
Оглавление

Предисловие от издательства	8
Введение	9
Картографические проекции	11
Классификация картографических проекций	11
Выбор картографической проекции	16
Картографические проекции и системы координат в QGIS.....	19
Принципы визуализации данных	25
Общие принципы	25
Визуальные характеристики.....	26
Подбор цветových палитр	31
Классификация числовых значений	37
Способы визуализации пространственных данных	42
Карты символов	42
Пропорциональные символы	42
Карта плотности точек	49
Картограммы	57
Фоновая картограмма	57
Дазиметрические карты	67
Двухкомпонентные фоновые картограммы	70
Анаморфная карта (смежная картограмма).....	75
Несмежная картограмма.....	76
Графические картограммы	79
Сеточная картограмма	82
Карты значений с альфа-каналом.....	87
Плиточная карта	89
Карты потоков	91
Карты изолиний.....	94
Картодиаграммы	97
Настройки стиля слоев в QGIS	99
Стиль.....	99
Типы стилей	99
Общие типы стилей.....	99
Уникальные значения	99
Градуированный знак	101

Символизация на основе правил	101
Типы стилей точечных объектов.....	101
Примеры использования различных стилей точечных объектов	103
Типы стилей линейных объектов.....	121
Примеры использования различных стилей линейных объектов	121
Типы стилей полигонов	133
Уровни знака.....	135
Генератор геометрии.....	141
Примеры выражений для Генератора геометрии	141
Общие примеры	141
Базовое создание объектов Генератором геометрии	141
Перенос объектов на карте	142
Добавление врезок на карту	144
Продвинутые примеры	144
Нумерация узлов ломаной линии	145
Линии с разными символами для четных и нечетных сегментов... ..	145
Соединение объектов внутри мультиобъекта	146
Точечные объекты в виде символа зданий.....	148
Динамические линии расстояний.....	150
Линии, соединяющие ближайшие точки.....	151
Символы в виде датчиков, отображающих значение показателя	152
Полутоновый узор вдоль границы	155
Случайные кривые, соединяющие центр охвата и точечные объекты	156
Скошенный край полигона.....	157
Штриховой контур полигона	159
Градиентная граница полигона.....	160
Подписи.....	160
Маски.....	162
Режимы смешивания	163
Эффекты отрисовки	164
Добавление и редактирование карт подложек.....	169

Создание различных типов картографических визуализаций в QGIS 179

Базовые типы визуализации	179
Исходные данные	179
Карта пропорциональных символов.....	180
Оформление карты	195
Общее оформление карты	196
Составление серии карт с помощью атласа.....	208
Карта плотности точек	216
Фоновая картограмма	223
Несмежная картограмма.....	233

Несмежная картограмма с помощью Генератора геометрии	233
Несмежная картограмма с использованием модуля Shape tools	236
Анаморфная карта (смежная картограмма)	238
Нестандартные типы картографической визуализации	240
Точки Бертена	240
Исходные данные	241
Точки Вурмана	247
Исходные данные	248
Создание отдельных слоев.....	248
Использование Генератора геометрии	259
Карта потоков	261
Воспроизведение карты похода Наполеона в Россию	261
Карта миграции	271
Визуализация береговой линии	278
Визуализация рельефа	285
Контурные Танаки.....	285
Штриховая карта рельефа	295
Карта пешеходной доступности метро	308
Заключение.....	318
Благодарности.....	319

Предисловие от издательства

Отзывы и пожелания

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв на нашем сайте www.dmkpress.com, зайдя на страницу книги и оставив комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com; при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы являетесь экспертом в какой-либо области и заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство по адресу dmkpress@gmail.com.

Список опечаток

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы обеспечить высокое качество наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг – возможно, ошибку в основном тексте или программном коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от недопонимания и поможете нам улучшить последующие издания этой книги.

Если вы найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, и мы исправим это в следующих тиражах.

Нарушение авторских прав

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконной публикацией какой-либо из наших книг, пожалуйста, пришлите нам ссылку на интернет-ресурс, чтобы мы могли применить санкции.

Ссылку на подозрительные материалы можно прислать по адресу dmkpress@gmail.com.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, благодаря которой мы можем предоставлять вам качественные материалы.



Файл с цветными иллюстрациями можно скачать на странице книги, размещенной на сайте издательства ДМК

Введение

Картография всегда занимала особенное место среди наук о Земле, так как сочетала в себе научную дисциплину по изучению мира и его отображению и искусство создания карт.

Создание картографических произведений на продолжительном отрезке истории было очень специализированным процессом, требующим высокого уровня образования и знаний о методике их создания.

Классическая картография отечественной школы имеет строгую математическую основу и четкий терминологический аппарат, но, к сожалению, может показаться несколько устаревшей для неспециалиста. В настоящее время значительная часть карт и картографических произведений, с которыми мы сталкиваемся, создается отнюдь не картографами, а специалистами в различных областях знаний: урбанистами, аналитиками, геологами, метеорологами, дизайнерами инфографики и прочими. Возможность самостоятельного создания карт без привлечения картографов появилась благодаря широкому распространению программных средств и инструментов, понятных широкому кругу пользователей, а также распространению и накоплению больших массивов пространственных данных, используемых для решения профессиональных задач.

Это привело к тому, что фактически существует два набора картографических терминов: один из классической картографии, а второй – использующийся прочими специалистами для создания визуализаций, который по большей части перенят из зарубежных (как правило, англоязычных) источников.

Следует отметить, что эта книга далека от чистой и классической картографии, имеющей свои определенные закономерности и требования, предъявляемые к картам. Здесь речь ведется скорее о картографических визуализациях, которые могут не быть картами с точки зрения картографов. Одна из глобальных целей этой книги – сопоставить приемы и термины классической картографии с более современными, применяемыми неспециалистами.

Однако любой разговор об отображении пространственных данных не может обойтись без некоторых аспектов картографии, как минимум картографических проекций.

Поэтому в книге в первую очередь будет рассмотрена классификация картографических проекций и случаи их применения.

В следующем разделе будут описаны основные принципы визуализации данных в целом и особенности пространственных данных, которые необходимо учитывать.

Далее будут описаны основные способы визуализации пространственных данных с историческими справками, особенностями использования, достоинствами и недостатками каждого из них. Следует отметить, что книга посвящена созданию не топографических, а тематических карт, хотя некоторые при-

емы отображения топографических объектов и будут рассмотрены во второй практической части книги.

Вторая часть книги – практическая, которая будет посвящена созданию некоторых из описанных типов визуализаций с использованием QGIS. В этой части будет приведено подробное описание практического применения и настроек программы для подготовки различных картографических визуализаций. Кроме того, здесь будут рассмотрены некоторые менее распространенные и стандартные подходы к визуализации.

Книга предназначена для всех специалистов, работающих с пространственными данными и имеющими базовые навыки работы с геоинформационными системами в целом и QGIS в частности.

Картографические проекции

Картографическая проекция – это математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты.

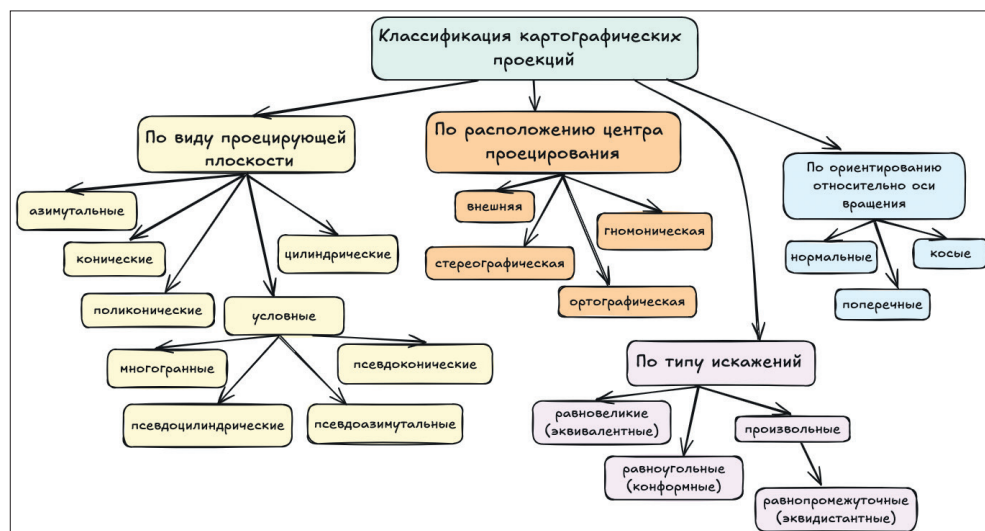
Проекция устанавливает однозначное соответствие между геодезическими координатами точек (широтой и долготой) и их прямоугольными координатами на карте¹.

Именно картографические проекции в первую очередь ответственны за возможные искажения, получаемые на карте.

Однако следует учитывать, что это искажения, возникающие по объективным, не зависящим от нас причинам, и полностью избежать их невозможно, но можно постараться учесть и минимизировать.

Классификация картографических проекций

Картографические проекции могут исказить размеры, форму и углы между линиями. Невозможно получить проекцию без искажений двух из трех величин. Как правило, подбор проекции осуществляется исходя из того, какой из этих параметров важнее всего сохранить неизменным, пожертвовав остальными двумя.



Классификация картографических проекций

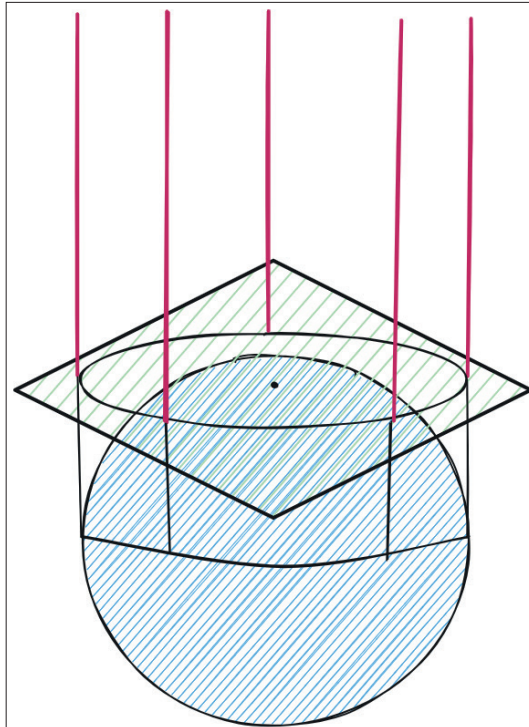
¹ Берлянт А. М. Картография: учеб. для вузов. М.: Аспект Пресс, 2002. 336 с.

В первую очередь все картографические проекции можно разделить по типу искажений:

- **равновеликие, или эквивалентные**, проекции сохраняют площади объектов, но искажают их форму и углы между линиями;
- **равноугольные, или конформные**, позволяют сохранить величину углов и формы малых фигур;
- **произвольные проекции** искажают углы и площади объектов, но могут сохранять распределение искажений в некотором компромиссном состоянии. Среди них отдельно выделяют **равнопромежуточные проекции**, сохраняющие расстояния по одному из направлений (например, вдоль меридианов).

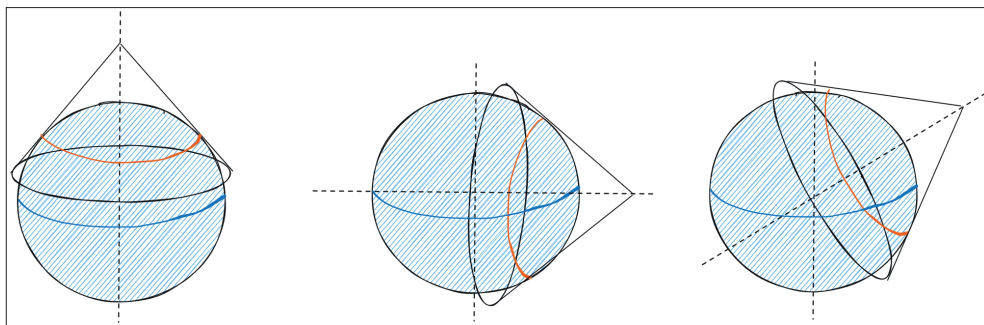
Так как при создании картографической проекции происходит переход от объемного тела к плоскому изображению на бумаге или экране, то важную роль играет выбор поверхности проецирования. В этом качестве могут выступать как простые поверхности, так и более сложные, например многогранные фигуры:

- **азимутальные проекции** используют плоскость, которая касается поверхности Земли в одной точке. Именно эта точка не будет иметь никаких искажений, при отдалении от нее к краю плоскости искажения, как правило, возрастают;



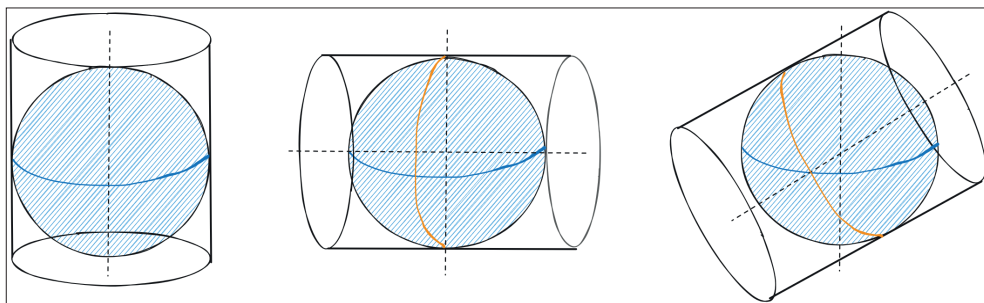
Азимутальная полярная проекция

- **конические проекции**, которые вписывают объемное тело в конус, касающийся тела по одной линии. Линия касания является линией отсутствия искажений, в то время как при удалении от нее эти искажения возрастают, при этом при приближении к вершине конуса искажение происходит в сторону уменьшения, а при приближении к основанию – в сторону увеличения. Впоследствии конус разворачивается на плоскость;



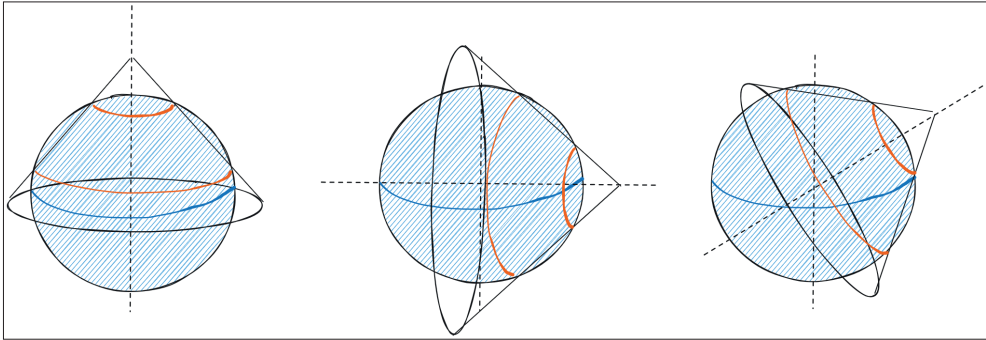
Конические проекции

- **цилиндрические проекции** используют в качестве поверхности проецирования цилиндр, касающийся поверхности объемного тела по одной линии. Эта линия будет определять истинный масштаб карты и будет линией отсутствия искажений, при удалении от которой искажения будут возрастать;

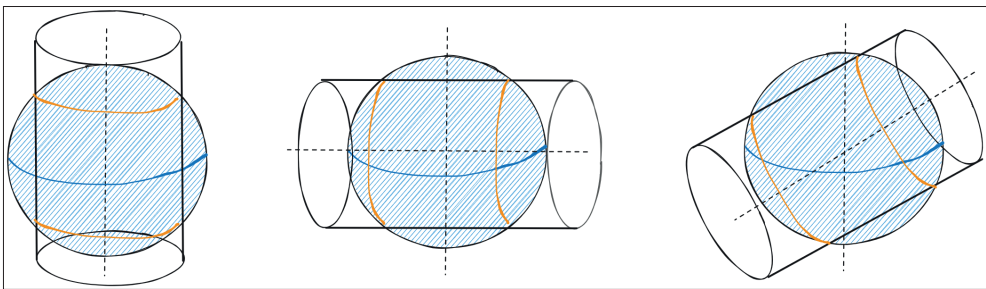


Цилиндрические проекции

- **условные проекции**, использующие либо более сложные поверхности проецирования, либо более комплексные подходы при использовании простых поверхностей:
 - ◆ **многогранные проекции**, которые используют сложные многогранные объемные тела, аппроксимирующие размеры и форму Земли и впоследствии разворачиваемые на плоскость;
 - ◆ **псевдоцилиндрические, псевдоконические и псевдоазимутальные** – проекции, которые не вписывают объемное тело в поверхность проецирования (а в случае азимутальных проекций не используют плоскость как касательную), а используют эту поверхность как секущую, образуя две линии пересечения.



Псевдоконические проекции



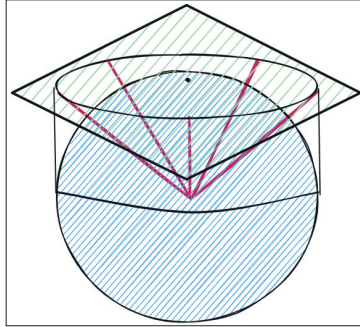
Псевдоцилиндрические проекции

Так как поверхности проецирования могут быть расположены различным образом относительно оси вращения Земли, то их классифицируют по этому признаку следующим образом:

- **нормальные, или прямые** (в случае с азимутальными проекциями – **полярные**) – ось вращения Земли совпадает с осью вращения поверхности проецирования (для азимутальных проекций точка касания находится на одном из полюсов);
- **поперечные** – ось вращения поверхности проецирования находится в плоскости экватора и перпендикулярна оси вращения Земли (для азимутальных проекций точка касания находится на линии экватора);
- **косые** – ось вращения поверхности проецирования расположена под произвольным углом по отношению к оси вращения Земли (для азимутальных проекций расположение точки касания на поверхности Земли произвольно).

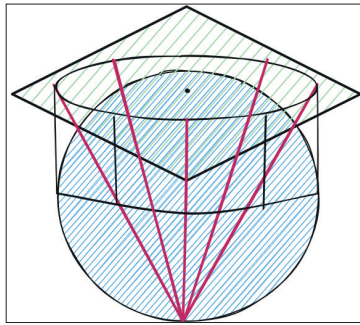
Еще одним признаком классификации является расположение точки проецирования:

- в **гномонических проекциях** точка проецирования расположена в центре масс Земли;



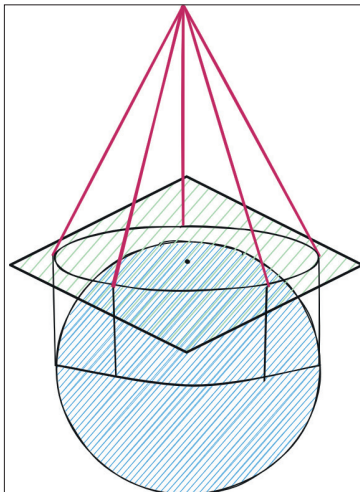
Гномоническая азимутальная проекция

- при создании **стереографической проекции** центр проецирования расположен на противоположном полюсе;



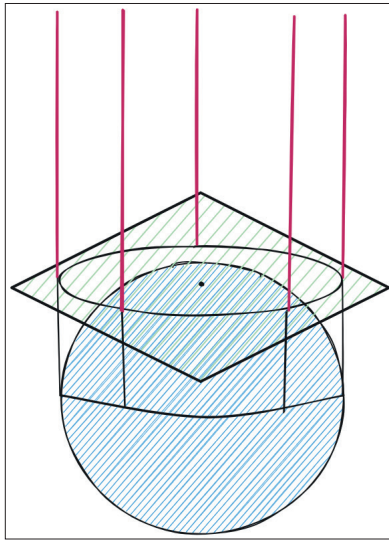
Стереографическая азимутальная проекция

- центр проецирования **внешней проекции** расположен в точке на диаметре, но за пределами объемного тела на некотором расстоянии;



Внешняя азимутальная проекция

- в **ортографической проекции** центр проецирования расположен на бесконечном удалении от Земли, поэтому проецирование происходит параллельными линиями проецирования.



Ортографическая азимутальная проекция

ВЫБОР КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Подбор подходящей картографической проекции может казаться сложной и неоднозначной задачей. На самом деле эта задача действительно не имеет одного универсального решения, потому что в первую очередь необходимо понять, какой параметр объектов наиболее важно сохранить: размеры, длины или углы? Кроме того, следует учитывать расположение картографируемой области, так как для разных типов проекций искажения будут наименее выраженными в определенных областях.

Для визуализации рекомендуется такой подбор проекций, который позволит минимизировать искажения формы и размеров объектов в интересующей вас области. Конечно, если исследуемая территория относительно невелика (например, территория города), то вопрос подбора проекции будет менее значимым, чем для территории целых стран и континентов.

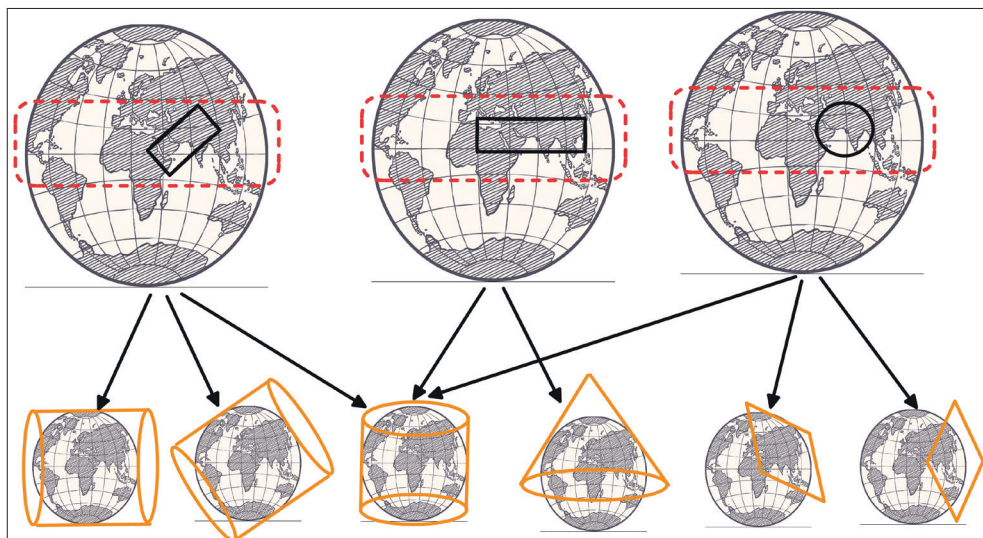
Ниже будут приведены схемы по подбору типа картографической проекции, составленные по материалам [Атласа картографических проекций для крупных регионов России](#) и предлагающие понятный алгоритм выбора, исходя из расположения и ориентации исследуемого участка.

Подбор картографических проекций в соответствии с предложенной методикой осуществляется с учетом минимизации искажений формы и размеров объектов.

i Кроме названий, в списках с примерами проекций приведены номера систем координат, основанные на этих проекциях, в соответствии с международным реестром систем координат EPSG.

Если картографируемый участок находится в **экваториальной зоне**:

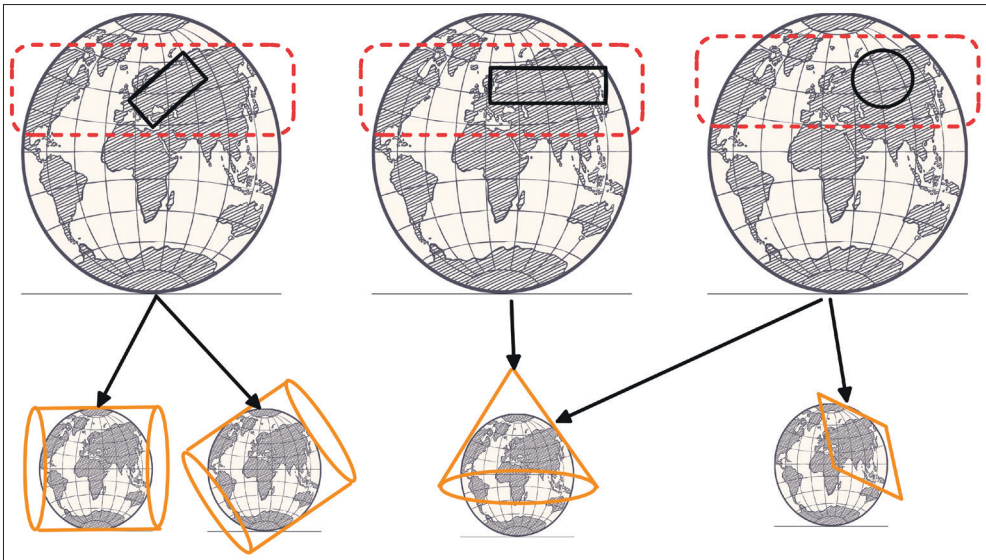
- **вытянут вдоль параллелей**, то рекомендуется использовать нормальную цилиндрическую или нормальную коническую проекцию:
 - ◆ равновеликая коническая для азиатской части Северного полушария (ESRI:102026);
 - ◆ равновеликая коническая проекция Альберса для азиатской части Северного полушария (ESRI:102025);
 - ◆ нормальная цилиндрическая равновеликая проекция (ESRI:54034);
- **компактной формы**, то рекомендуется использовать *нормальную коническую или азимутальную проекцию* с точкой касания к поверхности Земли у центра картографируемого участка (поперечную или косую):
 - ◆ равновеликая коническая для азиатской части Северного полушария (ESRI:102026);
 - ◆ равновеликая коническая проекция Альберса для азиатской части Северного полушария (ESRI:102025);
 - ◆ поперечная азимутальная равновеликая проекция (ESRI:53032);
- **вытянут в произвольном направлении** (под углом к параллелям и меридианам), то рекомендуется использование *цилиндрической проекции* с таким расположением оси вращения, чтобы линия касания проходила максимально близко к центру участка.



Если участок исследования расположен в **средних широтах** (применимо как к северному, так и южному полушарию):

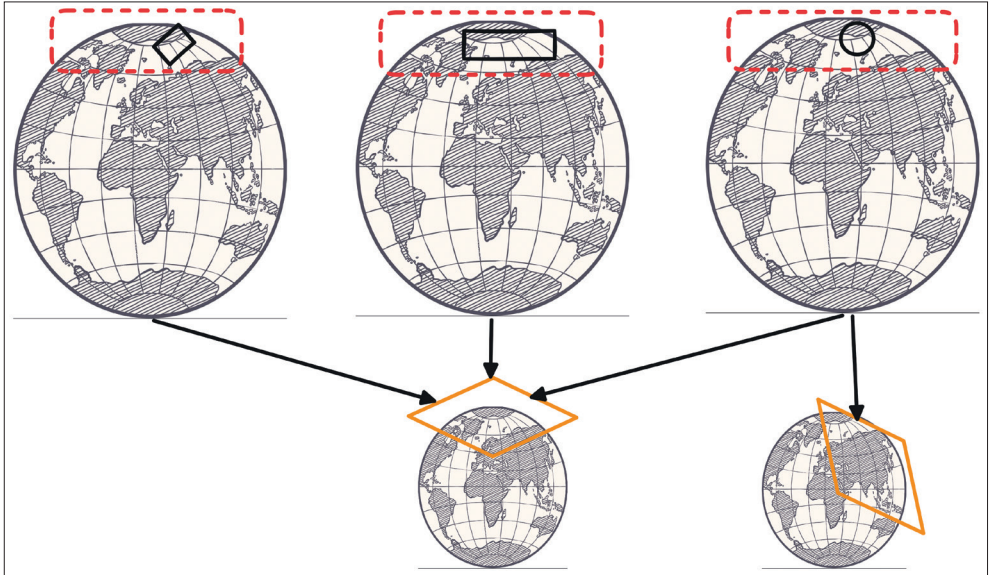
- **вытянут вдоль параллелей**, то рекомендуется использование *прямой конической проекции* для соответствующего полушария (северного или южного):
 - ◆ равновеликая коническая проекция Альберса для азиатской части Северного полушария (ESRI:102025);
- **компактной формы**, то рекомендуется использование *нормальной конической проекции или азимутальной проекции* с точкой касания в центре участка:

- ♦ равновеликая коническая проекция Альберса для азиатской части Северного полушария (ESRI:102025);
- **вытянут в произвольном направлении** (под углом к параллелям и меридианам), то рекомендуется использование *поперечной или косой цилиндрической проекции* (расположение оси вращения здесь выбирается так, чтобы минимизировать искажения на участке):
 - ♦ универсальные поперечные проекции Меркатора – аналог проекции Гаусса–Крюгера (с 34-й зоны для Северного полушария EPSG:32634 по 60-ю зону EPSG:32660, а также 1-я и 2-я зоны – EPSG:32601 и EPSG:32602 соответственно).



Если участок расположен в **приполярной области** (применимо к обоим полушариям)

- и **вытянут вдоль параллелей** или **вытянут в произвольном направлении**, то рекомендуется использовать *полярную азимутальную проекцию*:
 - ♦ полярная азимутальная проекция Ламберта (EPSG:17300);
 - ♦ полярная равнопромежуточная проекция для Северного полюса (ESRI:102016);
 - ♦ полярная равновеликая проекция Ламберта для Северного полюса (ESRI:102017);
- имеет **компактную форму**, то рекомендуется использование *полярной или косой азимутальной проекции* (в зависимости от конкретного расположения участка для минимизации искажений рекомендуется располагать точку касания по центру отображаемого участка):
 - ♦ полярная азимутальная проекция Ламберта (EPSG:17300);
 - ♦ полярная равнопромежуточная проекция для Северного полюса (ESRI:102016);
 - ♦ полярная равновеликая проекция Ламберта для Северного полюса (ESRI:102017).



КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В QGIS

В геоинформационных системах картографические проекции существуют как компонент системы координат, или crs (coordinate reference system).

Система координат базируется на картографической проекции, которая определяет используемый эллипсоид (в иностранной литературе часто называемый датумом) и способ проецирования поверхности Земли на плоскость (используемую поверхность относимости и расположение центра проецирования). К полученному изображению Земли на плоскости добавляется начало системы координат и ее оси.

В QGIS каждый добавленный слой и набор данных имеет свою собственную систему координат, а также есть система координат проекта, в которой отрисовываются данные на экране и выполняются некоторые расчеты. Эти системы координат могут (а в некоторых случаях для расчетов – должны) совпадать, а могут быть различны и изменяться независимо друг от друга.

Эта взаимная независимость систем координат позволяет работать одновременно с данными в разных системах, при этом отображая их в той системе координат, которая более удобна пользователю.

Система координат конкретного слоя отображается в его свойствах, которые можно вызвать из контекстного меню по правому клику мышкой на название слоя или просто двойным кликом на название слоя.

Система координат проекта указана в правом нижнем углу окна программы и может быть изменена после клика на нее и выбора новой. Этот процесс называется перепроецированием на лету и в первую очередь необходим для выбора системы координат для отрисовки на экране (это

не единственная функция системы координат проекта, но в контексте данной книги наиболее важная).

Работа с системами координат в QGIS имеет несколько вариантов:

- перепроецирование слоев (для растровых слоев иногда называемое деформацией) – пересчет слоя из одной системы координат в другую;
- назначение системы координат – присвоение системы координат слоям, в которых ее нет или задана некорректно;
- создание пользовательских систем координат – внесение параметров нестандартных систем координат в каталог программы;
- перепроецирование на лету – изменение системы координат проекта, то есть системы координат, в первую очередь используемой для отображения данных на экране, которое не затрагивает системы координат отдельных слоев.



Несмотря на то что в программе эти функции имеют в названии проекцию, речь все равно идет о системе координат.

Перепроецирование слоев используется, как правило, в тех случаях, когда необходимо осуществлять какие-либо расчеты или измерения либо сопоставлять между собой различные слои, находящиеся в разных системах координат.



Часто пользователи путают между собой перепроецирование слоев и назначение проекции. Важно помнить, что при назначении проекции не происходит пересчета координат, а все объекты как бы переносятся в другую систему с текущими координатами. Поэтому признаком правильного перепроецирования является то, что исходные объекты слоя остались на своем месте, так как отрисовка на экране осуществляется в единой системе координат проекта.

Перепроецирование на лету осуществляется путем нажатия на название системы координат в правом нижнем углу основного окна программы.

В настоящее время существует несколько тысяч систем координат, которые применяются в геоинформационных системах. Наиболее полным реестром систем координат является реестр EPSG, официальный сайт которого расположен по ссылке epsg.org. Однако существующий неофициальный ресурс epsg.io более прост в использовании и понятнее описывает параметры систем координат.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru