

# Практикум для курса "Подготовка карт и схем для публикации при помощи пакета QGIS и среды R с использованием открытых картографических ресурсов"

## Некоторые пояснения к тексту

сохраним стиль в файл формата QML - зеленым цветом отмечены выполняемые действия. Если вы уже разобрались, как работает QGIS, можете просто выполнить последовательность действий, не читая подробностей.

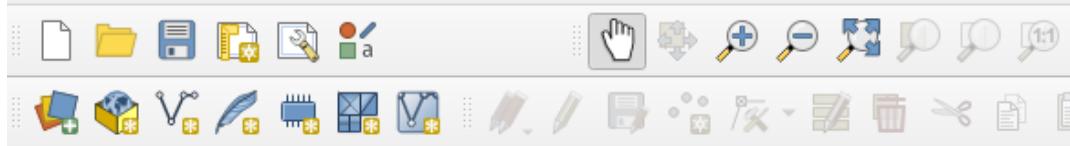
(Ctrl + N) - сочетание клавиш с клавиатуры, выполняет то же действие, что и команда / инструмент, которая указана перед ним.

"Web Mercator" (ESRI: 102113) - значение свойств и настроек, которые надо выбрать в соответствующем инструменте или поле диалогового окна

Все возможные команды находятся в разделах **основного меню** (текстовая строка почти в самом верху интерфейса программы QGIS)

Project Edit View Layer Settings Plugins Vector Raster

Наиболее часто используемые команды представлены в **панелях инструментов** (набор пиктограмм ниже основного меню и по левой стороне интерфейса)



как видите, некоторые из них неактивны, так как предварительно надо выполнить какие-то действия, например, включить редактирование векторного слоя.

Также самые популярные команды собраны в контекстном меню, набор которых зависит от того, какой объект вы выбрали. **Контекстное меню** вызывает щелчком правой клавиши мыши по объекту.

**! ВНИМАНИЕ.** Для название файлов и директорий (папок) можно использовать только латинницу, цифры и нижнее подчеркивание "\_", без пробелов.

## Список основных географических терминов

**Геоинформационная система** – система сбора, хранения, визуализации и анализа пространственных данных и связанной с ними атрибутивной информации / в основе всегда лежит база данных.

**Система координат** – способ определения положения точки в пространстве.

Географическая СК определяет координаты в градусах (на поверхности модели земли – эллипсоиде), картографическая (прямоугольная) в метрах.

**Координаты** – совокупность чисел, определяющих пространственное положение объекта

**Географические координаты** – угловые координаты, определяющие положение точки на поверхности эллипсоида. Указываются в градусах широты и долготы.

**Эллипсоид** - математическая модель Земли, используемая для определения географических координат. Параметры глобального эллипсоида подобраны для наилучшего соответствия всей поверхности земного шара, референц-эллипсоида для какого-то определенного участка земной поверхности.

**Прямоугольные координаты** – система координат со взаимно перпендикулярными осями. Указываются в метрах расстояния по осям Х и У.

**Картографическая проекция** – математически определенный способ отображения поверхности Земли на плоскость или математический способ перевода географических координат на плоскость. Проекции по типам искажений: равновеликие, равноугольные, эквидистантные

**Растровые данные** – изображение, представляющее собой сетку пикселей (матрица значений или набор матриц одной размерности в случае цветного RGB или многоканального изображения).

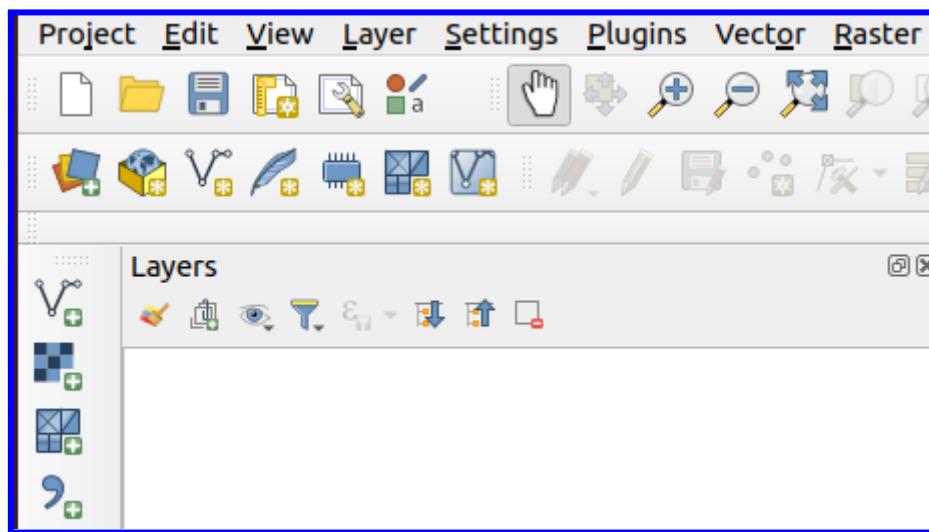
**Векторные данные** – представление объектов в виде графических примитивов: точек, линий, полигонов

**Пространственная информация** – или геометрия, сведения о пространственном положении объекта.

**Атрибутивная информация** – все остальные сведения, кроме пространственных. Для растровых данных - это яркость, цвет (оттенок), прозрачность пикселя. Для векторных – структурированная таблица, каждое поле которой представляет собой определенное свойство, каждая строка соответствует одному объекту второго слоя.

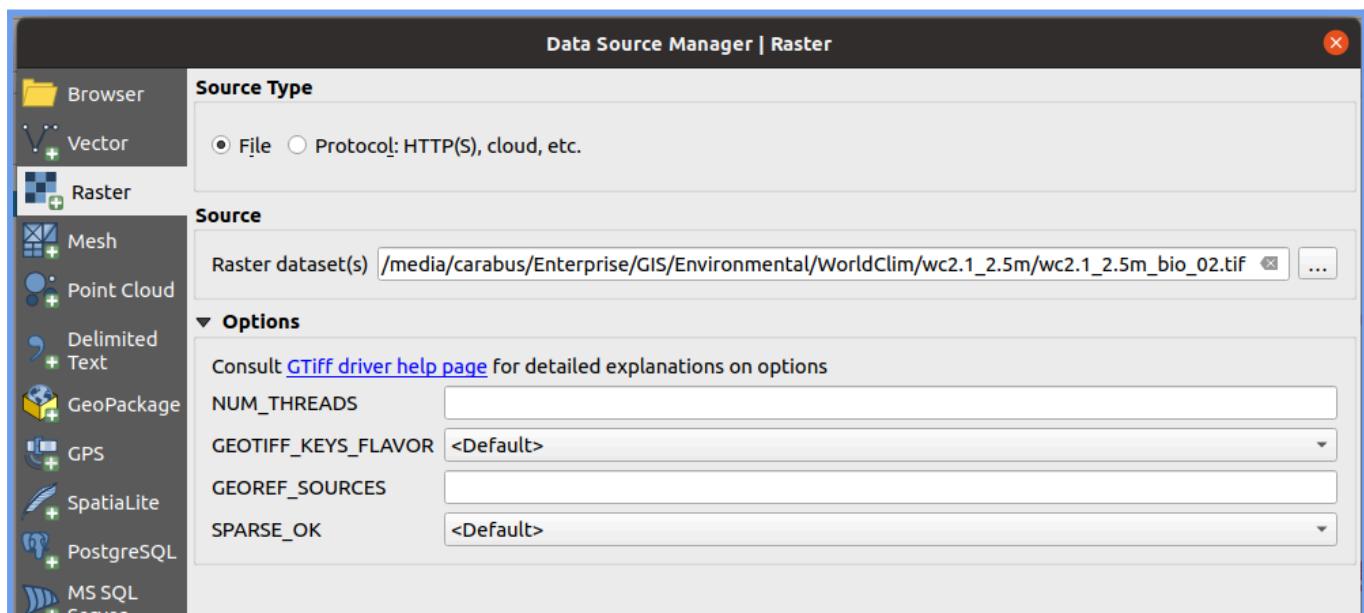
## Начало работы - добавляем слои и сохраняем новый проект.

В самом начале работы **создадим новый проект New Project (Ctrl + N)** на панели инструментов **Project Toolbar** или сразу добавим слой.



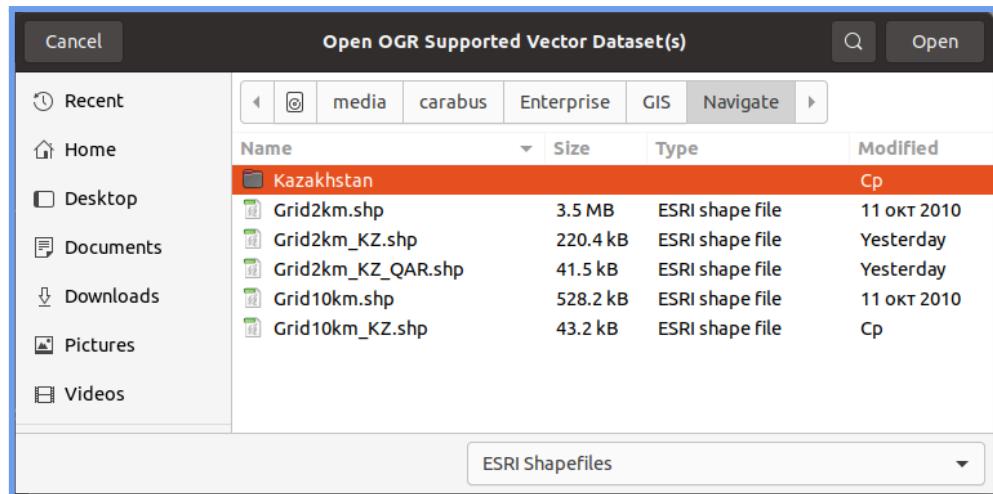
Основной инструмент для добавления слоёв в проект **Data Source Manager (Ctrl + L)** панели инструментов **Data Source Manager Toolbar**.

Имейте в виду, что одно и то же действие можно следить разными способами и одна и та же команда как правило находится в разных местах: в меню (самая верхняя строка интерфейса), на панели инструментов (два ряда кнопок под меню), наиболее часто используемые команды находятся в контекстном меню (под правой клавишей мыши).



В зависимости от того, что загружаем, выбираем раздел **Vector**, **Raster** или **Delimited Text** (таблица).

Если добавляете векторный слой на основе набора файлов Shape, для удобства работы укажите соответствующий тип файла - "ESRI Shapefile".



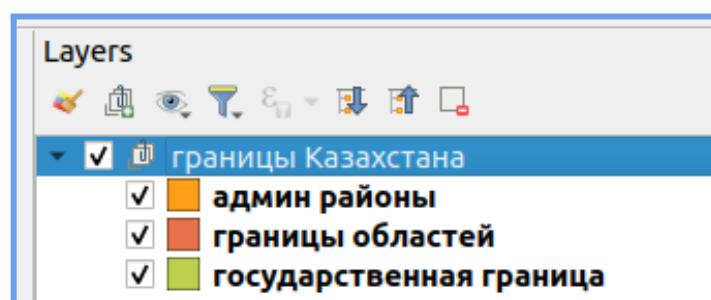
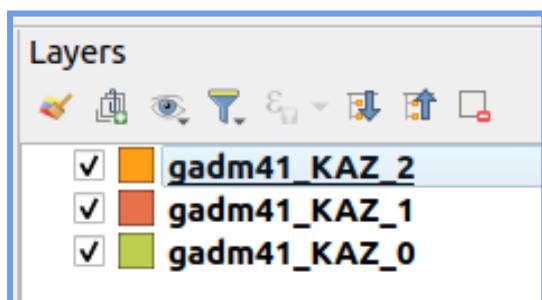
Начинаем с загрузки векторных слоёв с границами Казахстана, государственными и административными. Наборы файлов shape находятся в папке `Navigate/Kazakhstan`. Слои загружены с он-лайн сервиса **Global ADMinistrative (GADM)**.

После загрузки всех трёх слоев сохраняем проект **Save Project** (Ctrl + S).

Имейте в виду, что сами слои и какая-либо пространственные и атрибутивные данные в файле проекта не хранятся. Файл проекта представляет собой макет, который описывает соотношение слоев, файлы которых хранятся в виде отдельных файлов (или наборов файлов), поэтому, если проект надо скопировать на другой компьютер, необходимо скопировать все файлы, входящие в проект, сохраняя структуру директорий. Файл проекта имеет расширение QGS (текстовый файл в формате XML) или QGZ (в сжатом виде).

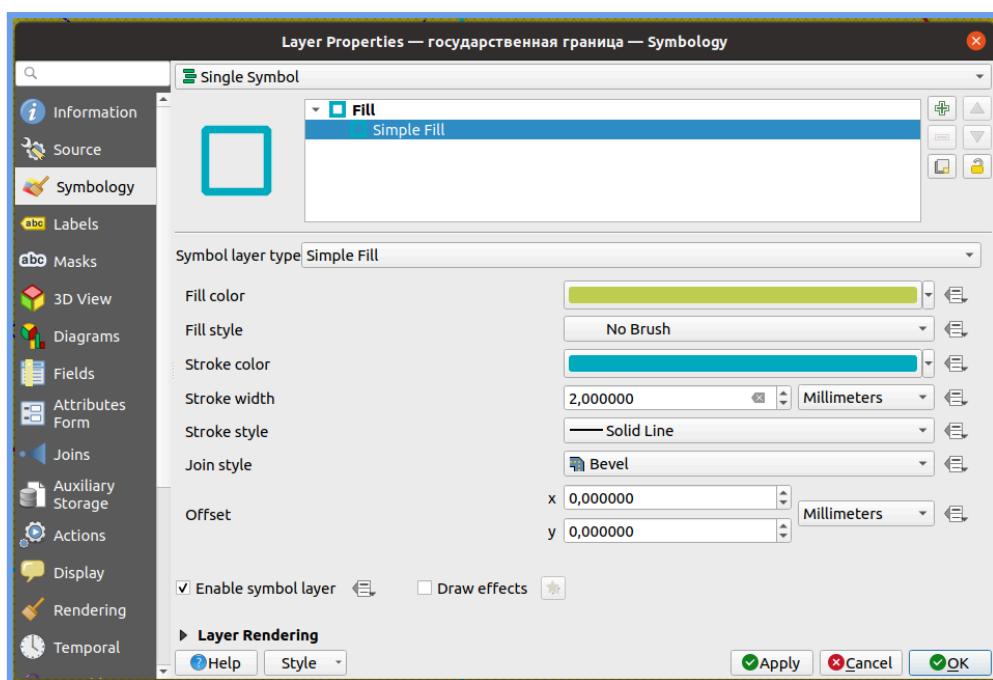
Переименуем слои, чтобы было понятно, какую пространственную информацию они содержат. Для названий слоев в проекте можно использовать любые символы, в отличие от названий файлов и директорий, которые должны быть только с использованием латиницы и без пробелов.

Объединим слои в группу, называем её "Границы Казахстана".

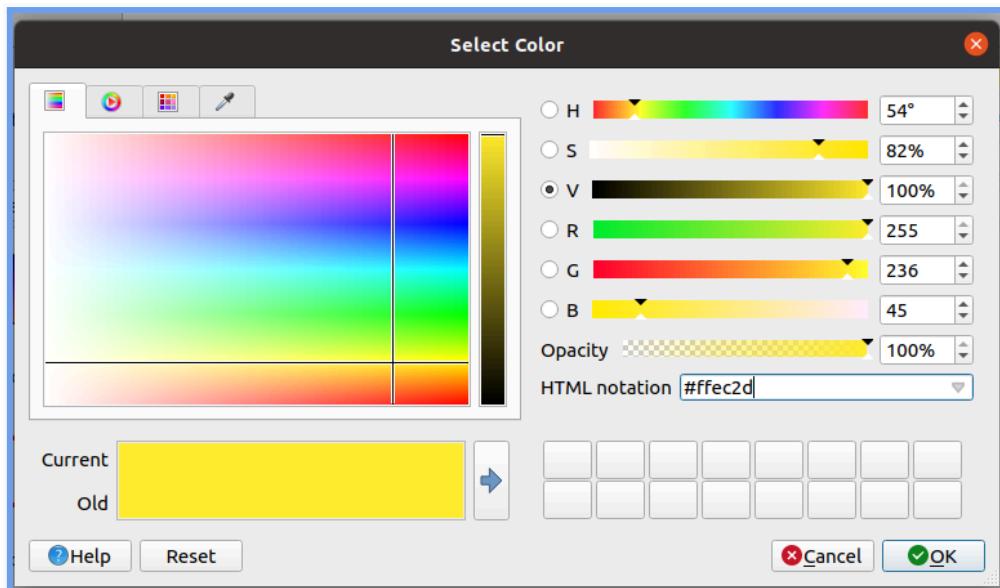


Далее **настроим стиль слоев**, таким образом, чтобы цветовое оформление было похоже на картинку с сервисе GADM ([https://gadm.org/download\\_country.html](https://gadm.org/download_country.html), выберите соответствующую страну).

Для начала в свойствах слоя (**Properties...** в контекстном меню) перейдём в раздел **Symbology**. Где для элемента оформления слоя (Simple Fill) поменяем цвет (Fill Color) и способ заливки (Fill Style), а также цвет и толщину линии обводки полигона (Stroke Color и Stroke Width). Заливку полигонов можно отключить, чтобы видны были только границы и нижележащие слои для этого в свойстве **Fill Style** выберем *No Brush*. Также можно поменять тип линии (Stroke Style), например, на пунктирную, а также выбрать заливку в виде линий или точек.

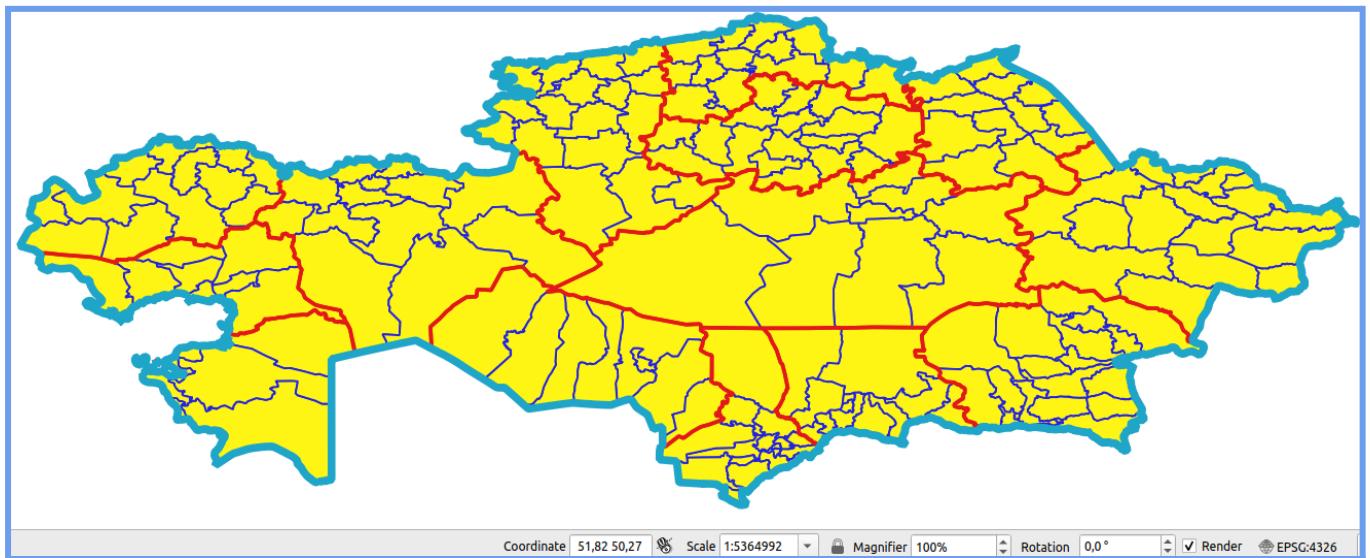


Цвета государственной границы и заливки слоя с административными районами укажем такие же, как на Государственном Флаге Республике Казахстан: "небесно-голубой" и "золотой". В hex RGB формате это будет: #00ABC2 и #FFEC2D соответственно. Чтобы применить такой цвет, эти значения надо вставить в поле HTML notation диалогового окна выбора цвета - **Select Color**.



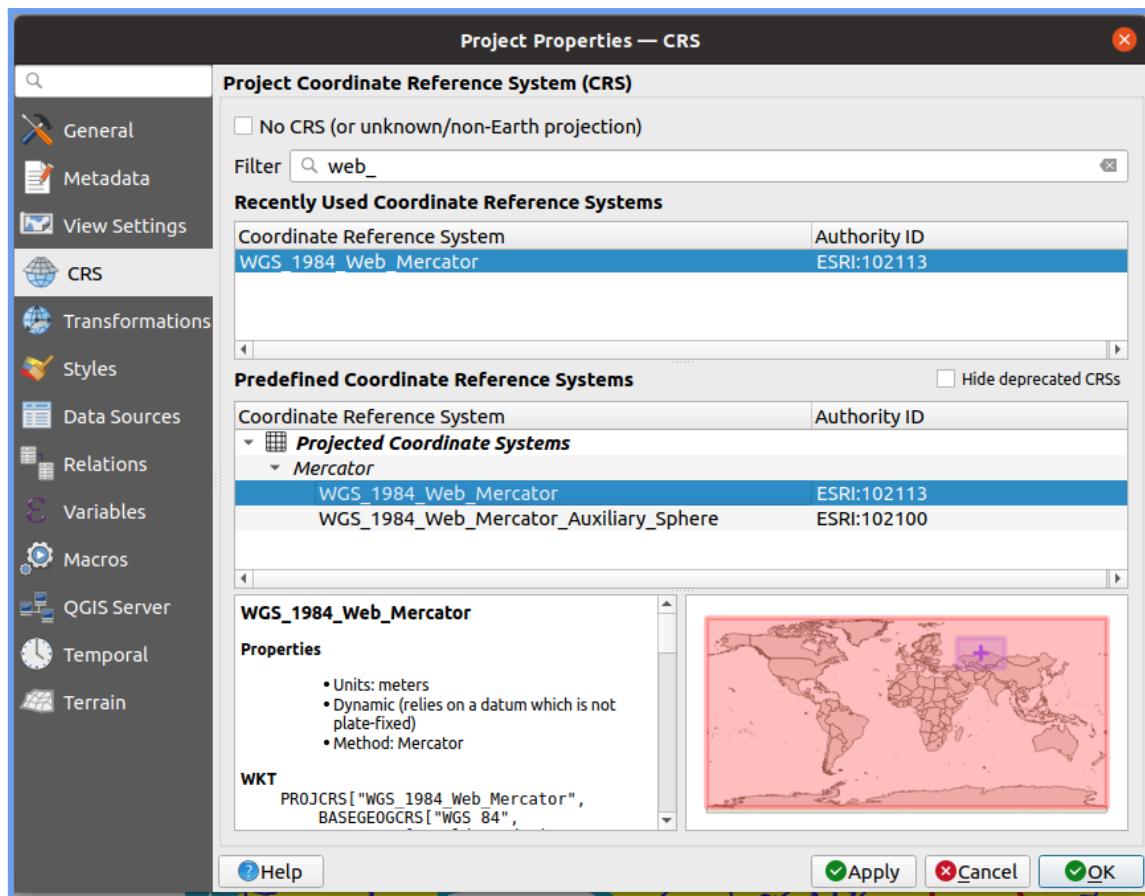
Поменяем порядок слоев таким образом, чтобы были видны границы всех трех уровней.

Не забывает время от времени сохранять проект.

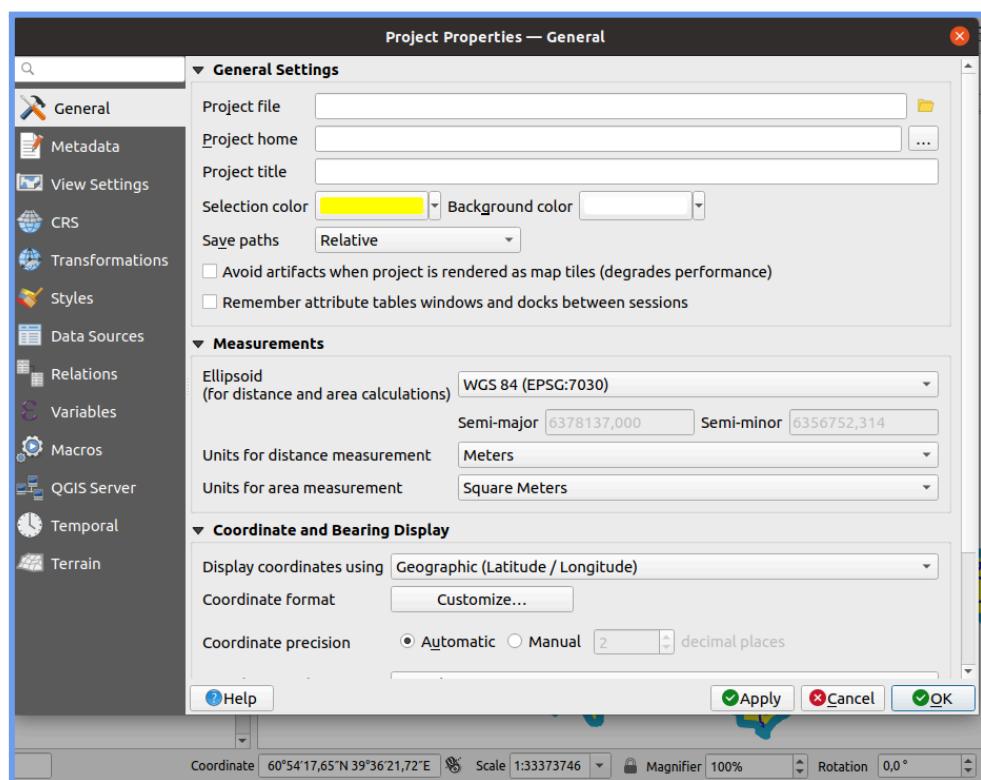


Обратите внимание, что снизу схемы указаны в градусах. Чтобы перейти в систему координат в метрах, необходимо выбрать прямоугольную системы координат (спроектированную). Например, цилиндрическую проекцию "["Web Mercator" \(ESRI: 102113\)](#)" или коническую "["Asia North Albers Equal Area Conic" \(ESRI: 102025\)](#)".

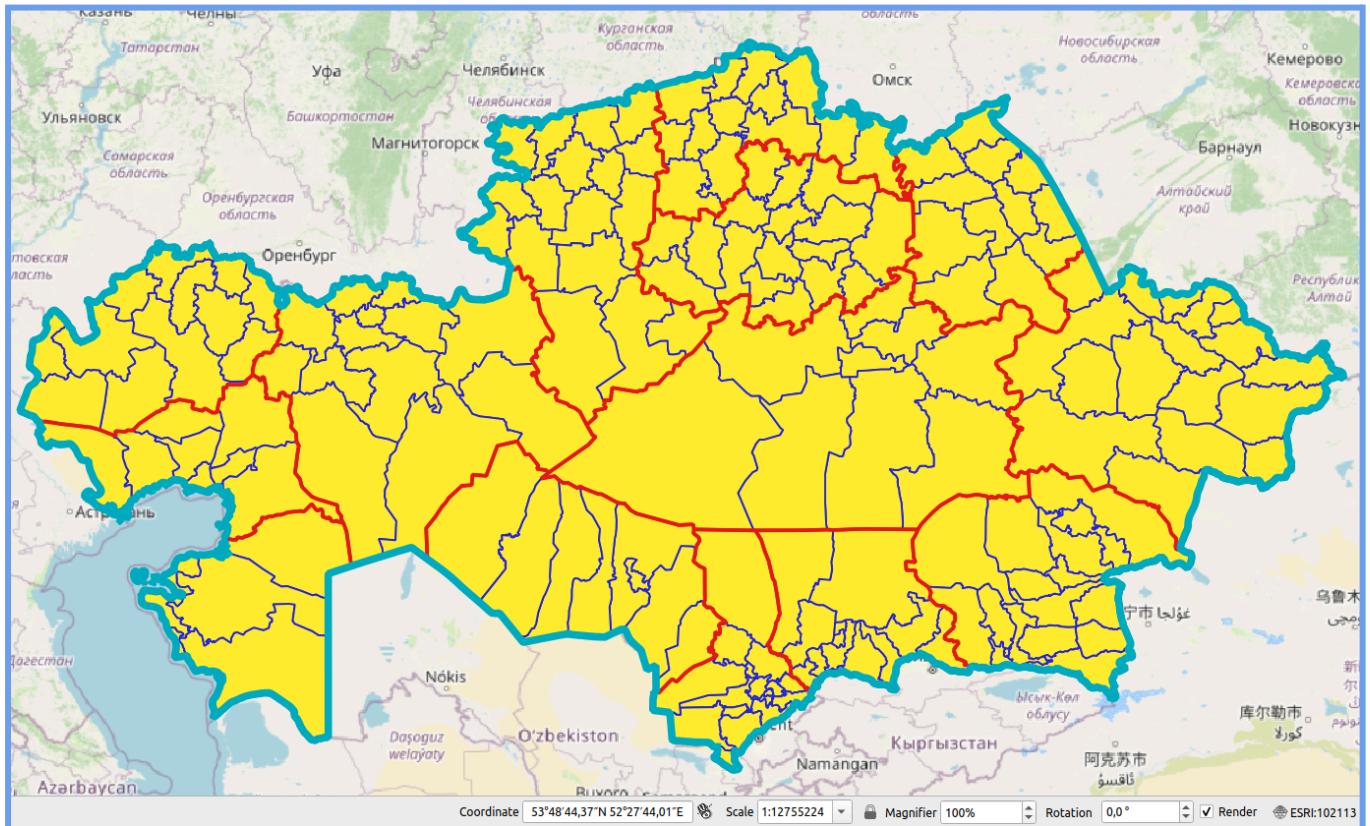
Чтобы вернуться к градусам, выберите географическую систему координат "WGS 84" (EPSG:4326).



Вне зависимости от того, прямоугольная или географическая система координат выбрана, в настройках проекта **Project -> Properties...** раздел **General**, вы можете выбирать какие единицы будут отображаться на карте: согласно выбранной проекции (Map Units) или географические координаты (Geographic (Latitude / Longitude)).



Добавим картографическую основу Open Street Map. Для этого надо установить расширение Plugins -> Manage and Install Plugins... В появившемся диалоговом окне ищем и устанавливаем модуль **QuickMapService**. После установки новый модуль появился в меню **Web**. Через него надо добавить слой *OSM Standard*.



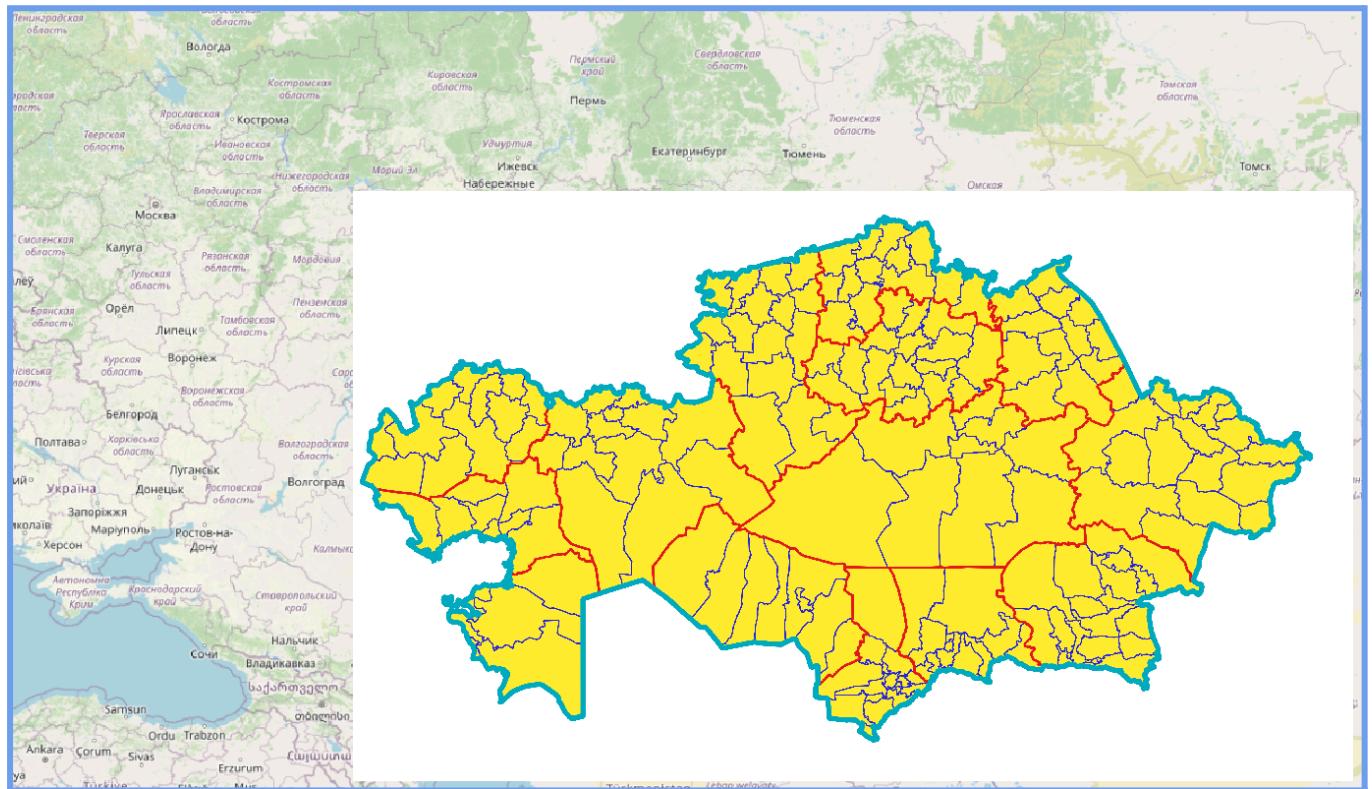
Сделаем заливку слоя с границами районов полупрозрачным, чтобы видеть, что находится под ним в нижележащем слое *OSM Standard*.

Если проект в географических координатах, **перепроектируем в прямоугольную проекцию**. Через свойства проекта **Project -> Properties...** в диалоговом окне выбираем раздел CRS, в котором выбираем нужную систему координат.

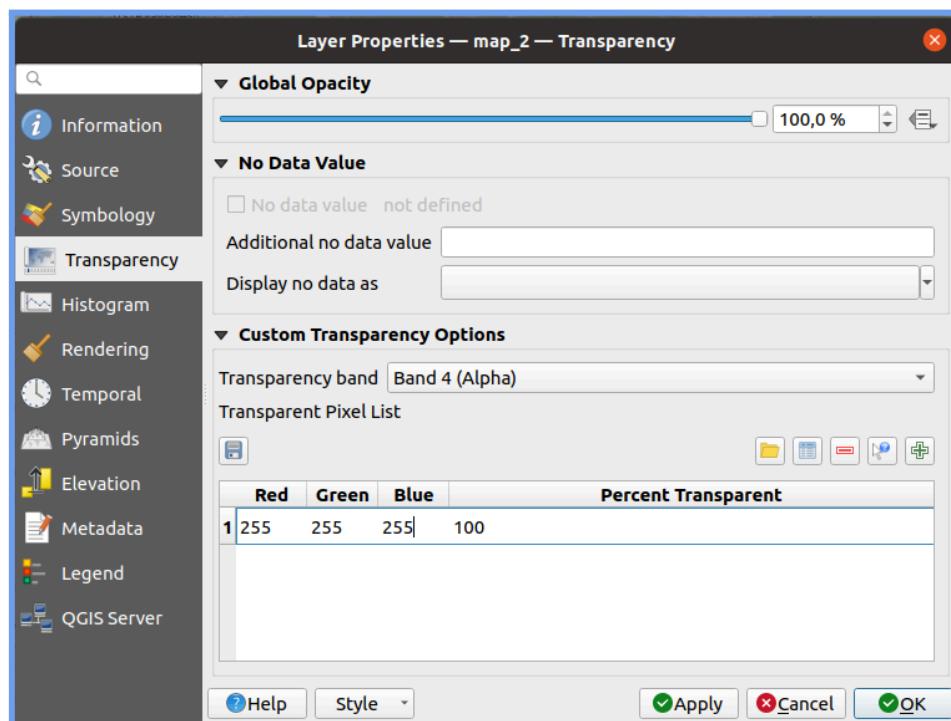
Сохраним схему границ в качестве иллюстрации. Выберем охват и масштаб карты чтобы слои границ занимали большую часть экрана. **Отключим картографический слой OSM** (сейчас нам нужны только государственные и административные границы). Далее экспортируем изображение через меню **Project -> Import/Export -> Export Map to Image...** Если собираетесь это изображение печатать, увеличьте разрешение (Resolution). Для принтера - 300 dpi, для типографии - 600 dpi. Формат графического файла выбираем PNG. Обратите внимание, что вместе с графическим файлом PNG на диске появился еще один файл - PGW. Это файл привязки растрового файла, который можно использовать не только в качестве иллюстрации, но и добавить его в проект ГИС в виде растрового слоя. **Добавим этот слой в проект** при этом в менеджере источников данных нужно выбрать раздел **Raster**. **Включим слой OSM**.

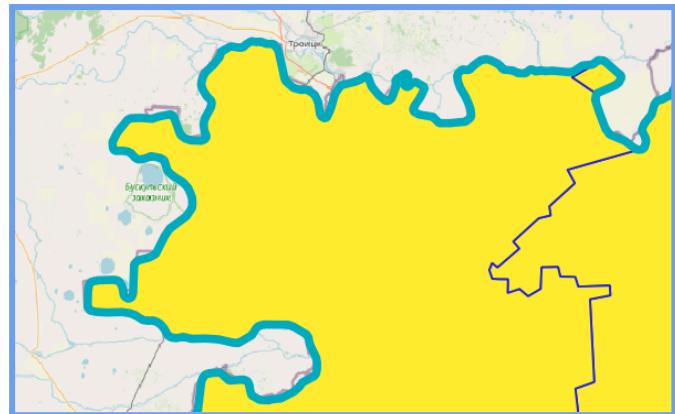
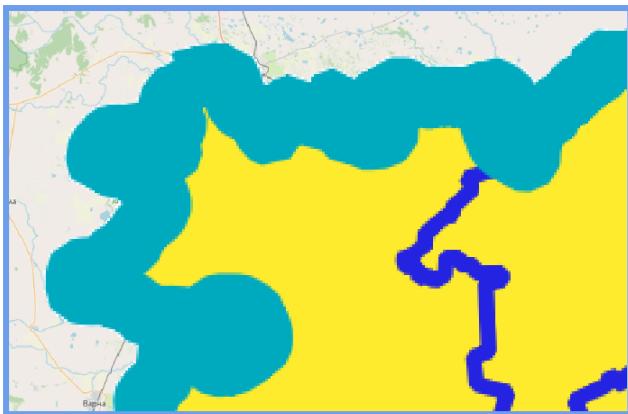
*! Обратите внимание на белое поле вокруг государственных границ в новом слое. Так как это растровый файл, он может быть только прямоугольным, поэтому при*

растеризации векторных слоев, которые могут быть какой угодно конфигурации, пространство вокруг границ исходного слоя заполняется пикселями одного цвета до прямоугольной формы.



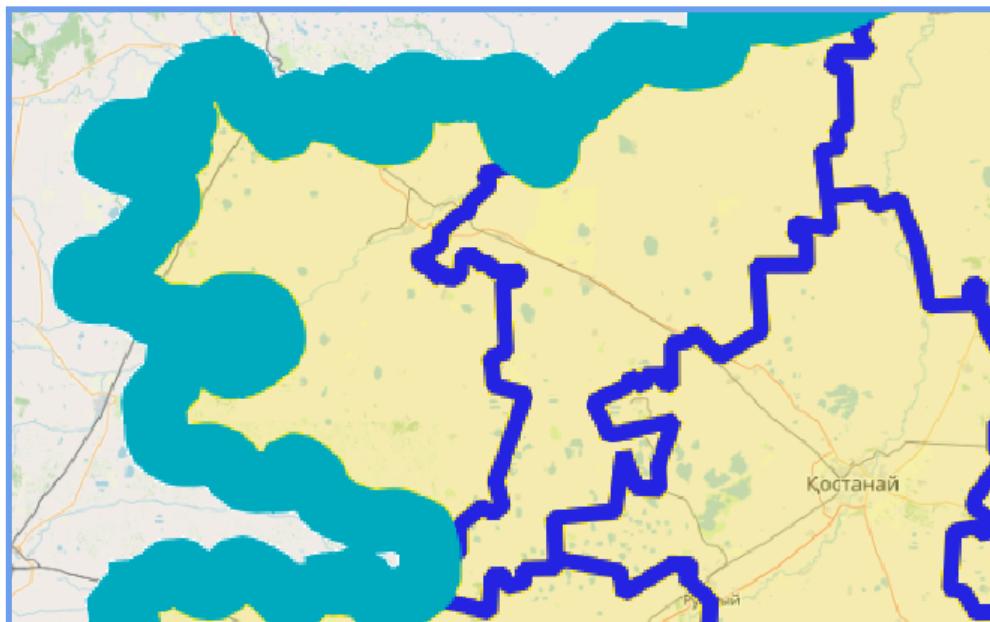
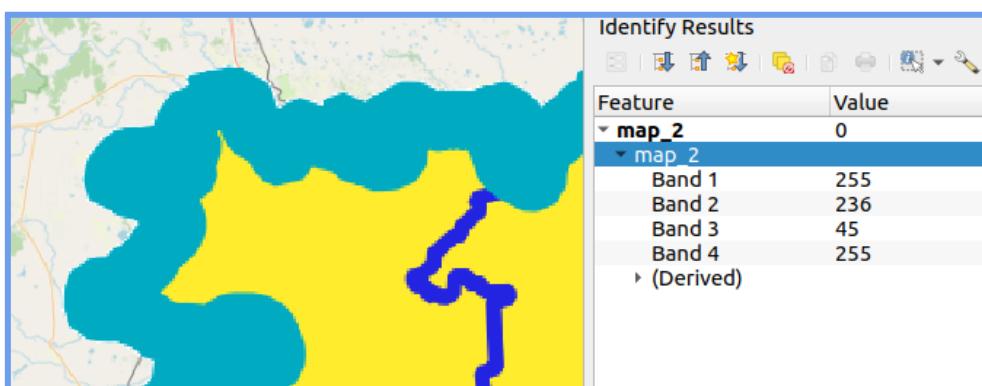
Сделаем прозрачным цвет заливки фона растрового слоя, в данном случае белого. В свойствах слоя, набор которых для растрового слоя отличается, надо выбрать раздел **Transperancy**. Добавим запись (кнопка с зеленым знаком +), в которой укажем белый цвет в формате RGB, то есть 255 255 255, степень прозрачности оставим как есть - 100.





! Обратите внимание на то, что при увеличении растрового слоя становятся видны пиксели, так как при увеличении векторного слоя толщина линий и размер символов точек остаются согласно размерам, определенным в стиле данного слоя.

В растровом слое таким образом можно отключить любой цвет или сделать его полупрозрачным, надо только знать какие значения данный оттенок имеет по трем каналам RGB. Узнать это можно при помощи инструмента **Identify Features**. Выясним цвет по RGB желтой заливки фоне и следает его с прозрачностью 70%.



**Сохраним проект.** После того, как проект сохранили, программу QGIS можно закрыть.

Для закрепления навыков попробуйте следить аналогичный проект для другой страны, например: Австрии, Эквадора или Зимбабве. Границы всех стран доступны в сервисе GADM ([https://gadm.org/download\\_country.html](https://gadm.org/download_country.html)), где необходимо выбрать для скачивания Shapefile.

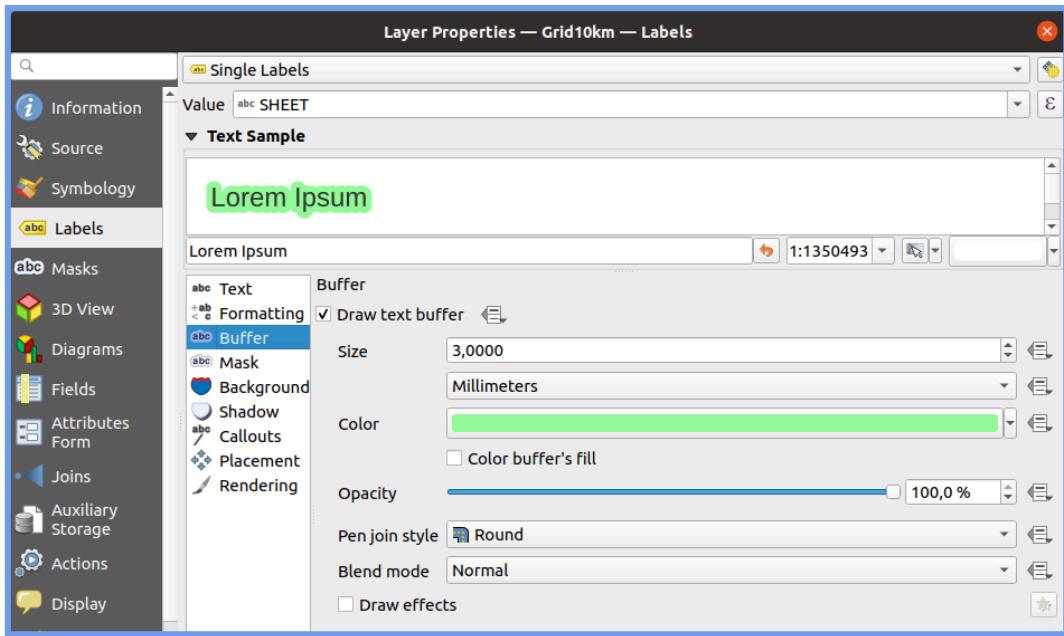
### Работа со слоями разграфки топографических карт.

**Добавим в проект слой Grid10km.**

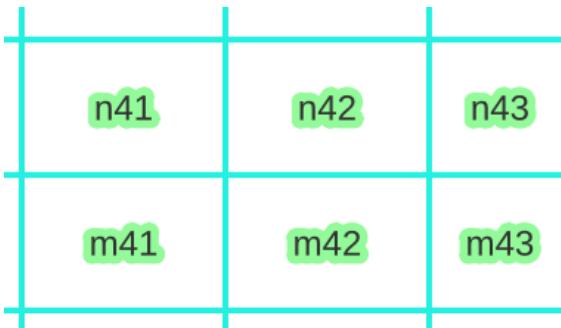
Выведем слой на экран, для этого из контекстного меню выполним команду **Zoom to Layer(s)** или нажмем кнопку с таким же названием панели инструментов Map Navigation Toolbar. Если в проекте используется прямоугольная система координат, то слой разграфки топографических карт не будет совмещен с остальными слоями, так как он содержит географические координаты, но для него не определена система координат. С слоями границ такого не происходит, так как для каждого из них есть файл с расширением PRJ, в котором указаны параметры системы координат, которые в свою очередь используются для перепроектирования слоя при смене системы координат всего проекта. Укажем для слоя **Grid10km** систему координат WGS 84 (EPSG: 4326). Сделать это можно через свойства проекта или через контекстное меню **Layer CRS -> Set Layer CRS...**

Поменяем стиль слоя таким образом, чтобы он не закрывал информацию на нижележащих слоях, для этого отключим заливку (No Brush). Также изменим цвет и толщину линий границ полигона.

**Выведем подписи номерлатуры 10 км толографических листов.** В свойствах слоя перейдем в раздел **Labels**, в раскрывающемся списке выберем вариант **Single Label**, далее выберем поле атрибутивной таблицы, значения которого будем отображать на карте - **Values** и зададим форматирование текста: размер шрифта сделаем больше и к тексту буфер, чтобы подписи не терялись на фоне нижележащих слоёв.



Важно, понимать, что оформление слоя, которое мы только что сделали, хранится только в проекте, а при добавлении этого же слоя в другой проект он опять будет автоматически раскрашен случайным цветом. Чтобы не настраивать оформление каждый раз заново, **сохраним стиль в файл формата QML**. Это можно сделать через свойства слоя -> **Style** (кнопка снизу слева) -> **Save Style**. Важно, чтобы файл стилей имел то же название, что и файл Shape и находился в той же директории, тогда при добавлении слоя в новый проект стиль будет распознан и применён автоматически и вы сразу же увидите нужное оформление. Файл стиля может быть сохранен как для векторного, там и для растрового слоя. Чтобы убедиться что всё сделано правильно, **создайте новый проект и в него добавьте слой Grid10km**.



Если вы увидели слой в том же виде, как вы его оформили в другом проекте, значит всё сдано правильно, можно закрыть новый проект, не сохраняя его, и вернуться к основному проекту.

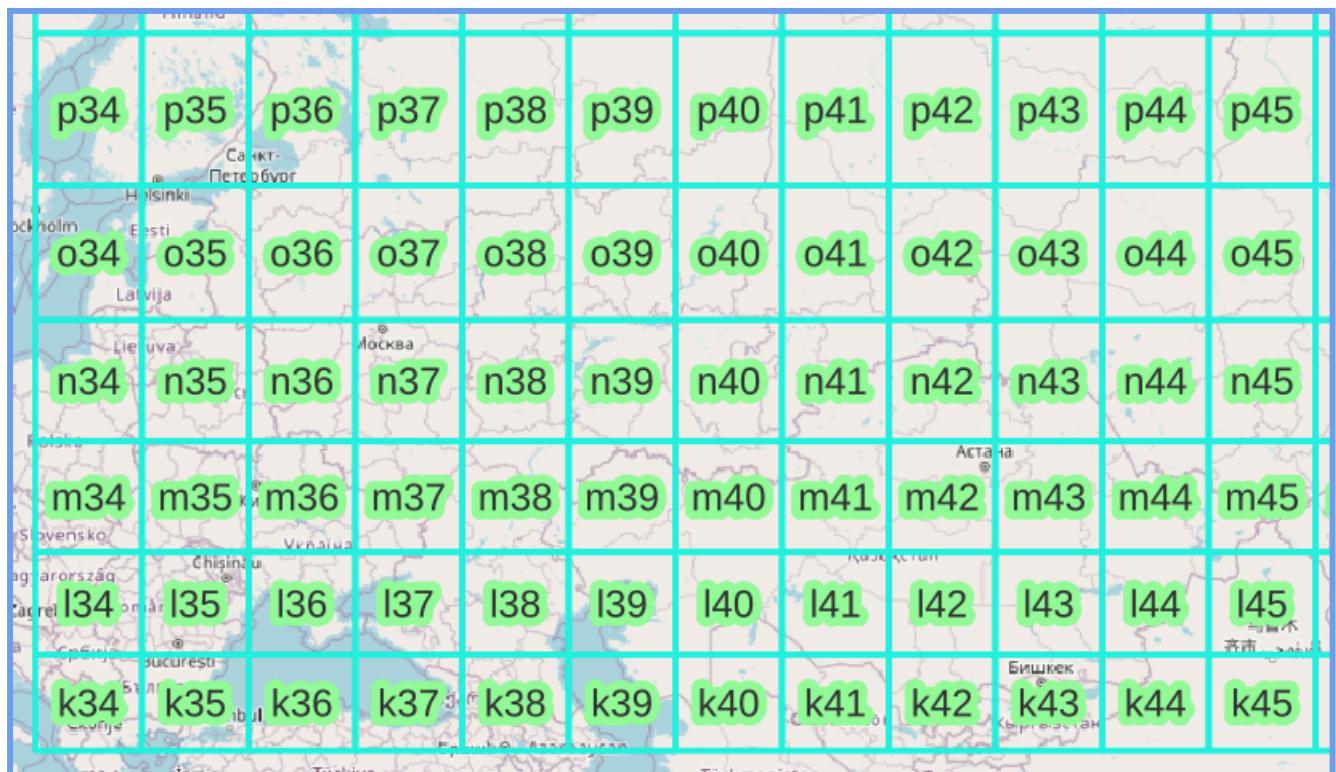
**Сделайте то же самое для сетки разграфки Grid2km**

**Найдите какие 10 км и 2 км листы топографической карты приходятся на Каразанду, Актау и Риддер.**

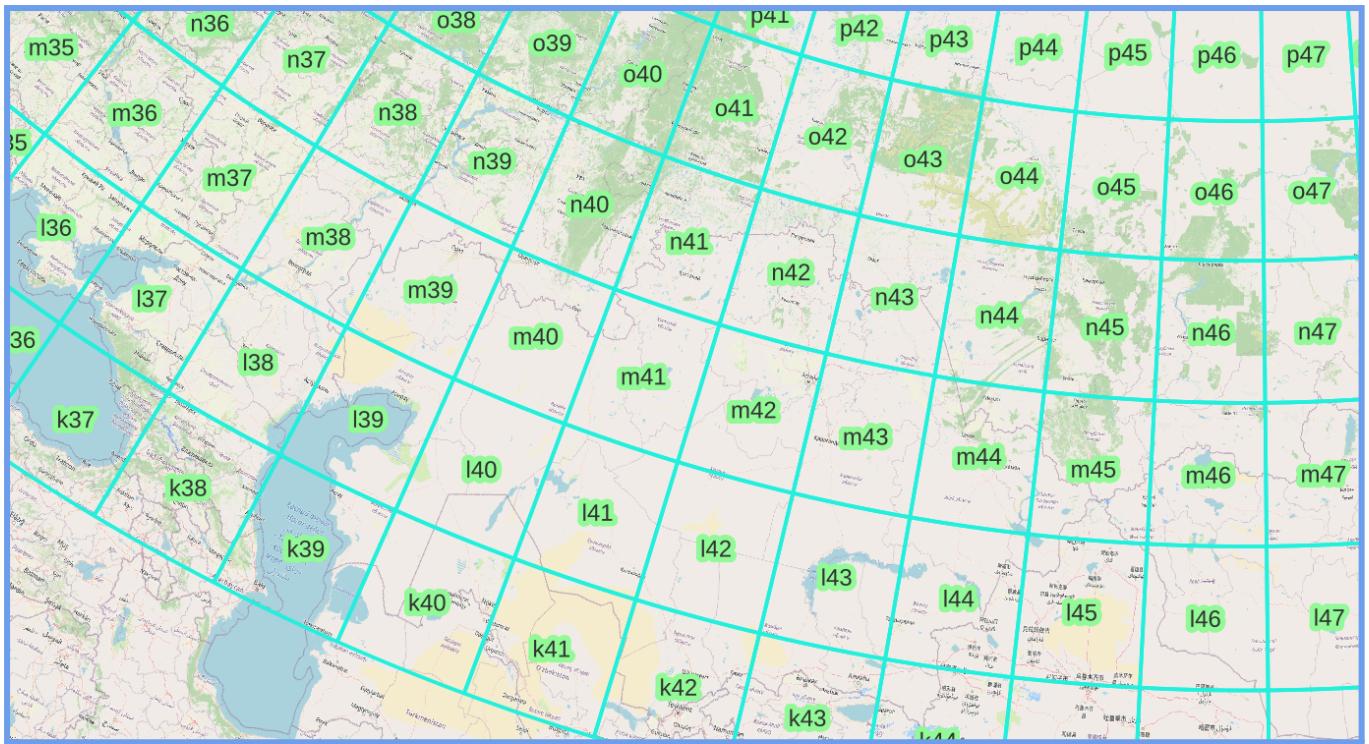
Подробнее о разграфке и номенклатуре топографических карт можно прочитать на ресурсе GIS-lab: <https://gis-lab.info/qa/topogrids.html>

На примере слоя разграфки топографических карт хорошо видна разница между картографическими проекциями: например, в цилиндрической меридианы параллельны и образуют с параллелями прямоугольную сетку; в конической меридианы сходятся к полюсу, а параллели являются дугами концентрических окружностей.

Чтобы увидеть это наглядно, смените систему координат проекта на "Web Mercator" (ESRI: 102113) и уменьшите масштаб, чтобы увидеть несколько рядов топографических карт и убедиться в том, что градусная сетка действительно прямоугольная в данной проекции



Далее смените систему координат на "Asia North Abers Equal Area Conic" (ESRI: 102025). Это прямая коническая равноплощадная проекция Альберса для Северной Азии. Убедитесь в том, что градусная сетка действительно приобрела форму развертки конуса.

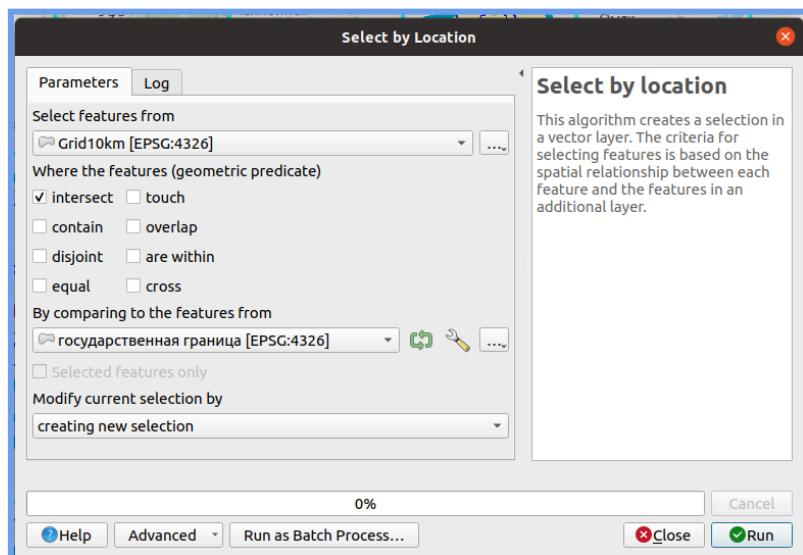
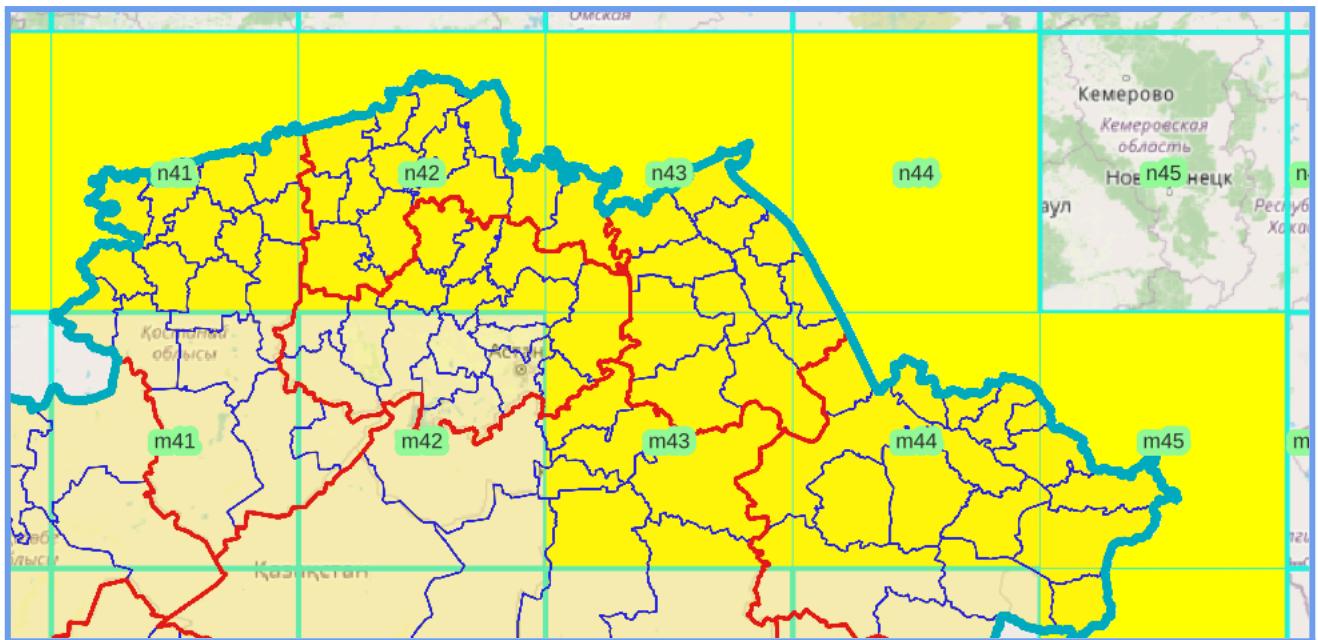


Измените масштаб, чтобы увидеть слой Grid10km целиком. Обратите внимание на конфигурацию топографической основы (слой OSM Standart). Переключите отратно на проекцию Меркатора, сохраните проект.

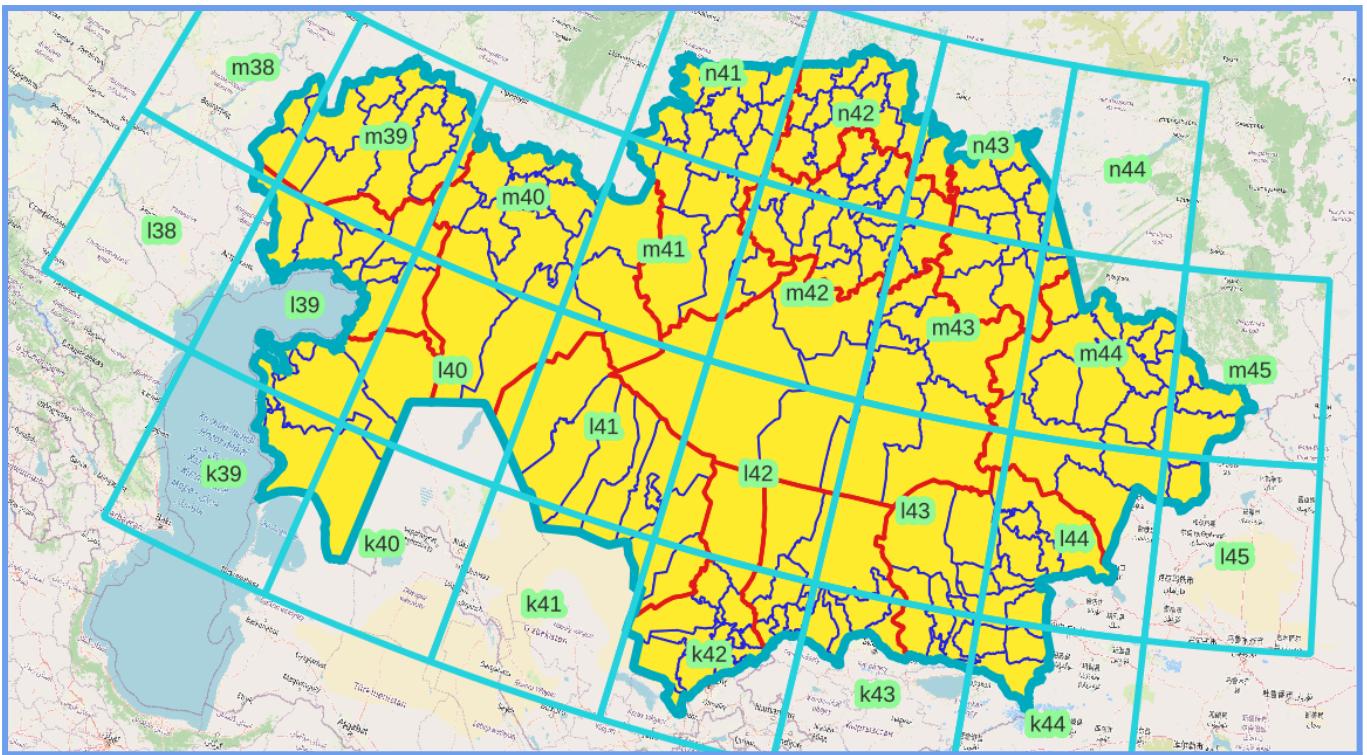
### Выбор элементов векторного слоя с сохранением в новый слой

Если весь векторный слой не нужен, для удобства работы можно выбрать только часть объектов. Для выделения элементов векторного слоя служит инструмент **Select Features by Area or Single Click**. Выделим все 10 км листы, приходящиеся на территорию Казахстана. Чтобы выделить несколько объектов векторного слоя можно либо обвести их все прямоугольником зажав левую кнопку мыши, либо выделить поочередно, зажав на клавиатуру кнопку Shift. Выделенный объект векторного слоя становится желтым. Чтобы снять выделение одного объекта, надо нажать на него мышью с нажатой кнопкой Ctrl.

При большом числе объектов, которые нужно выбрать из векторного слоя такой наглядно-действенный способ может быть неудобен. Если нужно выбрать объекты слоя лежащие в пределах какого-то полигона другого слоя, удобнее использовать пространственный запрос. Выберем 10 км листы через инструмент **Select by Location**. В появившемся диалоге выберем два слоя: первый - из которого выбираем объекты, второй - с которым сравниваем, также указываем вид пространственного взаимодействия: *intersect* (пересекает), означающий, что если даже небольшая часть одного слоя, которым выделяют, заходит на полигон, то последний будет выбран. Чтобы выбрать полигоны, нажимаем кнопку **Run**.



Чтобы далее продолжить работу только с выбранными полигонами, **сохраним их в отдельный слой**. Для этого для контекстном меню для исходного слоя выберим **Export -> Save Selected Features As...**. Назовем новый слой Grid10km\_KZ, систему координат укажем WGS 84, кодировку - UTF-8. Если все сделано правильно, новый слой сразу же появится в проекте, но в оформлении по умолчанию с заливкой случайнм цветом. Так как у нас уже есть сохраненный файл стиля для разграфки 10 км топографических карт, **применим этот стиль (Grid10km.qml) для нового слоя**. Для этого в свойствах слоя выполним команду **Style -> Load Style...** Переведем карту в коническую проекцию.



Сделайте аналогичный слой для территории Казахстана из сетки разграфки двухкилометровых топографических карт - Grid2km.

### Работа со глобальным списком метеостанций

Пространственные данные могут быть представлены в виде таблицы, в которой есть координаты в виде двух полей широта (latitude) и долгота (longitude) или одного поля, в котором пространственные данные представлены в виде текстового формата представления векторной геометрии [WKT \(Well-known text\)](#). Как правило такие таблицы хранятся в текстовом формате с разделителем [CSV \(Comma Separated Values\)](#). В таблице формата CSV каждая строка текстового файла - это строка таблицы, в каждой строке значения отдельных ячеек разделяены разделителем, обычно запятой или знаком табуляции. При загрузке такого файла в табличном редакторе или программе ГИС такой текстовый файл преобразуется в таблицу. Чтобы таблица открылась корректно, в каждой строке должно быть одинаковое число значений (разделителей)

Создадим векторный слой с метеостанциями из файла `stations.csv`. Для этого в диалоговом окне **Data Source Manager** выбираем раздел **Delimited Text**. Обязательно указываем кодировку, ожидается, что она "UTF-8". Система координат географическая (широта, долгота): EPSG: 4326. Не забывайте, что широта это координата Y, а в качестве координаты X используется долгота, поэтому указывается первой

Data Source Manager — Delimited Text

File name /media/carabus/Enterprise/GIS/data/stations.csv

Layer name метеостанции Encoding UTF-8

**File Format**

- CSV (comma separated values)
- Regular expression delimiter
- Custom delimiters

**Record and Fields Options**

**Geometry Definition**

- Point coordinates X field longitude Z field
- Well known text (WKT) Y field latitude M field
- No geometry (attribute only table)

DMS coordinates

Geometry CRS  EPSG:4326 - WGS 84

**Layer Settings**

**Sample Data**

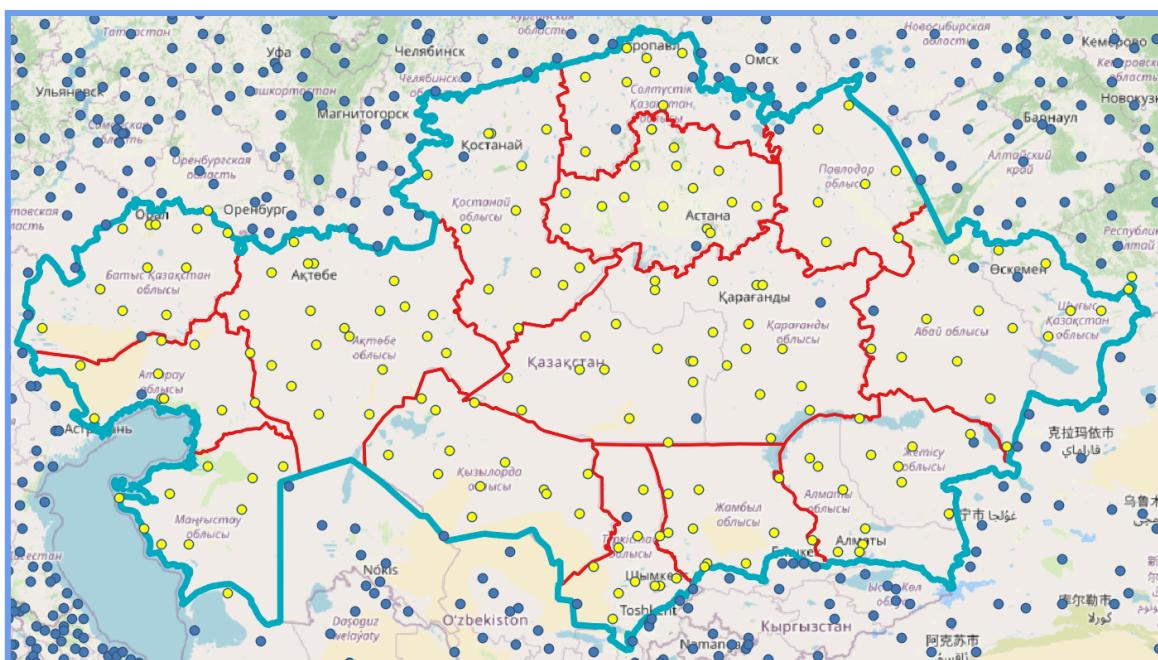
	station_id	station_name	latitude	longitude
1	71917	Eureka N, W, t,	79.1	-85.9
2	2823	Muonio	67.1	23.7
3	4131	Gjogur	65.1	-21.3
4	2128	Gunnarn	64.1	17.7
5	70266	East Greenwich	52.1	44.7

**Add** **Close**

Если всё сделано правильно и исходный файл корректный, то мы должны увидеть точечный слой с метеостанциями всего мира.



Выберем метеостанции, которые находятся на территории Казахстана. Сделаем это двумя разными способами - через пространственный запрос и через запрос к атрибутивной таблице. Пространственный запрос выполняется аналогично действиям с ракурской топографических карт инструментом **Select by Location**. Если откроем атрибутивную таблицу (кнопка F6), то сможем увидеть, что выделено 198 записей (точек на карте). Теперь отменим выделение кнопкой **Deselect ...** и снова выделим точки, обозначающие метеостанции, через запрос к таблице. Для этого вызовем конструктор запросов командой **Select by Expression** (Ctrl+F3). В появившемся окне из списка "Fields and Values" выберем поле "country", затем нажмем на кнопку "All Unique" чтобы увидеть список значений данного поля. Из появившихся значений выберем 'Казахстан'. Между названием поля и значением поставим знак "=", что означает условие для выбора записей из таблицы, содержащих такое значение в указанном поле. Чтобы выбрать объекты по указанному условию: `"country" = 'Казахстан'` необходимо нажать кнопку **Select Features**. Обратите внимание, что были выбраны не все точки векторного слоя, находящиеся на территории Казахстана.



Заново выберем точки из слоя метеостанций через пространственный запрос и сохраним их в виде отдельного слоя в формате shape. Откроем атрибутивную таблицу, в которой можно увидеть, что для пары десятков метеостанций, которые согласно исходному слою находятся на территории Казахстана, указано название другой страны, а для одной точки не указано вовсе. Причины такого несоответствия могут быть разными, возможно, просто неправильно указали название страны, а может быть страна указано правильно, но координаты указаны ошибочно (в таких случаях часто бывает, что ошибка только в одной координате).

Можем попробовать исправить полученный слой, включив редактирование - **Toggle editing mode** (Ctrl + E). В процессе рекомендуется использовать картографические ресурсы Google Maps и Яндекс Карты, в обычном поисковике вместе с названием станции лучше вводить её код. Если очевидно, что метеостанция находится на территории Казахстана - исправляем страну, если за пределами - просто удаляем запись из таблицы (так как пространственные данные связаны с атрибутивными - точка тоже пропадет). Не забываем сохранять результаты редактирования слоя - **Save edits** (Ctrl + E)

Дополнительные материалы:

1. Система координат 1942 года (СК-42). Учебно-методическое пособие по курсу "Геоинформационные технологии". Составитель: ст. преподаватель Чернова И. Ю. Казань, 2002. ([https://kpfu.ru/portal/docs/F1662326631/metodichka\\_sk42.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F1662326631/metodichka_sk42.pdf))
2. Сайт "GIS-Lab: Геоинформационные информационные системы и дистанционное зондирование" (<http://gis-lab.info>).

Обратите внимание на раздел "Статьи -> ГИС", а также "Геоданные". Хотя многие материалы опубликованы более 10 лет назад и какие-то ПО уже не используется, основы работы с пространственными данными актуальность не потеряли.