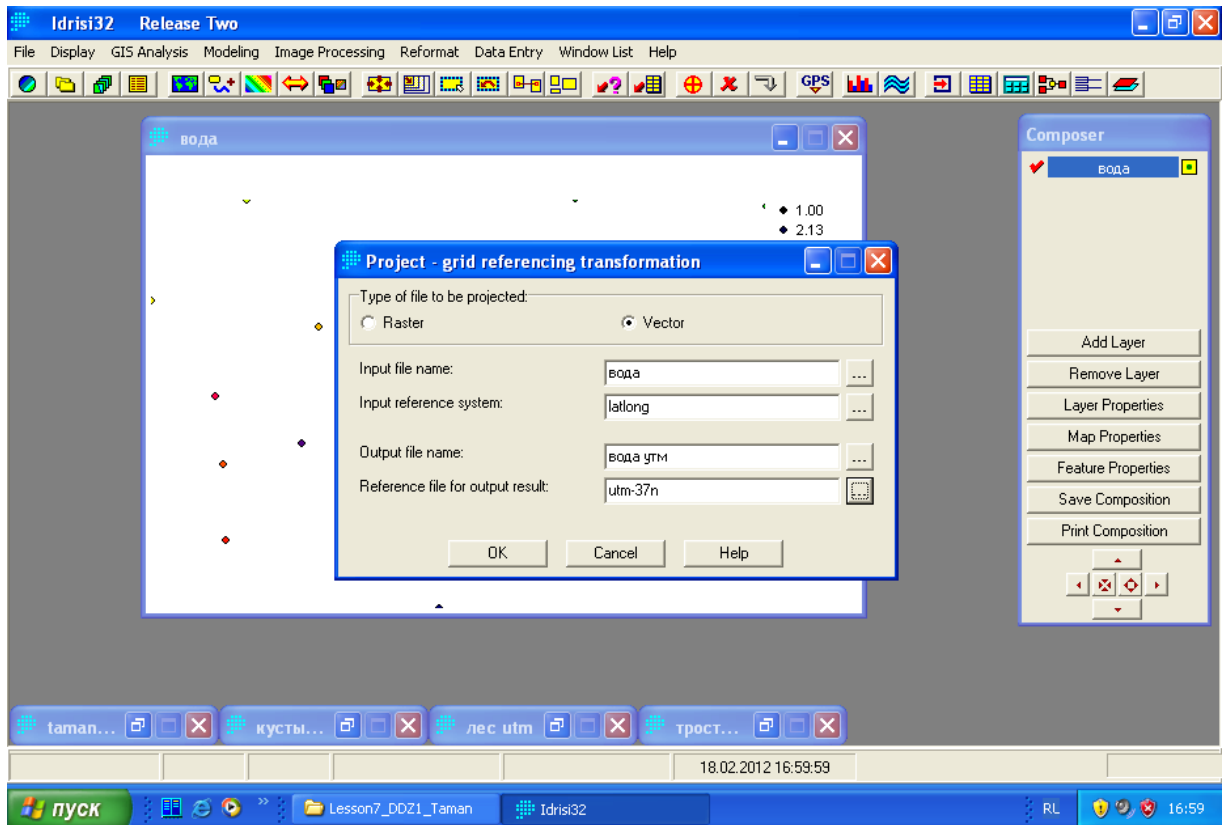


ТРОСТНИКИ

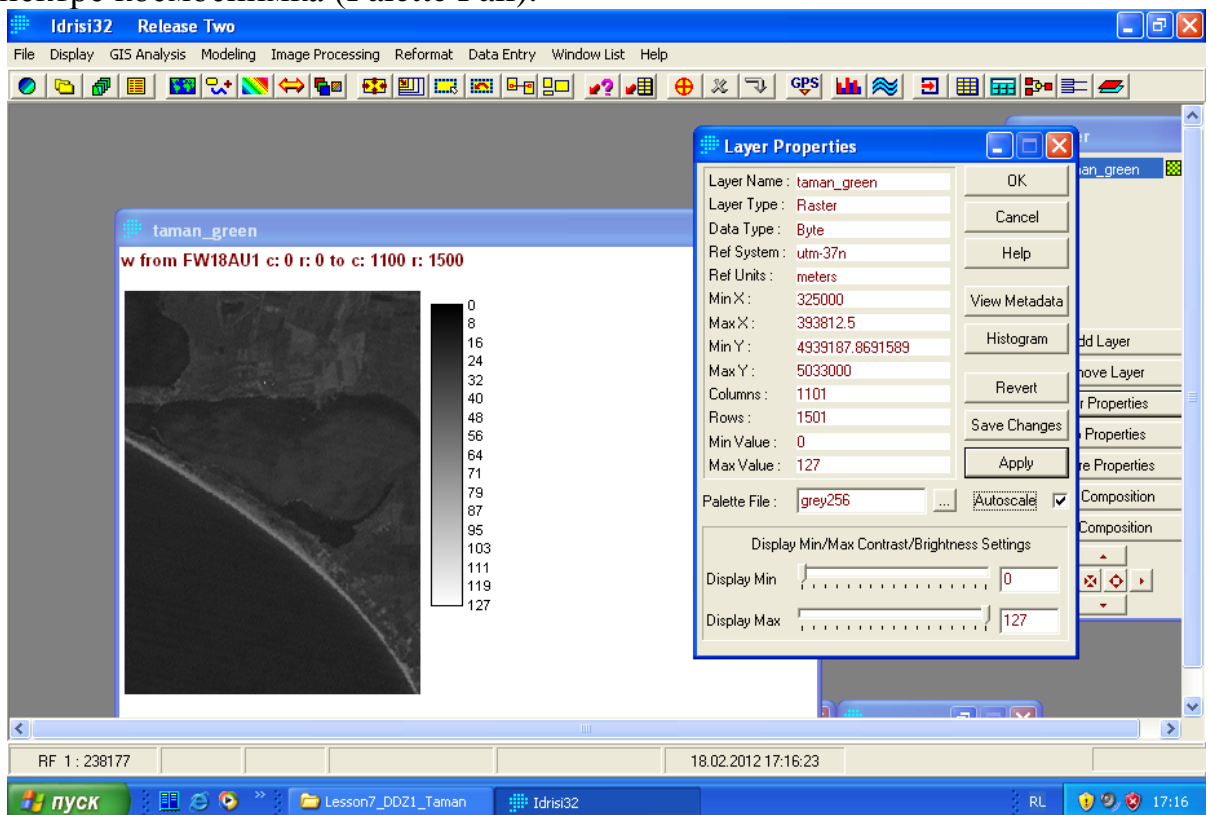


ВОДА

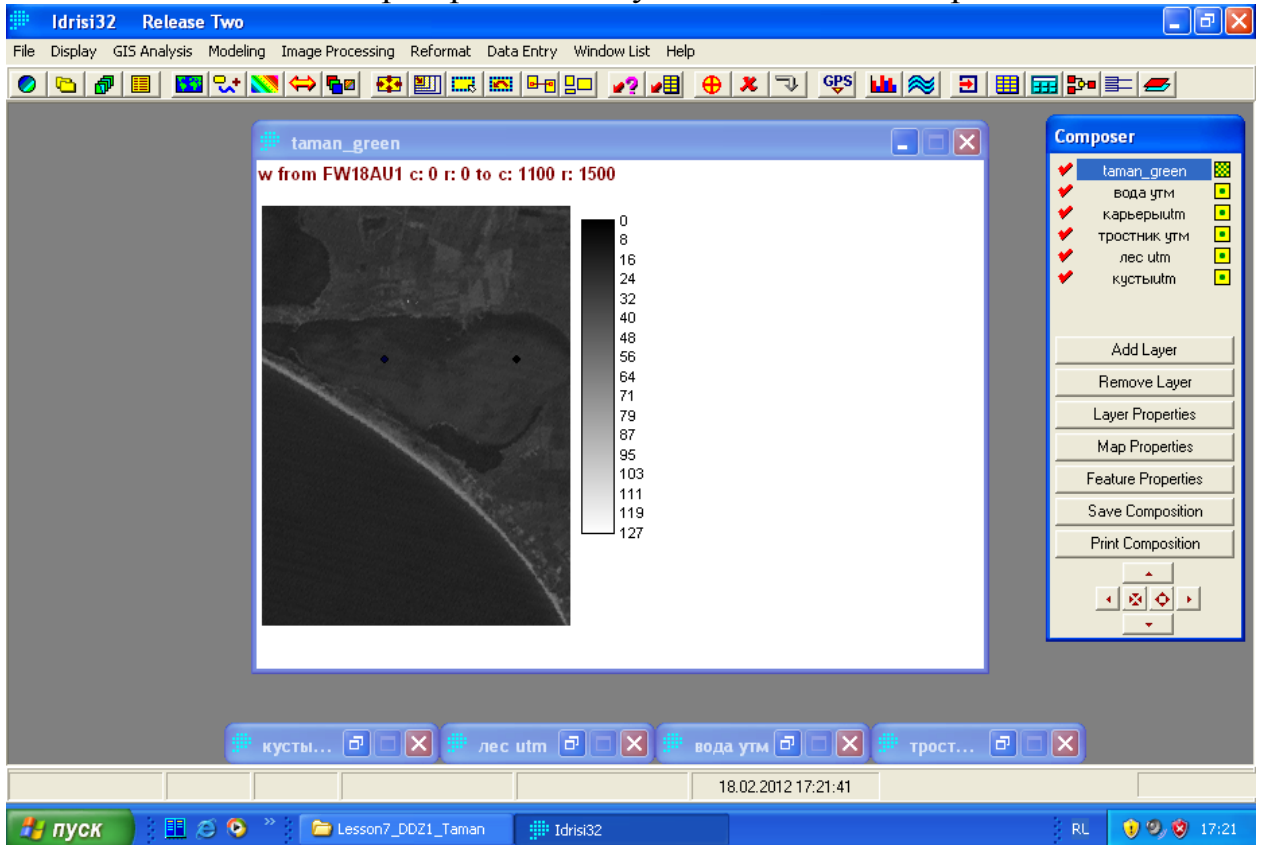




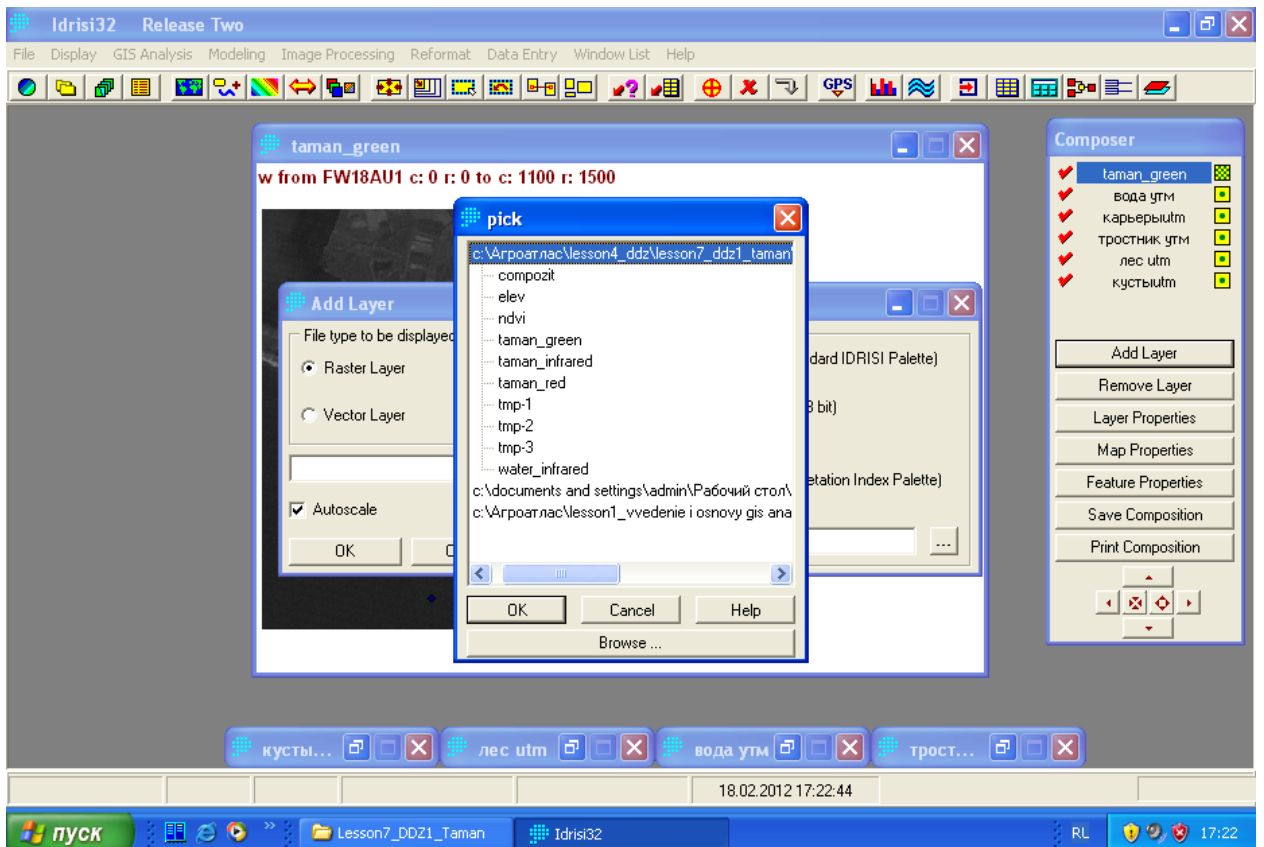
8 – Ставим значок на опции Autocade. Здесь видно, что мы работаем в сером спектре космоснимка (Palette Fail).

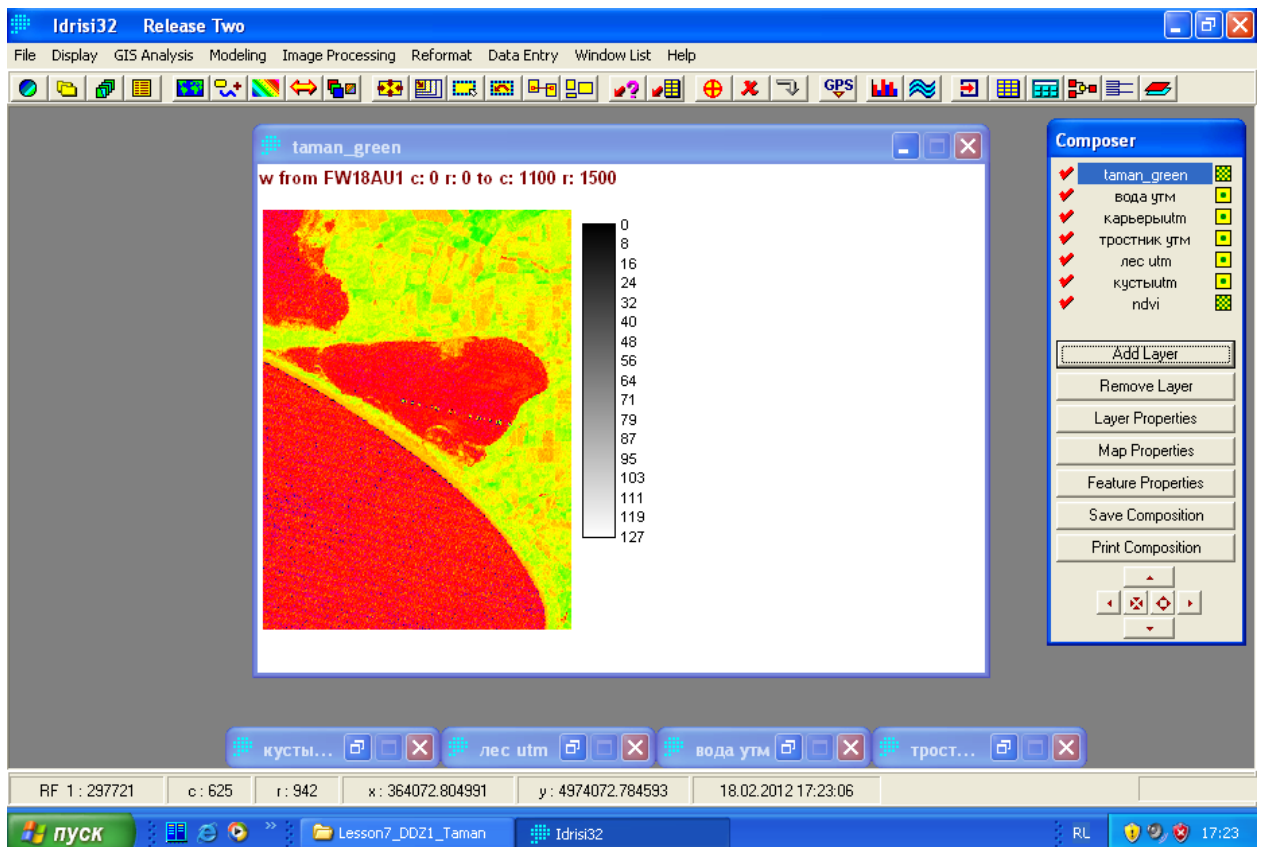


9 – Наносим все слои – растровый внизу... потом все векторные с точками.



///





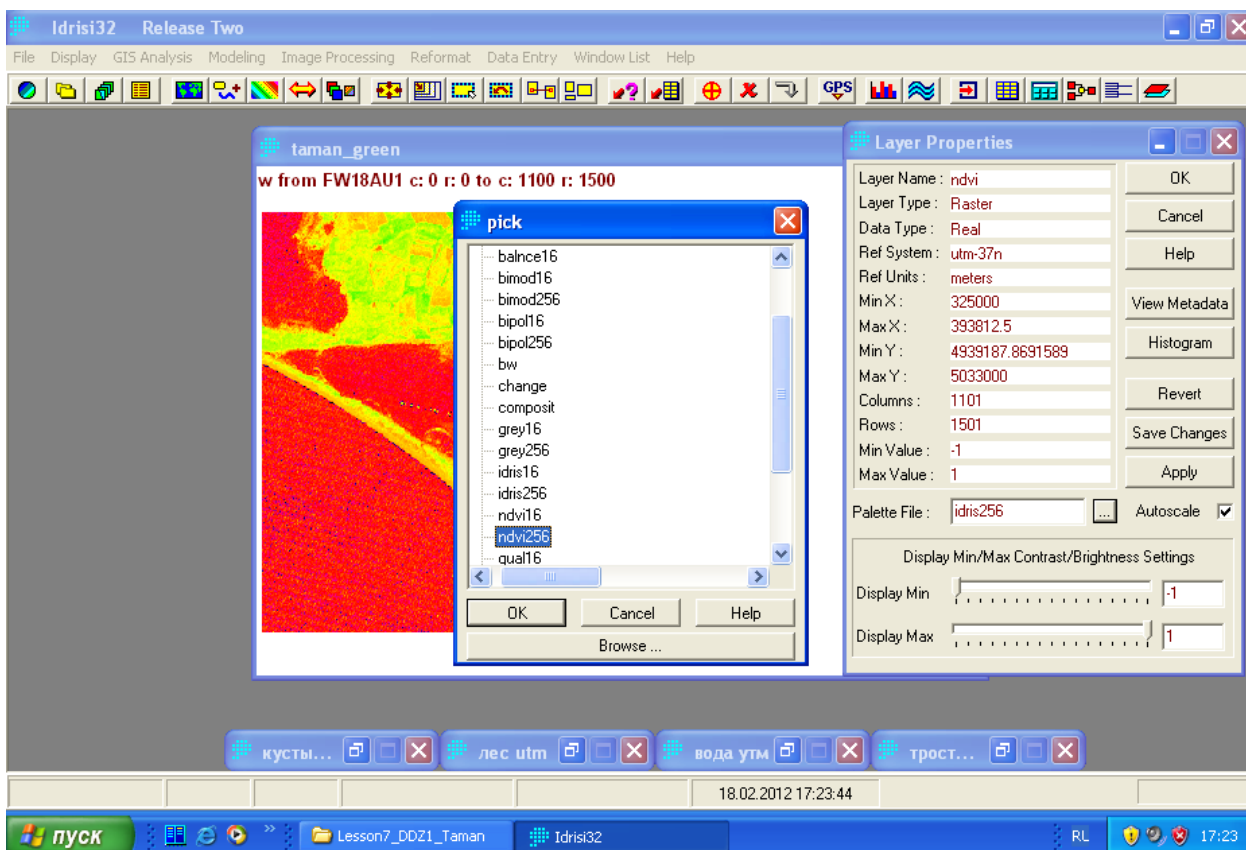
Каждый из рассматриваемых объектов имеет свое числовое значение на космоснимке. Для правильной дешифровки каждого объекта, космоснимки необходимо перевести в выгодный (наиболее воспринимаемый зрительно) цветовой спектр. Для дешифрования в наличии должно быть не менее трех цветовых гамм одинаковых снимков. Для каждого объекта на поверхности Земли удобен конкретный спектр. Так, например, растительность дешифрируется на космоснимке спектром NDVI (композит), который является составным, т. е. полученным искусственно с помощью опции «калькулятор» математическим способом – вычислением двух имеющихся в наличии слоев (инфракрасного и красного). NDVI получается путем деления разницы инфракрасного и красного слоя (в числителе) на сумму этих же двух слое (в знаменателе).

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{инфракрасный слой} - \text{красный слой})}{(\text{Инфракрасный слой} + \text{красный слой})}$$

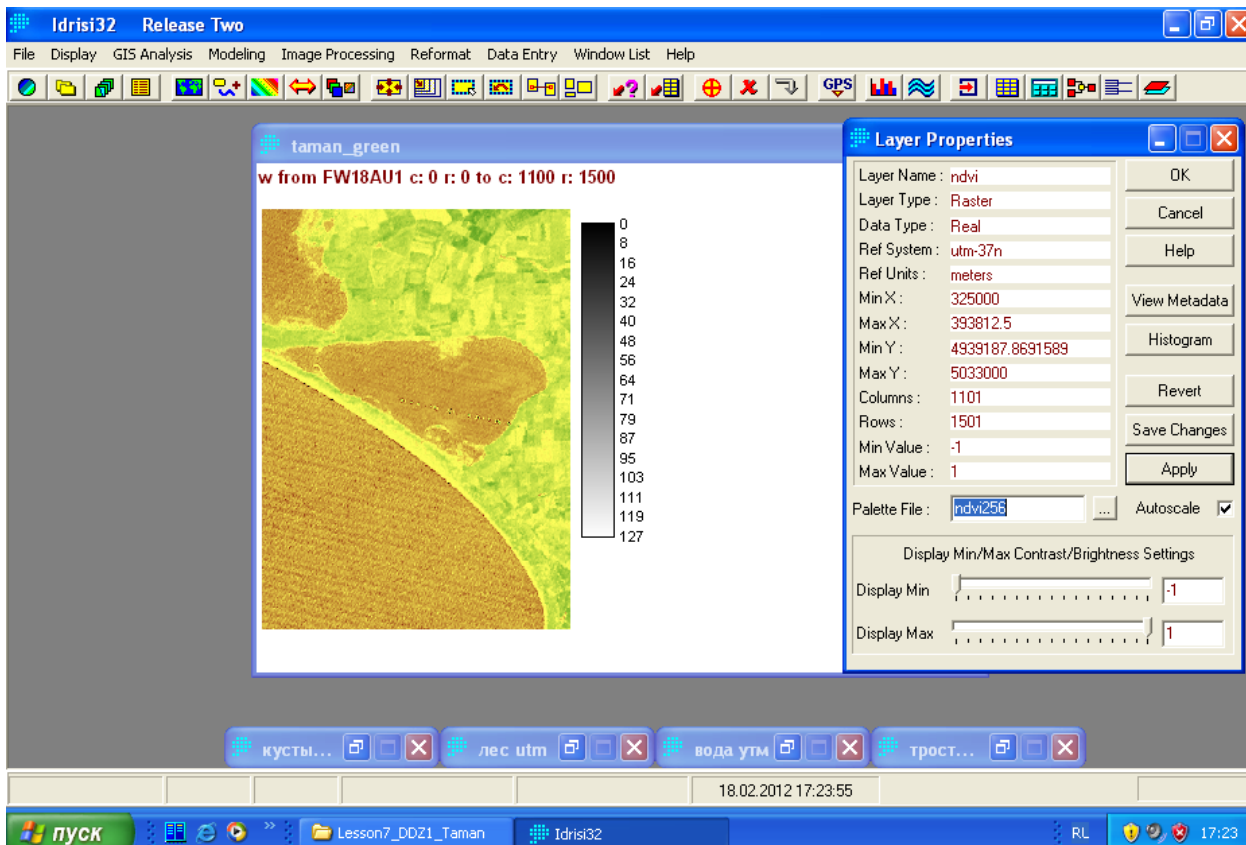
К двум имеющимся слоям нужен еще один слой с зеленым спектром. Если нам нужен NDVI слой, то в табличке, где указан цвет нужно заменить указанные цвета на нужные нам. Например, где указан Bly указать зеленый; Green указываем красный и Red – инфракрасный.

Для воды обычно выбирают зеленый или синий спектральный слой.

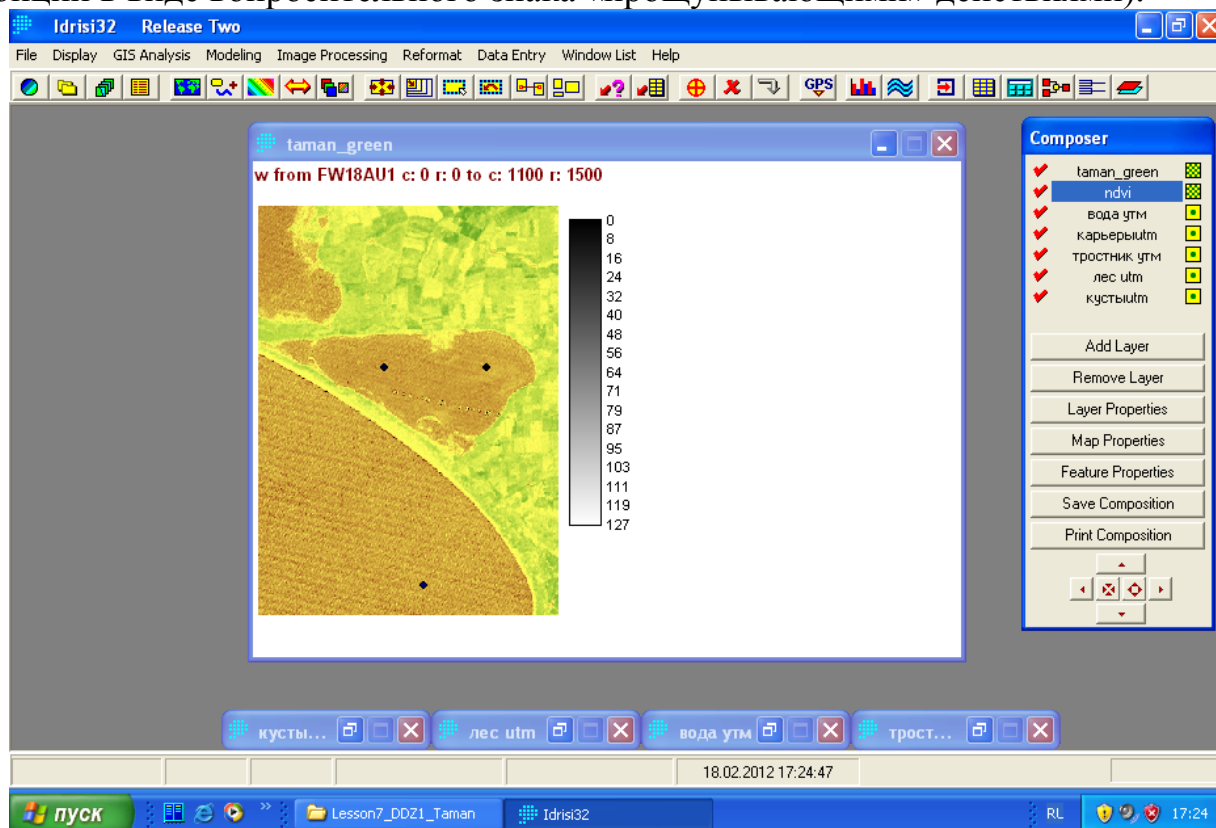
10 - Поиск одного и того же объекта рекомендуется осуществлять в разных спектральных слоях, в том числе и в сером.



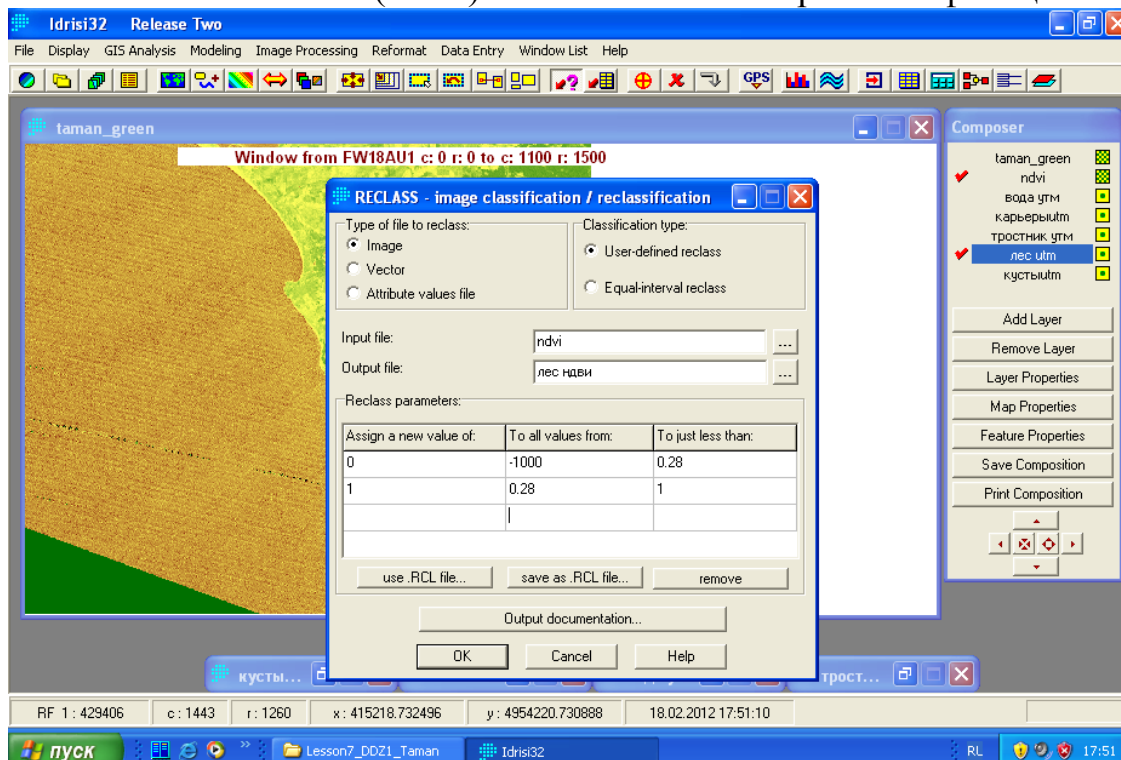
На этом изображении (внизу) указана работа с космоснимком в цветовой гамме NDVI.



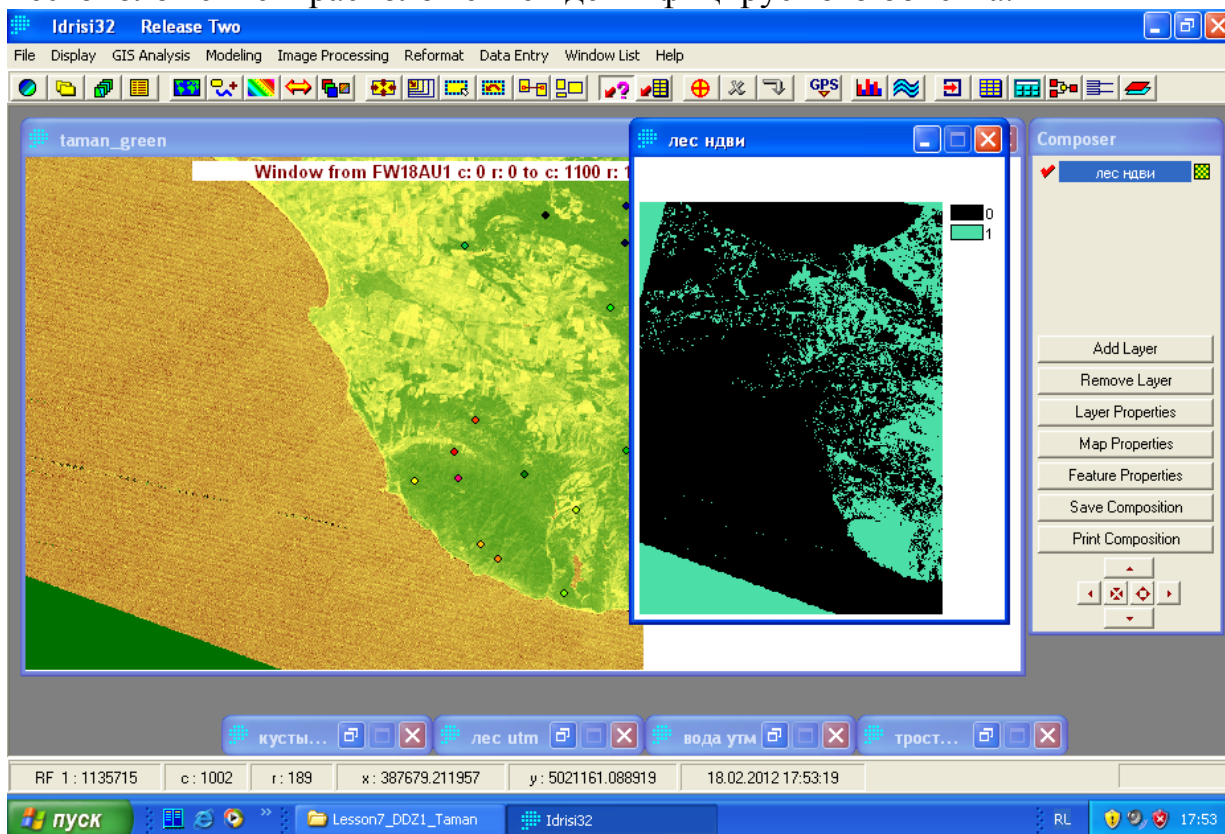
11 - В данном слое идентифицируем на космоснимке растительность. В нашей задаче – это лес, кусты и тростники. Для идентификации разных видов растительности (лес, кусты тростники) необходимо применить высотную шкалу, т. к. данные объекты различаются по высоте (это делается с помощью опции в виде вопросительного знака «прощупывающими» действиями).



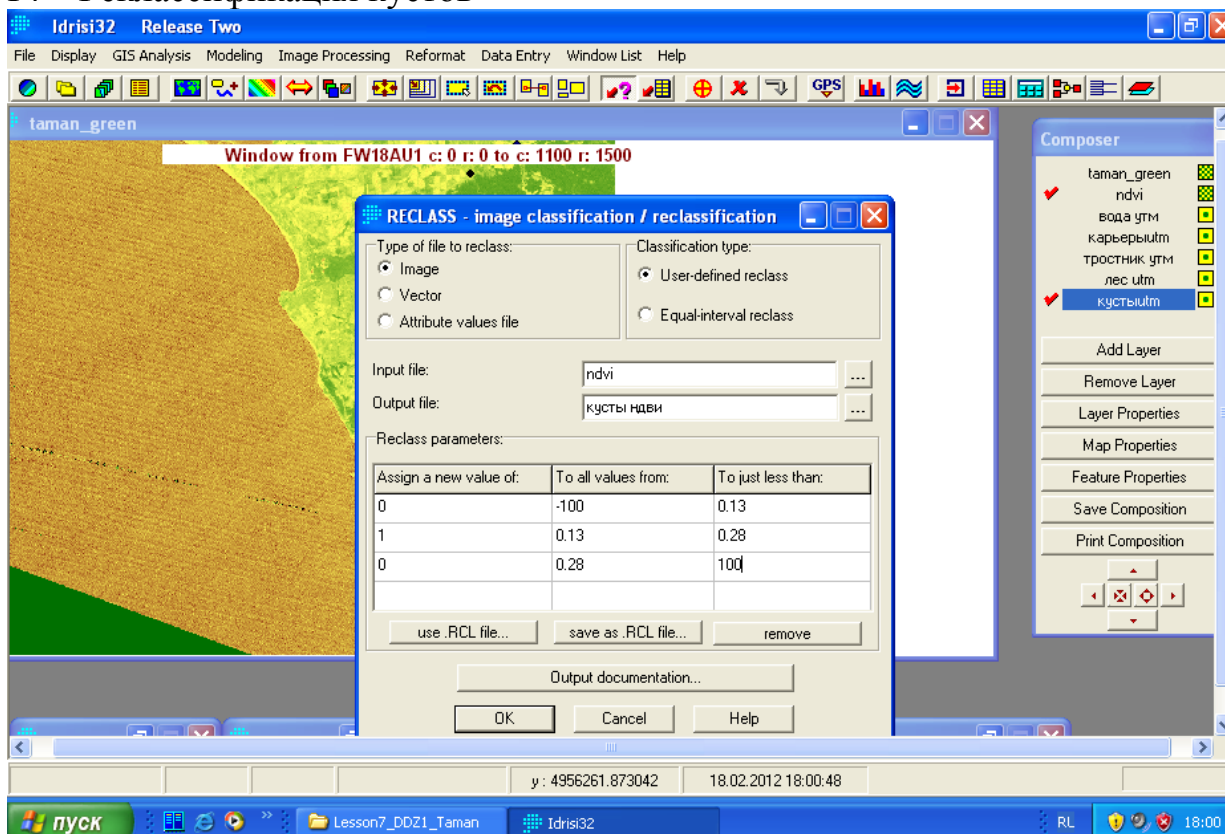
12 – Далее проводим реклассификацию каждого объекта, то есть задаем точки min и max. В окне (ниже) показана высотная реклассификация леса.



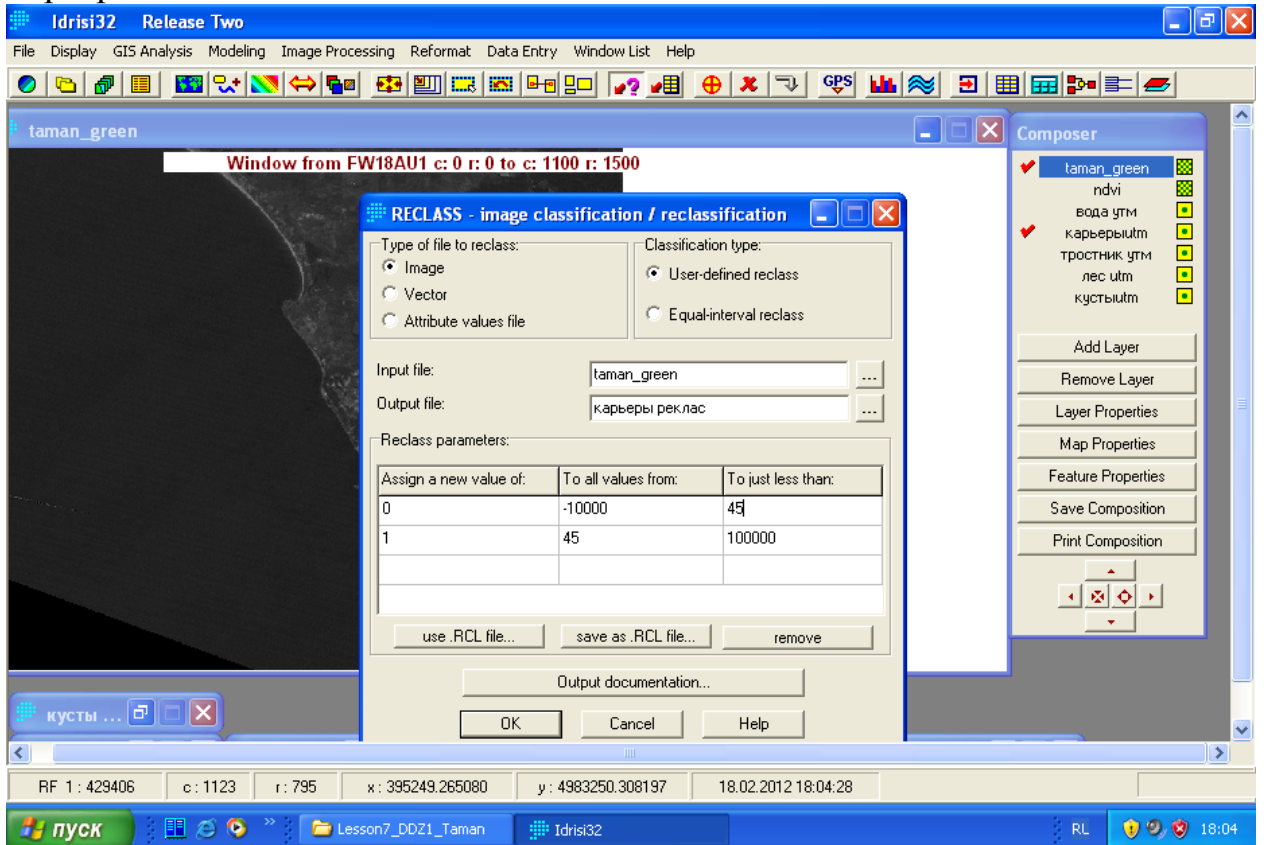
13 – После проведенных манипуляций получаем слой, указывающий местоположение и расположение идентифицируемого объекта.



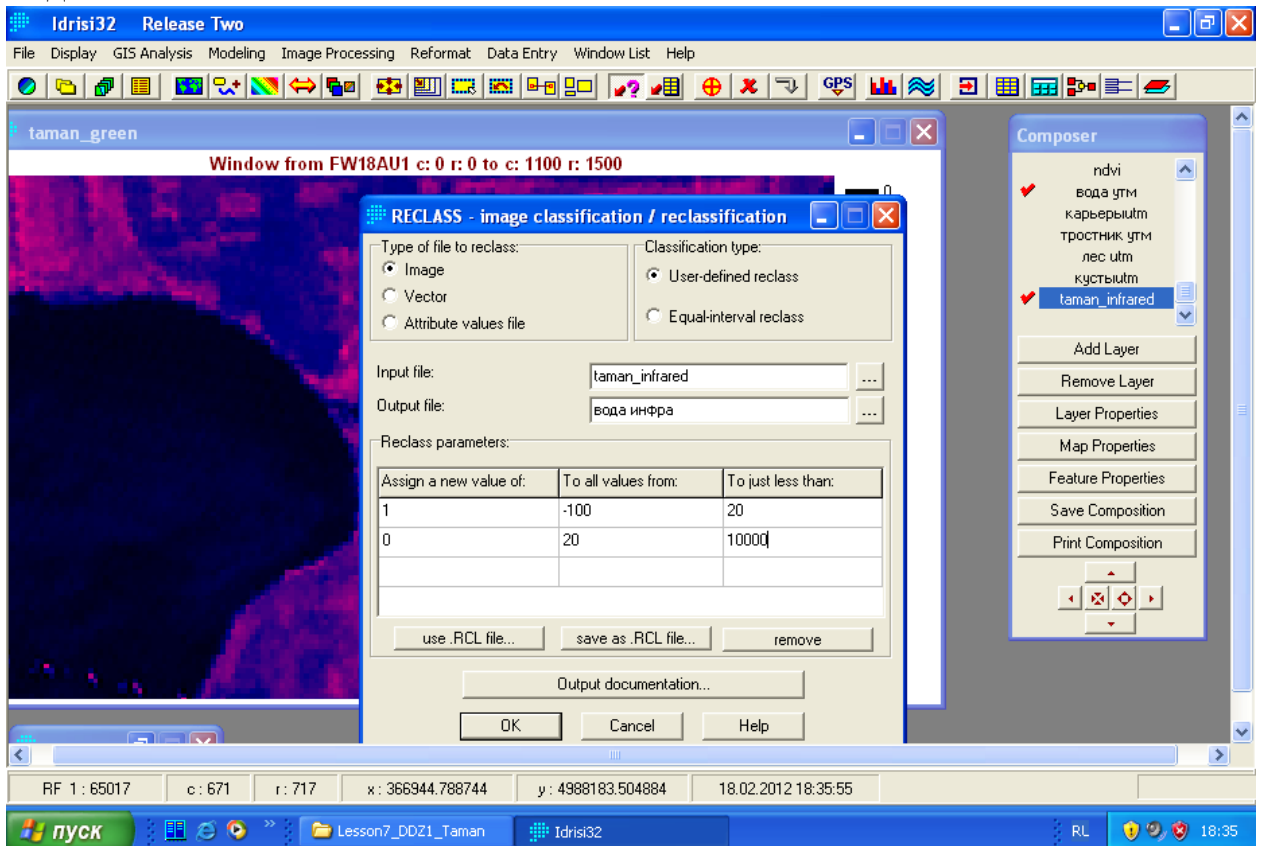
14 – Реклассификация кустов

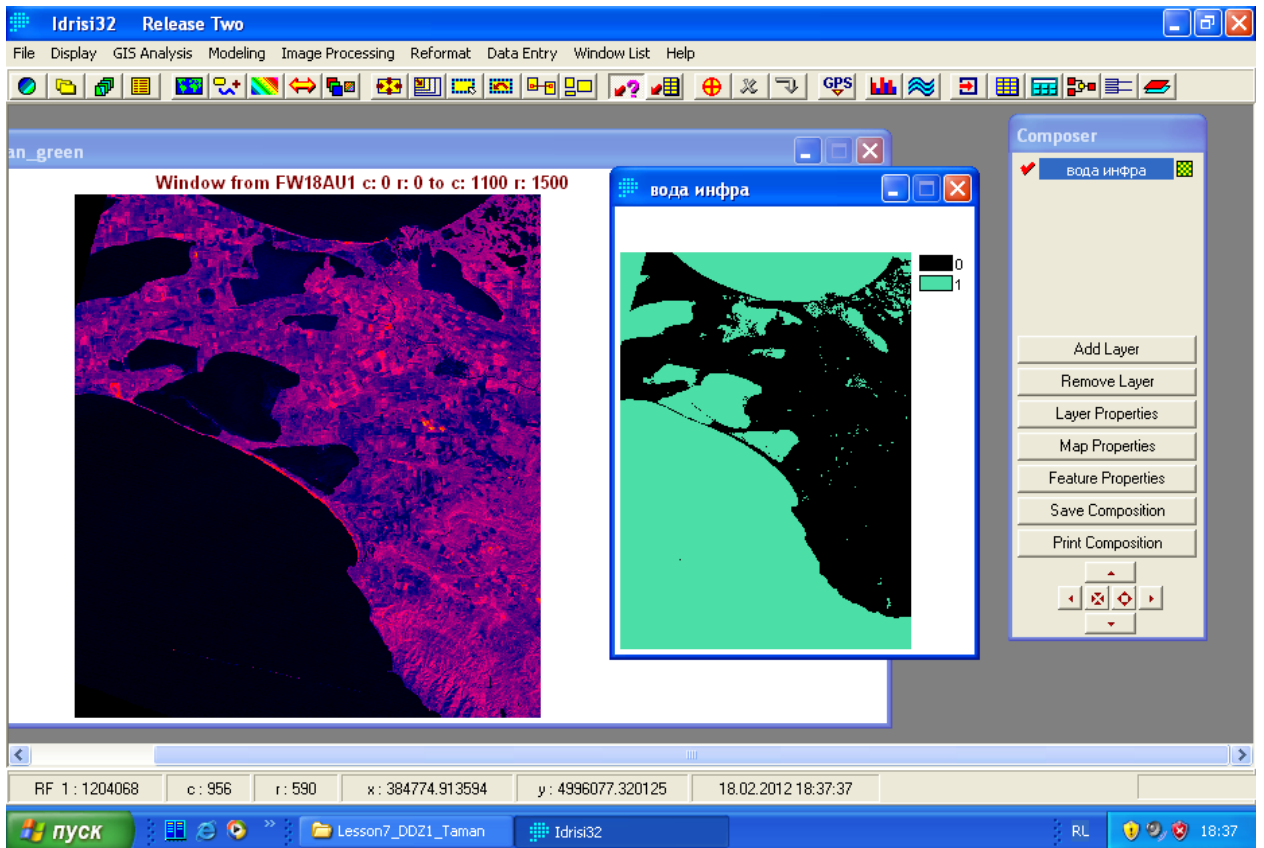


Карьеров

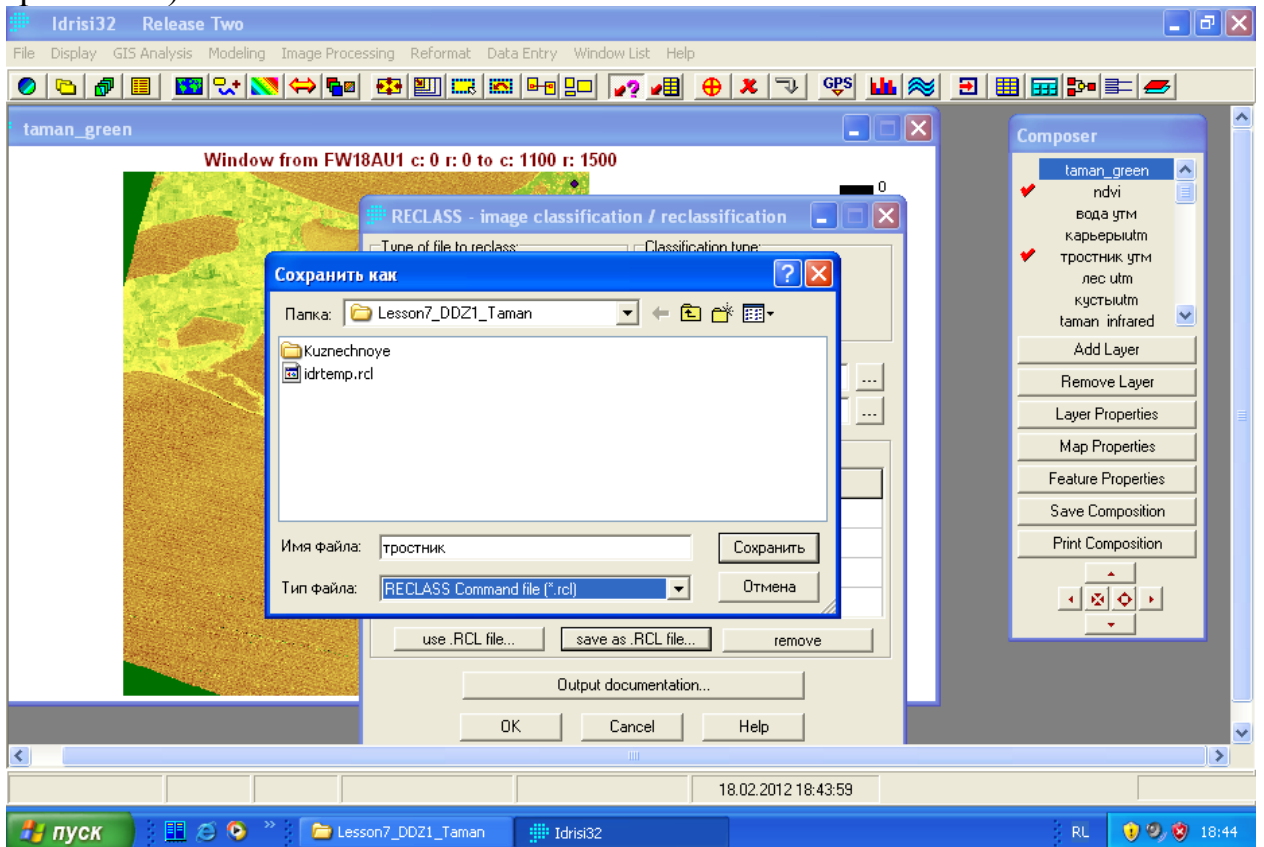


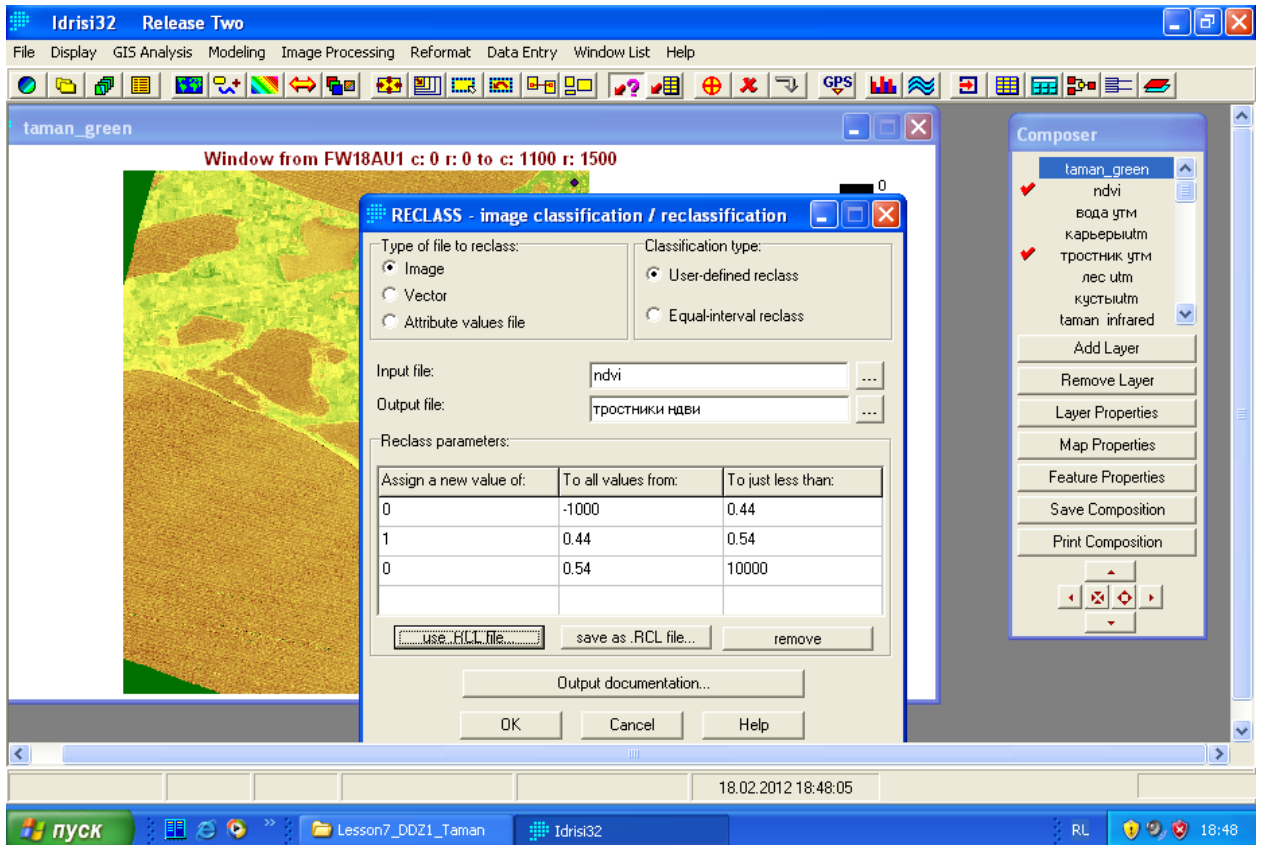
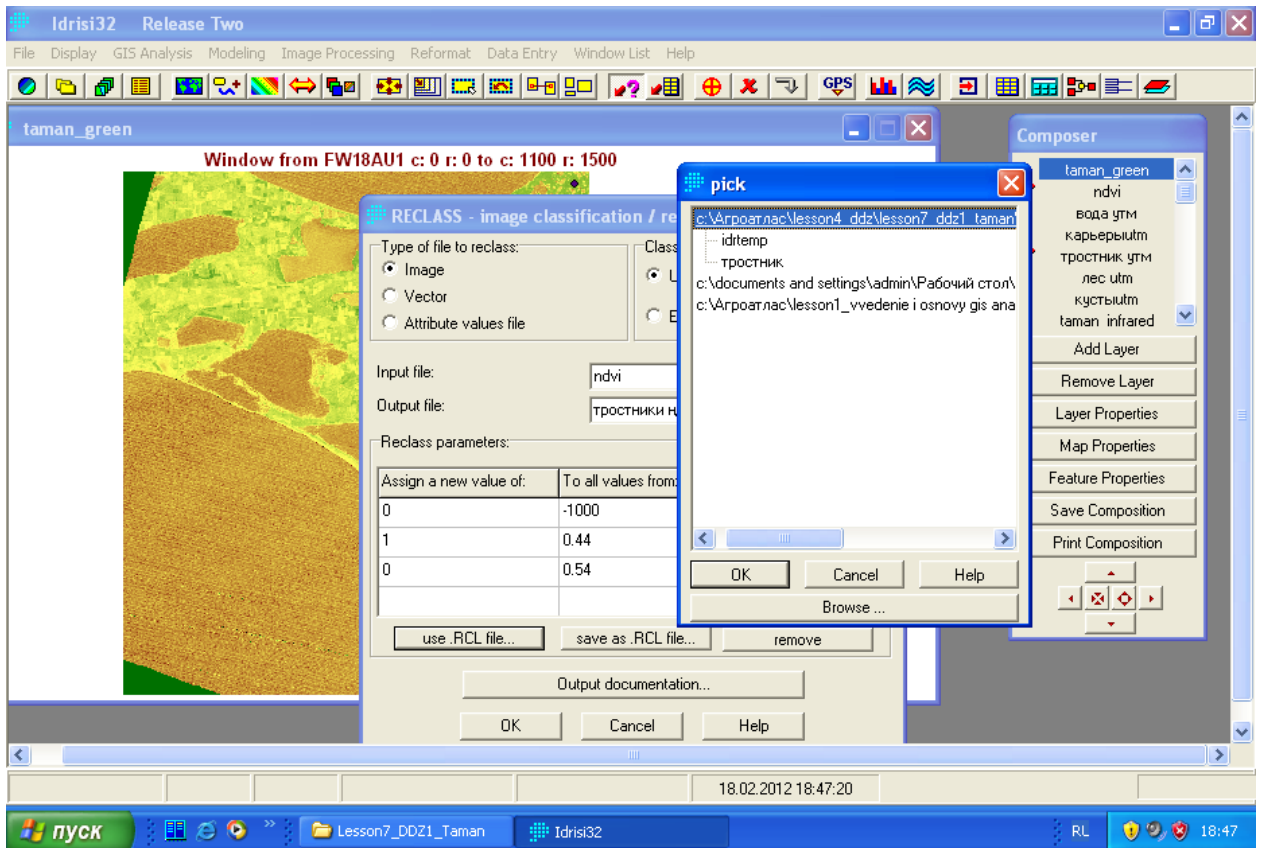
Воды



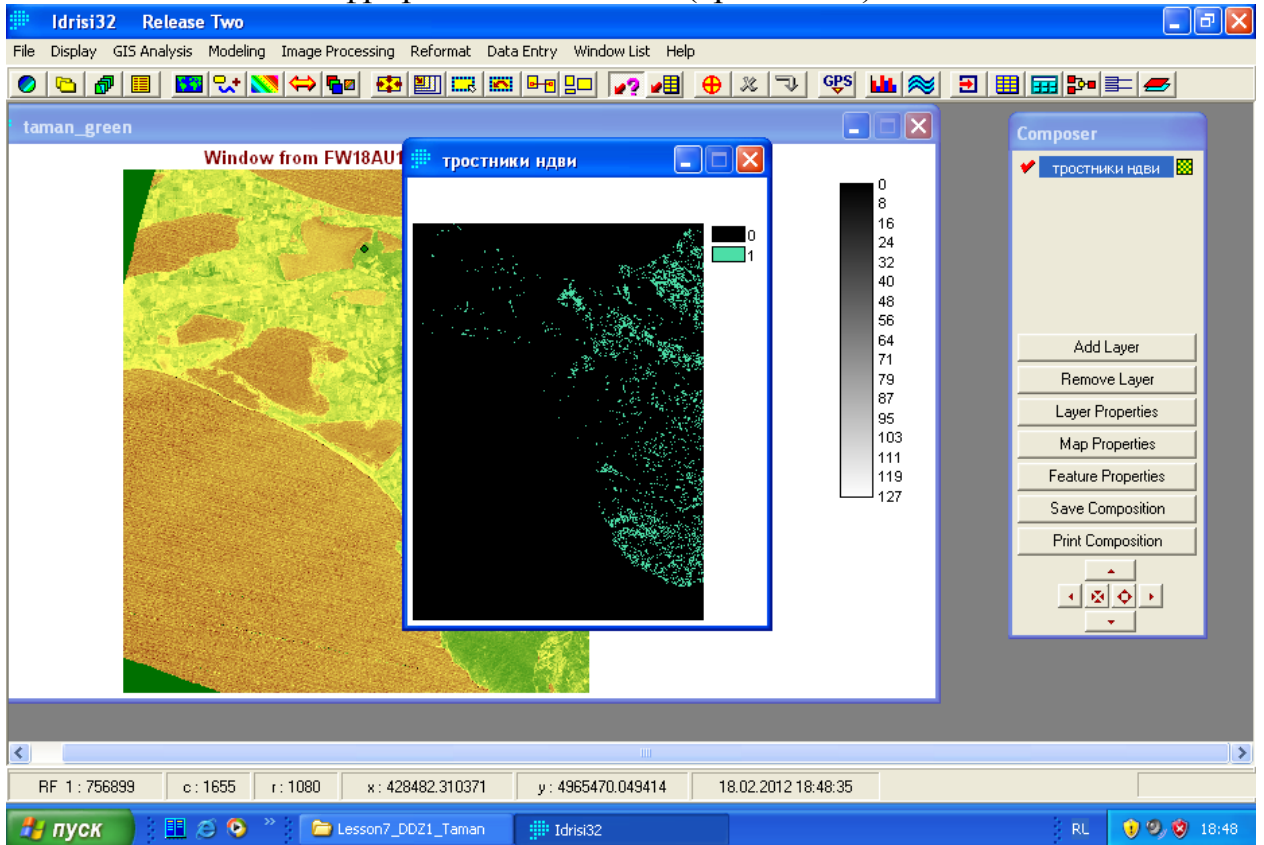


15 – Сохранение реклассифицированных слоев (слой, обозначающий тростники)

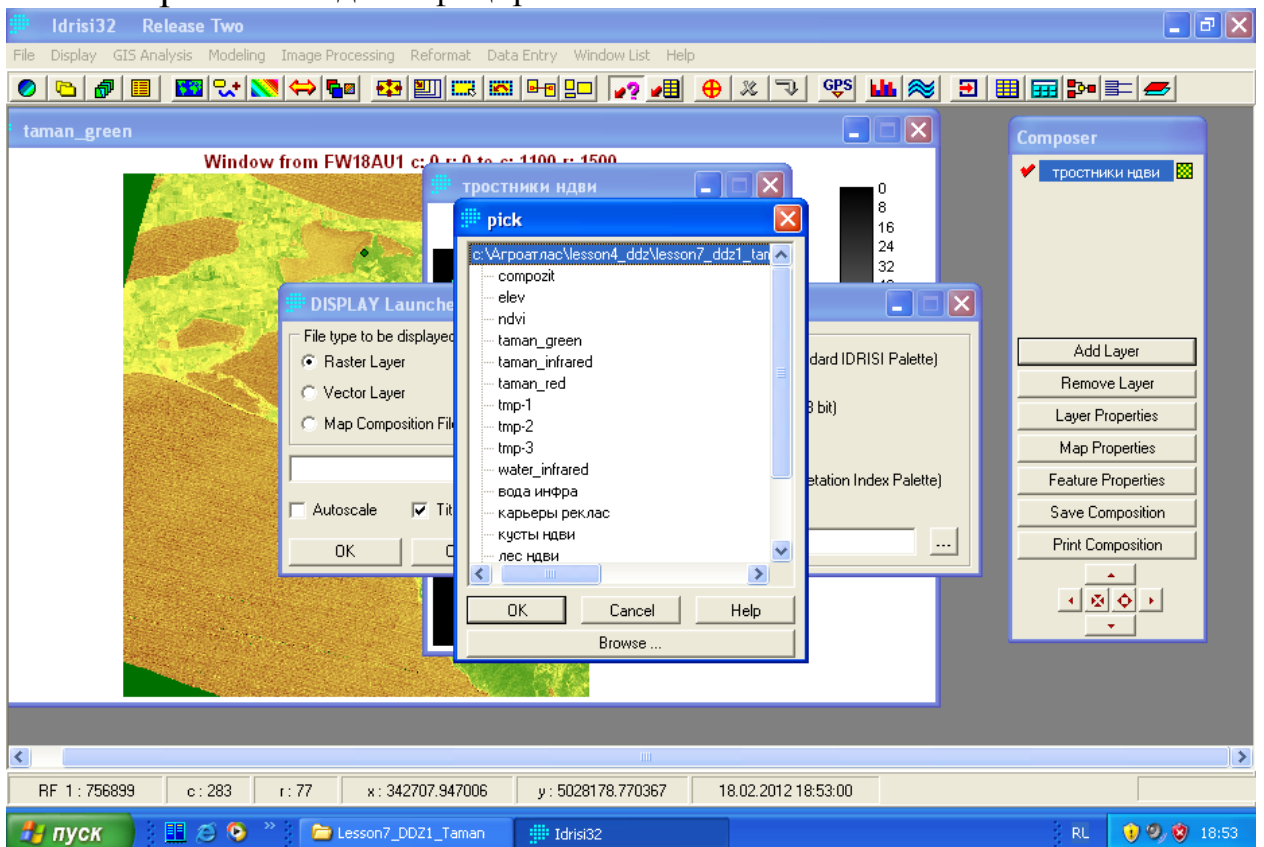


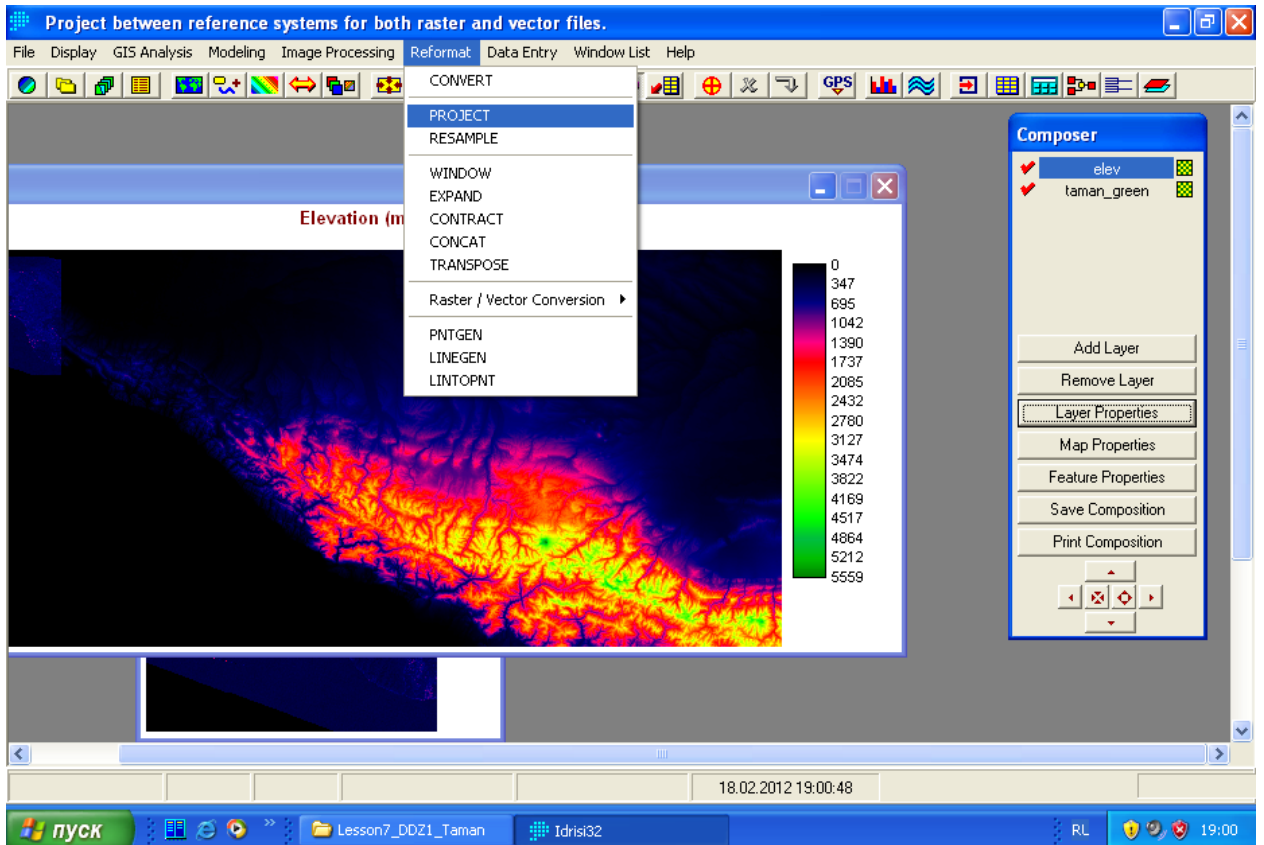
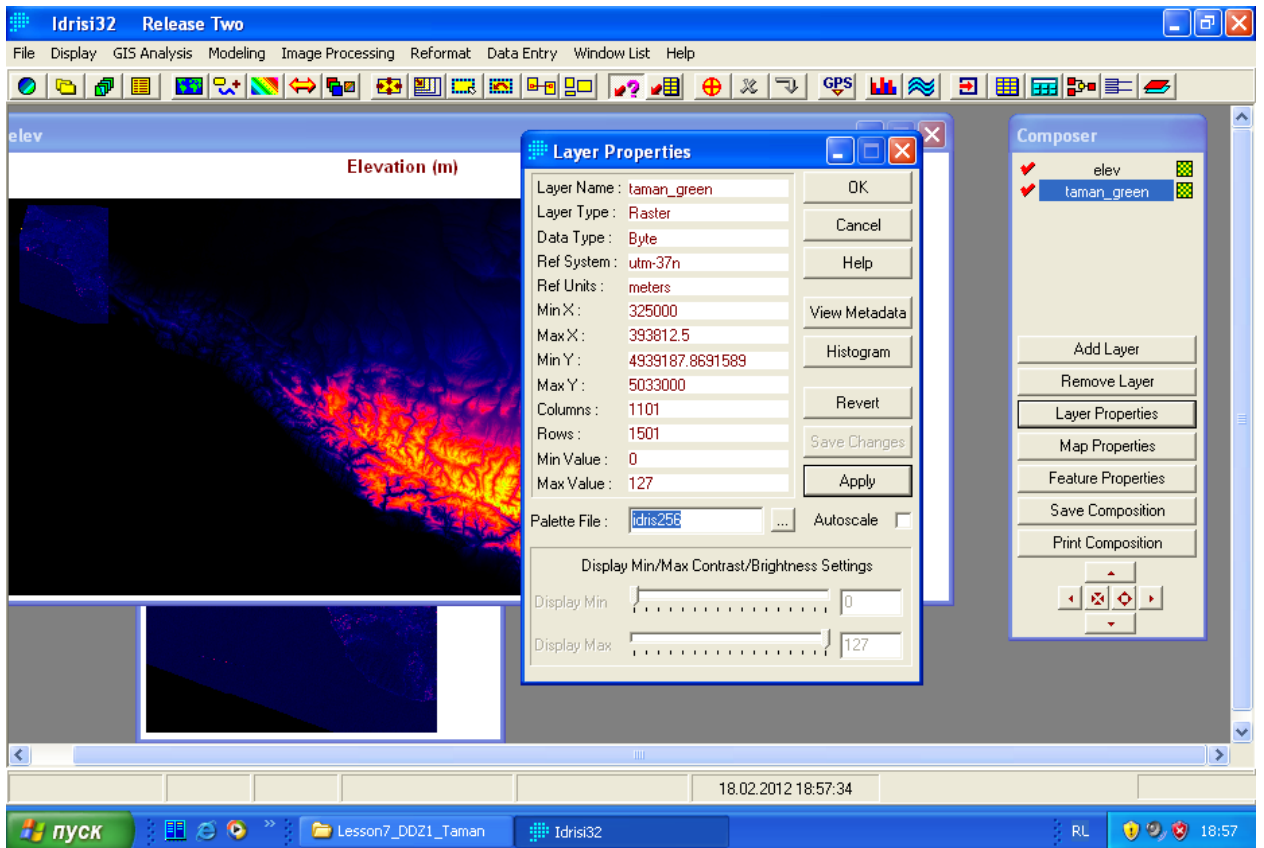


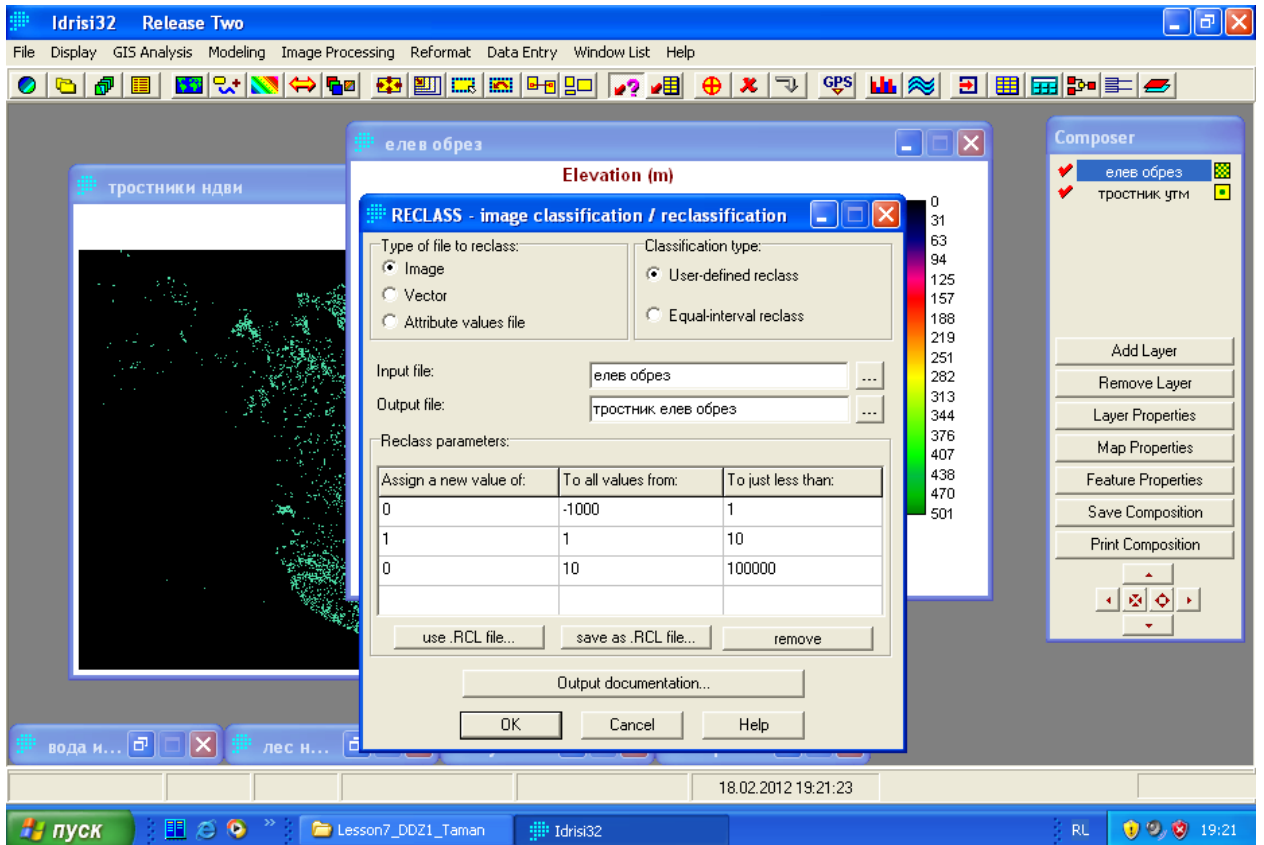
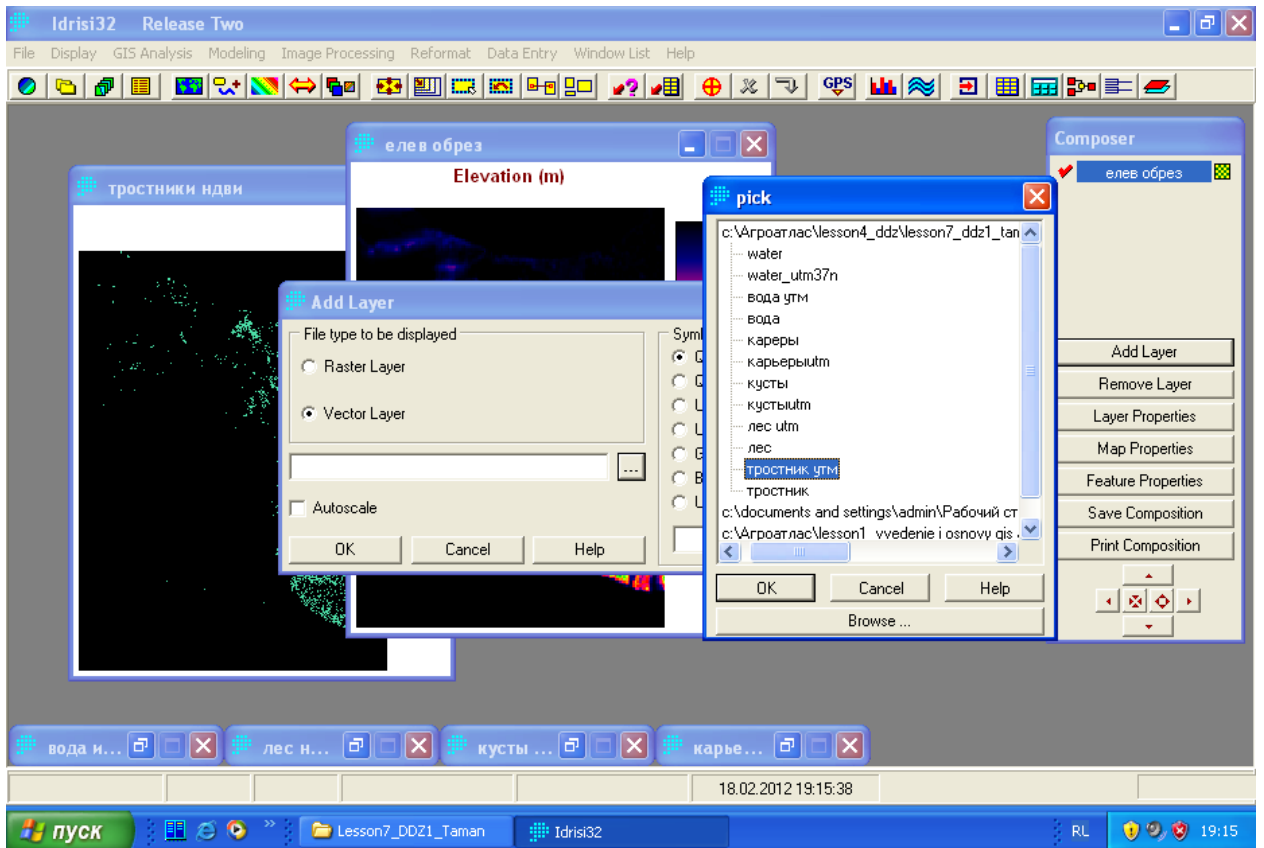
Так выглядит дешифрованный объект (тростники)

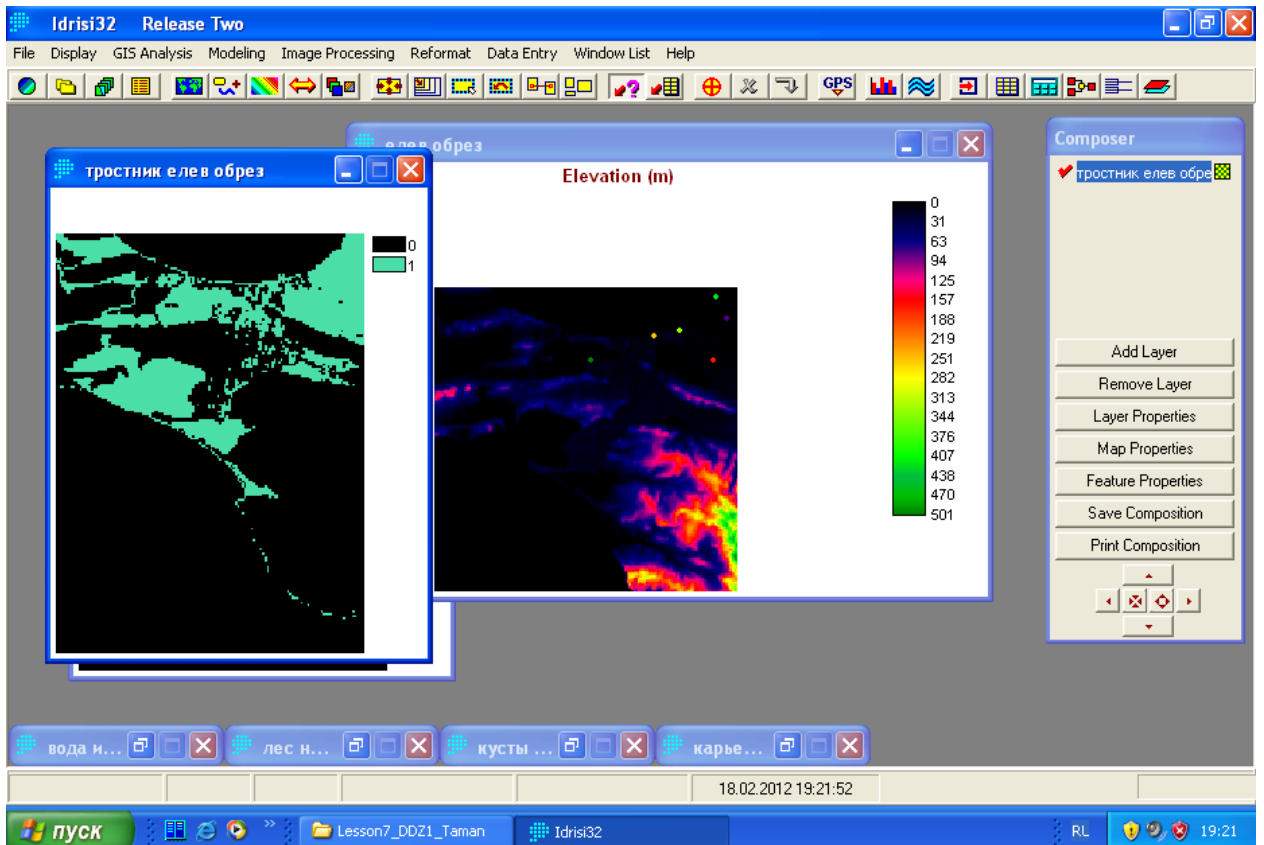


16 – Сохранение идентифицированных объектов

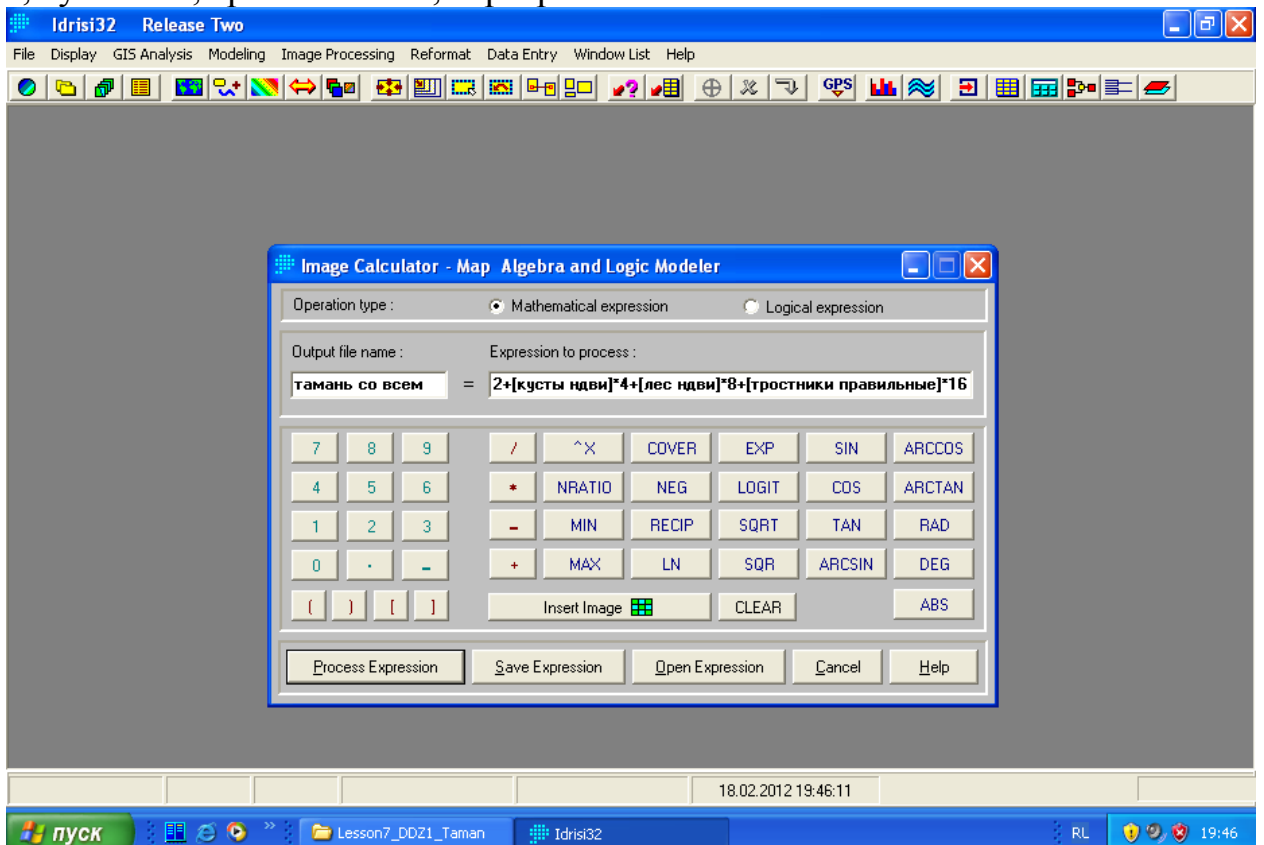




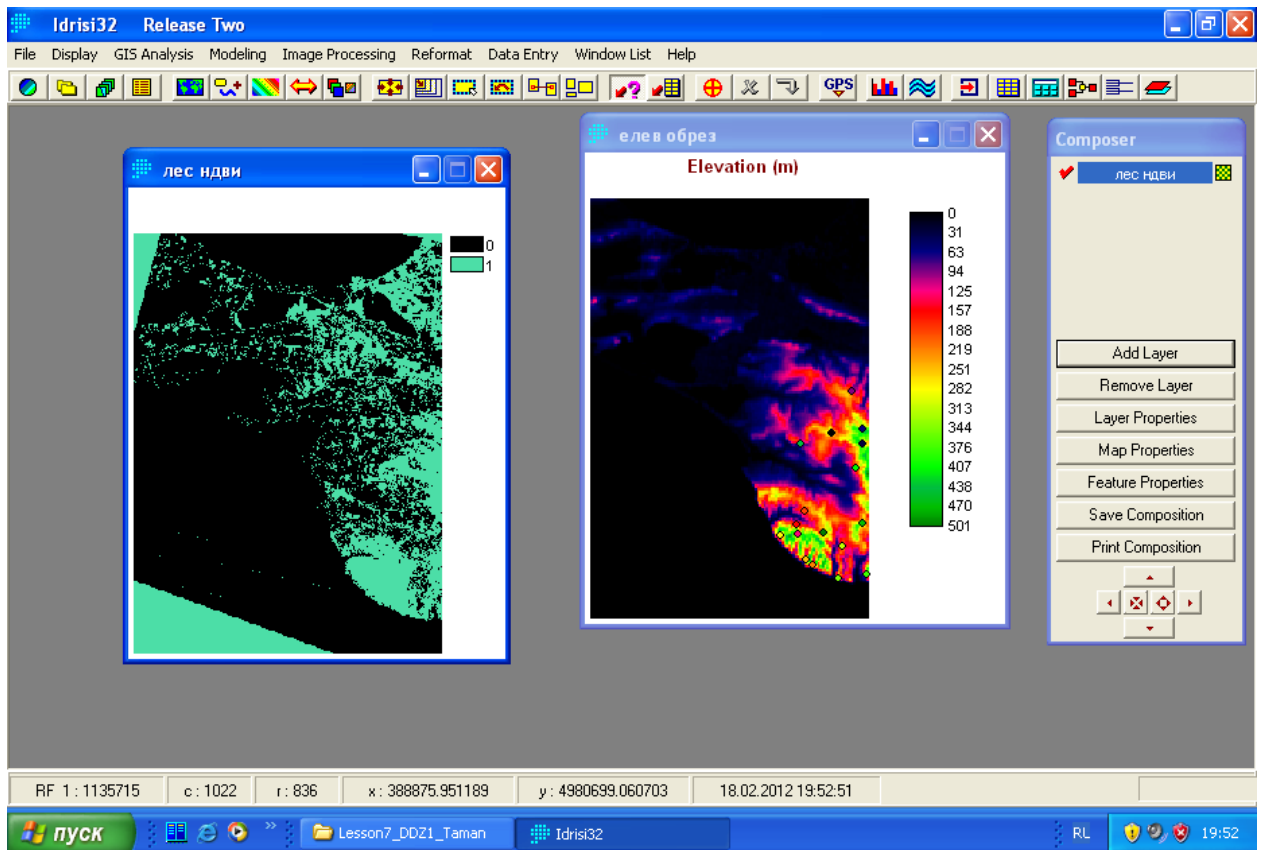




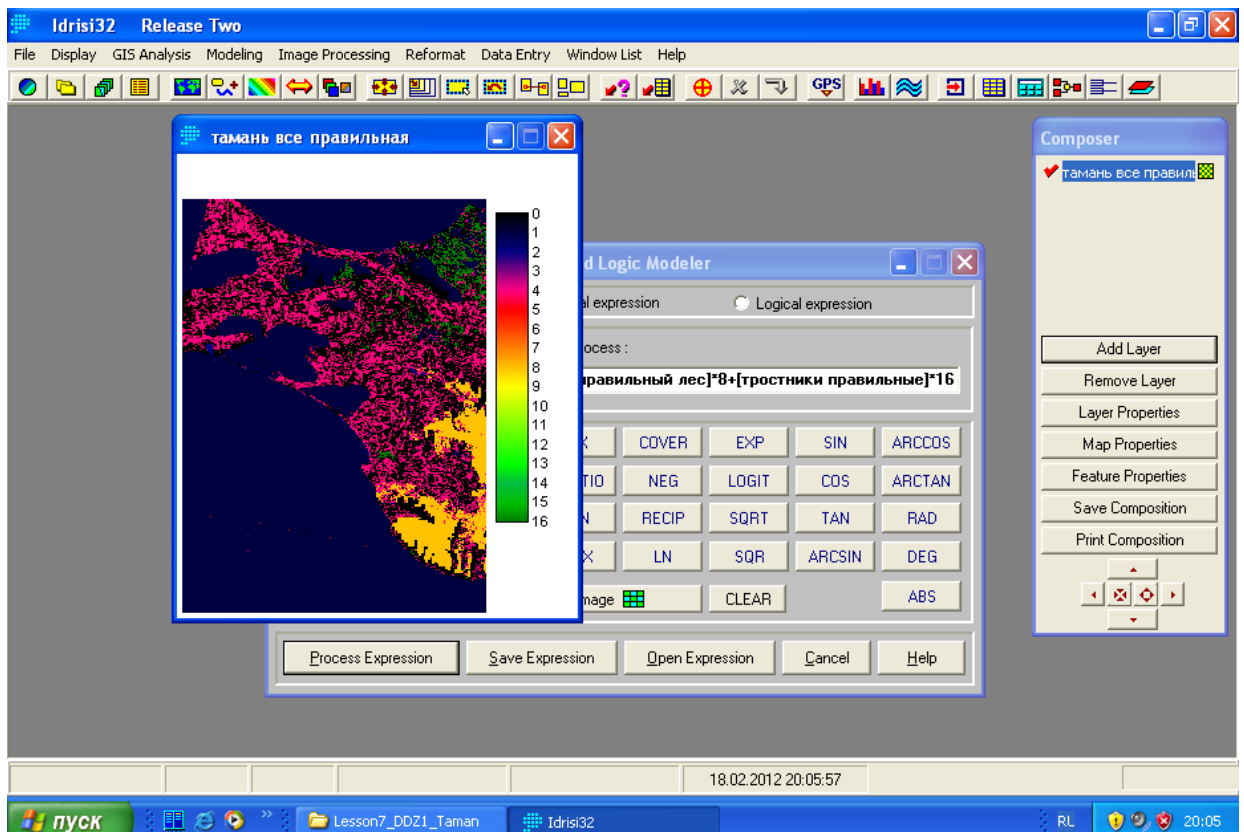
17 – Произвести операцию сложения всех полученных слоев (дешифрованные объекты) в опции калькулятор: Image Calculator. При сложении всех слоев не забывать коэффициенты найденных объектов: лес – 1, кусты – 2; тростники – 4, карьеры – 8.



18 – Накладывание точек, указывающих объекты на местность.



Так выглядит дешифрованный космоснимок в цвете.



ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: На космоснимке своего района (определенной местности) дешифрировать растительность и вырубки. При наличии квартальной сетки лесничества вашего района, осуществить операции по геопривязке карт и привязки кварталов к космоснимку.