

Содержание

Topoliner. Краткий мануал	1
Установка	1
Язык интерфейса	2
Инструменты	2
Быстрый старт	2
Полигональное покрытие	2
Линейный слой	3
Два порога	3
1.01 Проверка топологии полигонов	4
1.02 Проверка топологии линий	6
1.03 Очистка топологии полигонов	7
1.04 Очистка топологии линий	8
1.05 Сшивка узлов и вершин	9
1.06 Вставка недостающих узлов	10
1.07 Контроль сборки по атрибуту	11
2.01 Топологическое упрощение	13
2.02 Границы полигонов линиями	14
2.03 Топологическая модель покрытия	15
Что решено по общим границам	16
Отметки Z	16
Предупреждения в отчёте	16
Заливка результата обратно в MSSQL	16
Ограничения	17
Справочник полей выходных слоёв	18
Слой находок	18
Слой точек правок	18
Слой вставленных узлов	19
Слой узлов	19
Слой дуг	19
Слой границ	19
Очищенный и сшитый слой	20
Спутники	20
Проверка кода	20

Topoliner. Краткий мануал

[English version](#)

Версия 0.6.0

Плагин добавляет в панель Processing группу **Topoliner** с восемью инструментами. Основная задача - привести полигональное покрытие в порядок без ручного снапа слоя к самому себе.

Установка

Работает на QGIS от 3.16 до 4.0 включительно.

Меню **Модули - Управление модулями - Установить из ZIP**, выбрать topoliner.zip. Перезапуск QGIS не нужен.

Инструменты появятся в панели **Processing** в группе **Topoliner**, подгруппа **1. Топология**.

Язык интерфейса

Плагин двуязычный. Язык берётся из локали QGIS, а не системы: если в QGIS выставлен английский, интерфейс плагина тоже будет английским. Переведены названия, параметры, справки, отчёты и названия нарушений.

Инструменты

Номер инструмента задаёт и группу, и порядок в панели Processing. Ниже каждый инструмент описан отдельно, вместе с таблицей его параметров.

группа **1. Топология** содержит 1.01 - 1.07, группа **2. Генерализация** содержит 2.01 и 2.02. Порядок в первой группе соответствует рабочему процессу: проверить, почистить, при необходимости сшить отдельно, проконтролировать сборку.

Инструмент	Что делает	Меняет слой
1.01 Проверка топологии полигонов	Ищет нарушения, выдаёт слой точек и сводку	Нет
1.02 Проверка топологии линий	Недоводы, перелёты, висячие концы, псевдоузлы	Нет
1.03 Очистка топологии полигонов	Чинит всё, что является мусором	Да, в новый слой
1.04 Очистка топологии линий	Обрезает перелёты, дотягивает недоводы, вставляет узлы	Да, в новый слой
1.05 Сшивку узлов и вершин	Только согласование узлов и вершин	Да, в новый слой
1.06 Вставка недостающих узлов	Достраивает узлы, не меняя ни формы, ни площади	Да, в новый слой
1.07 Контроль сборки по атрибуту	Проверяет, собираются ли группы в целое тело. Полигоны и линии	Нет
2.01 Топологическое упрощение	Прореживает вершины полигонов и линий, не разрывая общих границ	Да, в новый слой
2.02 Границы полигонов линиями	Выдаёт границы отдельными линиями, каждую по разу	Нет
2.03 Топологическая модель покрытия	Раскладывает покрытие на узлы и дуги	Нет

Все инструменты работают в моделях и в пакетном режиме. Исходный слой не изменяется никогда, результат всегда новый слой.

Быстрый старт

Полигональное покрытие

Четыре шага, порядок именно такой.

Шаг 1. Проверить. Запустить **1.01 Проверка топологии полигонов** с допуском 2 и порогом площади 1. Посмотреть сводку в панели Processing. Она отвечает на главный вопрос: сколько нарушений уйдёт молча и сколько придётся смотреть руками.

Шаг 2. Почистить. Запустить **1.03 Очистка топологии полигонов** с теми же порогами. Прочитать отчёт, особенно строку изменения площади.

Шаг 3. Проверить снова. Повторить шаг 1 по результату. В разряде **auto** должно остаться пусто. Всё, что осталось в разряде **review**, разбирается руками.

Шаг 4. Проверить сборку. Запустить **1.07 Контроль сборки по атрибуту** по полю блока, затем по полю панели. Это конечный критерий приёмки: ради корректной сборки всё и делается.

Линейный слой

Шаг 1. 1.02 Проверка топологии линий с допуском 2. Смотреть, сколько недоводов и перелётов против висячих концов: первые два чинятся, третье остаётся вам.

Шаг 2. 1.04 Очистка топологии линий с тем же допуском.

Шаг 3. Повторить шаг 1. Должны остаться только висячие концы.

Шаг 4. При необходимости **1.07 Контроль сборки по атрибуту**: собирается ли группа линий в одну связную цепь.

Два порога

Всё поведение задаётся двумя числами.

Допуск в единицах CRS слоя. Предельное смещение вершины и радиус поиска соседних рёбер. Берите чуть больше реальной величины расхождений и заметно меньше длины самого короткого осмысленного ребра. Для оцифровки по планшетам обычно 1 - 2 м.

Перекрытия оцениваются шириной, а не площадью. Полоса шириной с допуск и длиной в десятки метров набирает сотню квадратных единиц, но остаётся следствием смещения вершин. Мусором считается перекрытие уже допуска, содержательным - шире допуска.

Порог площади в квадратных единицах CRS. Площадь, ниже которой фрагмент считается техническим мусором. Разумная точка отсчёта - квадрат допуска. При допуске 2 м это 4 кв. м, на практике часто хватает 1 кв. м.

Главное правило для допуска: он должен быть меньше ширины самого узкого объекта.



Если объект уже допуска, его противоположные берега слипнутся, и он схлопнется сам в себя. Именно так ломаются узкие полосы, например полигоны между близкими уровнями изолиний.

Инструмент сшивки печатает минимальную и медианную ширину колец до расчёта и сообщает, сколько колец уже допуска. Смотрите на эту строку перед тем, как принимать результат.

Уменьшать допуск до ширины самого узкого объекта обычно не нужно и вредно: такой допуск перестанет смыкать реальные расхождения. Вместо этого работает флажок **Не изменять объекты уже допуска**, включённый по умолчанию. Узкие объекты остаются нетронутыми и служат опорой, к которой подтягиваются соседи.

Пороги проводят границу между «мусор, чиню молча» и «смысл, показываю». Если сомневаетесь, начинайте с малых значений: занизить порог безопасно, завысить нет.

1.01 Проверка топологии полигонов

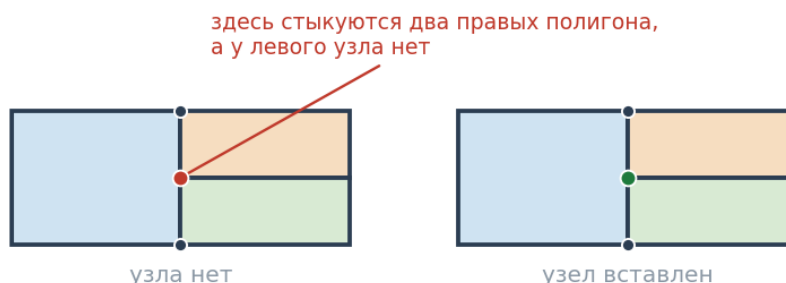


Рис. 1: Т-образный стык: справа два полигона сходятся в точке на ребре левого, а вершины там у левого нет.

Вход. Полигональный слой. Можно ограничиться выделенными объектами.

Выход. Слой точек с полями:

- type - код нарушения,
- label - название по-русски,
- severity - auto или review,
- fid_a, fid_b - идентификаторы объектов, для парных нарушений оба,
- value - величина нарушения (площадь, смещение, количество),
- note - пояснение.

Подсказка по допуску. После проверки инструмент печатает, как расхождения распределены в этом слое: сколько их, медиана, девяносто пятый процентиль и максимум. Если в распределении есть разрыв, он называется: до него погрешность оцифровки, за ним разногласие между источниками. Если разрыва нет, инструмент так и говорит, а не выдумывает число.

Отдельно печатается потолок: величина, выше которой допуск брать не следует, потому что он схлопнет короткие рёбра и узкие объекты. Считается по пятому процентилю длины ребра и минимальной ширине объекта.

Если медиана расхождений оказалась близка к заданному допуску, распределение обрезано: дальше допуска проверка не смотрит, и настоящие расхождения крупнее. Стоит повторить с допуском покрупнее.

Два похожих нарушения стоит различать. «Вершина лежит на ребре соседа» означает расстояние ноль: границы совпадают геометрически, но вершинность у соседей разная. Такое чинят при любом допуске. «Вершина рядом с ребром» означает лишь близость, и число таких находок задаётся допуском. Если в сводке медиана близка к допуску, а не к нулю, вы смотрите на соседние объекты, а не на дефекты.

Как читать. Стилизируйте слой по полю severity. Точки review - это рабочий список. Точки auto смотреть не обязательно, их уберёт очистка.

Если в review много перекрытий, отсортируйте находки по полю value и посмотрите распределение. Провал в распределении и есть искомый порог площади для этих данных.

Поле группировки. Один слой может хранить несколько покрытий, различаемых атрибутом: зоны разных пластов, варианты раскройки, слои разных лет. Такие объекты лежат в одних и тех же местах по замыслу, и без группировки каждое наложение попадает в перекрытия, дубликаты и вложения. Укажите поле, и проверка пойдёт внутри каждой группы отдельно. Ключ группы записывается в поле gr.

На слое геомеханических зон из 379 объектов проверка целиком дала 166 находок, а с группировкой по пласту 41. Разница целиком приходится на межпластовые наложения.

Тот же параметр есть у очистки: объекты разных групп не сшиваются между собой и не спорят за площадь.

Порог площади полости. Целик, озеро или незакартированный участок это часть замысла, а не дефект. Полость крупнее указанной площади находкой не считается. Мелкая дыра в покрытии остаётся дефектом. Ноль отключает проверку.

Отключаемые проверки. Поиск перекрытий и поиск щелей самые дорогие. На больших слоях их можно выключить и прогнать отдельно.

Параметры

Параметр	Умолчание	Что задаёт
Проверяемый слой (полигоны)	-	Слой не изменяется
Допуск (в единицах CRS слоя)	2	Расстояние, ниже которого расхождение считается погрешностью оцифровки
Порог площади мусора (кв. единицы CRS)	1	Площадь, ниже которой фрагмент считается техническим мусором
Поле или поля группировки, <i>необязательный</i>	-	Нарушения ищутся внутри каждой группы отдельно. Нужно, когда в слое несколько покрытий
Полость крупнее этой площади щелью не считается	0	Целик, озеро, незакартированный участок. Ноль отключает
Искать перекрытия, дубликаты и вложения	да	
Искать щели в покрытии	да	
Искать вершины без узла на соседнем ребре	да	
Находки	-	Выходной слой точек

1.02 Проверка топологии линий



Рис. 2: Три случая на конце линии. Недовод и перелёт чинятся, висячий конец остаётся человеку.

Слой не изменяется. На выходе слой точек с находками и сводка в панели Processing.

У линий свой набор нарушений. Щели, перекрытия, вложения и волосяные полигоны к ним не применимы, зато появляются недоводы, перелёты, висячие концы и псевдоузлы.

Три случая на конце линии стоит различать. *Недовод* это конец, не дошедший до соседней линии: расстояние меньше допуска, это след оцифровки. *Перелёт* это хвост, торчащий за пересечением, тоже след оцифровки. *Висячий конец* это конец, которому не с чем соединиться: у гидросети или сети выработок он обычно является устьем или тупиком, поэтому решение остаётся человеку.

Порядок проверки существенен: у хвоста за узлом конец тоже отстоит от соседней линии, поэтому перелёт ищется раньше недовода.

Псевдоузел это стык двух линий концами, где больше ничего нет. По умолчанию проверка выключена: во многих слоях разбиение на участки сделано намеренно.

Параметры

Параметр	Умолчание	Что задаёт
Проверяемый слой (линии)	-	Слой не изменяется
Допуск (в единицах CRS слоя)	2	Недовод и перелёт короче допуска относятся к мусору
Порог длины линии	0	Линии короче попадают в находки. Ноль отключает
Искать висячие концы, недоводы и перелёты	да	
Искать пересечения без узла	да	
Искать псевдоузлы	нет	Выключено намеренно: во многих слоях разбиение на участки сделано специально
Находки	-	Выходной слой точек

1.03 Очистка топологии полигонов

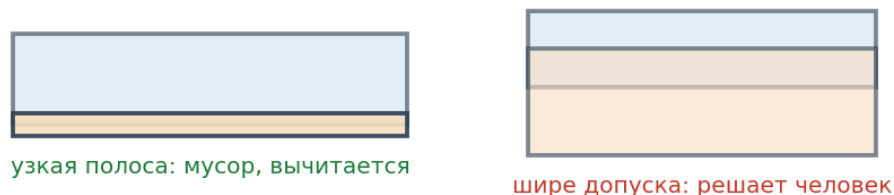


Рис. 3: Перекрытие оценивается шириной, а не площадью.

Что чинится молча

- повторяющиеся вершины и нулевые сегменты,
- иглы (разворот линии назад в одной вершине),
- вершины, лежащие на ребре соседа без узла,
- перехлёсты рёбер без общих вершин,
- расхождения вершин меньше допуска,
- микродыры и микрочасти,
- некорректная геометрия,
- перекрытия мельче порога площади,
- щели мельче порога площади.

Что не делается никогда

- крупные перекрытия,
- крупные щели,
- дубликаты объектов,
- вложенные объекты,
- волосяные полигоны,
- удаление микрообъектов без явного разрешения.

Всё это попадает в слой **Оставшиеся проблемы** с пояснением в поле note.

Порядок шагов. Чистка вершин, затем микрочасти и микродыры, затем сшивка, затем исправление некорректной геометрии, затем перекрытия, затем щели. Порядок зафиксирован и не настраивается: иглы до сшивки, иначе они превращаются в ложные узлы и разносятся по соседям, а проверка корректности после сшивки, потому что сшивка сама способна породить самопересечение.

Основные параметры

- **При перекрытии площадь сохраняет** - более крупный объект или объект с меньшим идентификатором. По умолчанию крупный.
- **Удалять объекты мельче порога площади** - по умолчанию выключено, потому что удаление объекта уничтожает и его атрибуты.
- **Порог угла иглы** - около одного градуса убирает только явные артефакты.
- **Восстанавливать отметки Z** - см. раздел «Отметки Z».

Гарантии

- Вершина не смещается дальше допуска.
- Правка, отнимающая у объекта больше четверти площади, отменяется. Объект остаётся как был и попадает в оставшиеся проблемы.
- Повторный запуск по результату ничего не меняет.
- Атрибуты сохраняются полностью.

Выходной слой всегда составного типа, потому что исправление может разделить объект на несколько частей.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны)	-	
Допуск (в единицах CRS слоя)	2	Предельное смещение вершины
Порог площади мусора (кв. единицы CRS)	1	Граница между мусором и возможным смыслом
Поле или поля группировки, <i>необязательный</i>	-	Объекты разных групп не сшиваются и не спорят за площадь
При перекрытии площадь сохраняет	более крупный объект	Второй вариант: объект с меньшим идентификатором
Удалять объекты мельче порога площади	нет	Выключено: удаление уничтожает и атрибуты
Полость крупнее этой площади щелью не считается	0	
Порог угла иглы, градусы	1	Разворот линии назад в пределах этого угла считается иглой
Сшивать вершины и узлы	да	
Исправлять некорректную геометрию	да	С контролем потери площади
Убирать мелкие перекрытия	да	Узкие полосы, шириной меньше допуска
Заполнять мелкие щели	да	Щель уходит соседу с самой длинной общей границей
Восстанавливать отметки Z	да	По ближайшей исходной вершине
Очищенный слой	-	Всегда составного типа
Оставшиеся проблемы, <i>необязательный</i>	-	Слой точек: то, что решает человек

1.04 Очистка топологии линий

Исправляет то, что заведомо является следом оцифровки.

Снимает повторяющиеся вершины и иглы, обрезает перелёты до самой точки пересечения, дотягивает недоводы на проекцию на соседнюю линию, вставляет недостающие узлы, удаляет линии нулевой длины.

Что не делается: висячие концы не трогаются, линии короче порога не удаляются без явного разрешения, псевдоузлы не объединяются.

Гарантия. Конец линии не смещается дальше допуска. Повторный запуск по результату ничего не меняет.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (линии)	-	
Допуск (в единицах CRS слоя)	2	Предельное смещение конца линии и предельная длина обрезаемого хвоста
Порог длины линии	0	
Обрезать перелёты за узел	да	Хвост отрезается до самой точки пересечения
Дотягивать недоводы до соседней линии	да	Конец переносится на проекцию
Вставлять недостающие узлы	да	
Удалять линии короче порога длины	нет	Выключено: удаление уничтожает и атрибуты
Порог угла иглы, градусы	1	
Очищенный слой	-	
Оставшиеся проблемы, <i>необязательный</i>	-	

1.05 Сшивки узлов и вершин

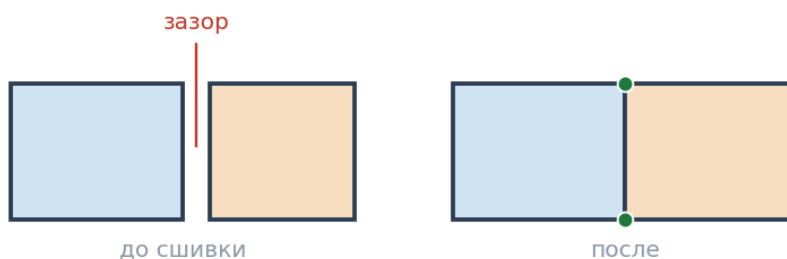


Рис. 4: Зазор меньше допуска закрывается сведением вершин.

Нужна, когда покрытие в остальном в порядке и требуется только согласовать границы. Не трогает перекрытия и щели.

Полезный приём: сначала прогон в режиме **Только вставка узлов**. Он не двигает ни одной существующей координаты и показывает реальный объём расхождений по числу вставленных узлов.

Эталонный слой. Отдельный параметр. Его вершины считаются неподвижными и притягивают входной слой, сам эталон не изменяется и в результат не попадает. Нужен, когда новый участок пришивается к уже принятой границе.

Кто кого притягивает. По порядку объектов в слое либо крупные притягивают мелкие. По смыслу обычно подходит второе.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны или линии)	-	
Допуск (в единицах CRS слоя)	2	Предельное смещение вершины
Режим	слияние вершин и вставка узлов	Другие варианты: только вставка узлов, вершины при этом не двигаются, и только слияние вершин
Эталонный слой, <i>необязательный</i>	-	Его вершины неподвижны и притягивают входной слой. Сам не изменяется
Кто кого притягивает	крупные объекты притягивают мелкие	Второй вариант: по порядку объектов в слое
Отметка Z вставленного узла	интерполировать вдоль ребра	Второй вариант: взять у притянутой вершины
Ставить узлы в точках пересечения рёбер	да	
Не изменять объекты уже допуска	да	Такой объект схлопнулся бы сам в себя, поэтому остаётся опорой
Если сшивка испортила геометрию	исправить, а если не выходит, вернуть исходную	Другие варианты: сразу вернуть исходную геометрию объекта либо оставить как есть
Проверять корректность геометрии до и после	да	
Сшитый слой	-	
Точки правок, <i>необязательный</i>	-	Где двигались вершины и вставлялись узлы

1.06 Вставка недостающих узлов

Достраивает узлы там, где вершина одного объекта лежит на ребре другого, но узла там нет. Ничего больше не делает.

Чем отличается от сшивки. Сшивка двигает вершины, чтобы сомкнуть расхождения. Здесь расхождения нет вовсе: границы уже совпадают, различается только вершинность. Поэтому вставка узлов ничего не двигает, и суммарная площадь остаётся прежней точно, а не приблизительно. Отчёт печатает площадь до и после: если строки о равенстве нет, что-то пошло не так.

Когда нужно. Отрисовке разная вершинность не мешает и на глаз не видна. Мешает объединению по атрибуту, оверлеям, генерализации и загрузке в базу со строгой топологией. Типичный источник это независимое построение полигонов по разные стороны общей прямой: линии разлома, края маски обрезки.

Опорный слой необязателен. Его вершины служат источником узлов для входного слоя, сам он не изменяется и в результат не попадает. Без него узлы берутся из самого входного слоя.

Отчёт разделяет узлы на два вида: на рёбрах соседей и в пересечениях рёбер. Первое это недостающие общие вершины, ради которых инструмент и сделан. Второе означает, что рёбра пересекаются, то есть объекты накладываются друг на друга. Если таких узлов больше

половины, слой не является единым покрытием, и стоит сперва посмотреть перекрытия инструментом 1.01. При осмысленном наложении, например разных пластов в одном слое, галочку об узлах в пересечениях лучше снять.

Проходов может понадобиться несколько. Вставленный узел сам иногда ложится на ребро третьего объекта, поэтому инструмент повторяет проходы, пока узлы находятся, и печатает их число. На типичном слое кригинга хватает трёх.

Отклонение от ребра это не допуск. Расстояние здесь равно нулю, а число нужно лишь как защита от ложных срабатываний. Умолчание отвечает точности координат. Задавать метры не следует: инструмент начнёт подтягивать рёбра, и обещание про площадь перестанет выполняться.

Находит эти места инструмент **1.01**, тип нарушения **вершина лежит на ребре соседа без узла**.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны или линии)	-	
Опорный слой, <i>необязательный</i>	-	Источник узлов. Не изменяется и в результат не попадает
Допустимое отклонение вершины от ребра	0.000001	Не допуск, а защита от ложных срабатываний. Метры задавать не следует
Ставить узлы в точках пересечения рёбер	да	
Предельное число проходов	10	На согласованном покрытии хватает двух-трёх. Достижение предела означает, что слой не является покрытием
Слой с узлами	-	
Вставленные узлы, <i>необязательный</i>	-	Точки, где появились узлы

1.07 Контроль сборки по атрибуту

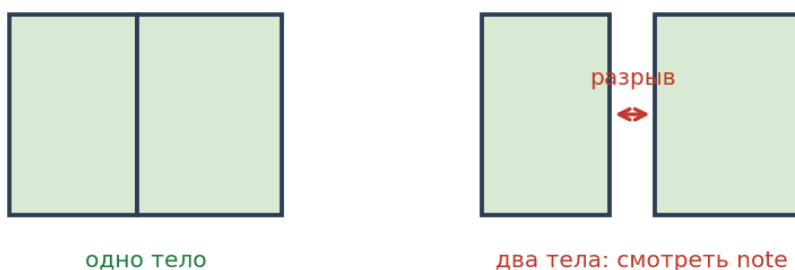


Рис. 5: Группа собирается в одно тело либо распадается на части.

Проверяет, что объединение объектов с одинаковым значением атрибута даёт ровно одну часть без внутренних колец. Слой не изменяется.

Зачем. Это прямая замена ручной процедуры «объединить без атрибутов и посмотреть глазами». Инструмент отвечает на конечный вопрос сразу и по всем группам, а не по одной.

Что находится

- **Группа распалась на части.** Внутри группы остался разрыв. В поле note указано расстояние до ближайшей части. Это и есть допуск, которого не хватило.
- **Внутреннее кольцо в группе.** Внутри группы осталась дыра. Настоящие технологические полости тоже попадут сюда, их отличают по площади.

Важное свойство. Проверка находит то, чего не видит поиск щелей по всему покрытию. Зазор, выходящий на внешний край, дырой в объединении не является, но при сборке группы он разрезает её надвое. Поэтому контроль сборки надо выполнять всегда, а не только при подозрениях.

Для линий вопрос тот же: собирается ли группа в одну связную цепь. Смежные участки склеиваются, поэтому число исходных отрезков роли не играет. Внутренних колец у линий не бывает, мерой служит длина.

Когда группа не обязана быть цельной. Одно значение атрибута часто описывает несколько разнесённых тел: полигоны изолиний одного уровня, участки одного типа, острова. Для таких данных задайте **Максимальный разрыв**. Части, отстоящие дальше него, считаются отдельными телами, а разрывом остаётся только разделение внутри тела. Полости в таких данных тоже обычно входят в замысел, для них есть флажок **Внутренние кольца допустимы**.

Признак того, что порог нужен, виден сразу: если в поле note стоят сотни и тысячи метров, это не дефекты сборки, а нормально разнесённые тела. Для зон, блоков и панелей порог оставляют нулевым: там группа обязана собираться в одно целое.

Если выбрано несколько полей, ключом становится их сочетание.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Слой (полигоны или линии)	-	Слой не изменяется
Поле или поля группировки	-	Обязательный. При нескольких полях ключом становится их сочетание
Порог площади мусора	1	Ниже этой площади внутреннее кольцо считается мусором
Максимальный разрыв внутри тела	0	Насколько далеко части ещё считаются одним телом. Ноль означает, что группа обязана быть цельной
Внутренние кольца допустимы	нет	Для данных, где полость входит в замысел
Находки сборки	-	Выходной слой точек

2.01 Топологическое упрощение

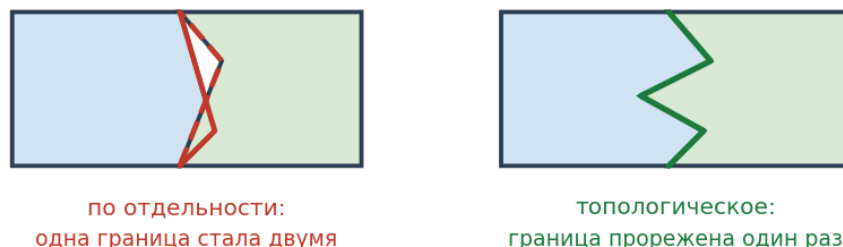


Рис. 6: Упрощение по отдельности разводит общую границу.

Прореживает вершины так, что граница, общая для двух соседей, остаётся общей.

Зачем. Обычное упрощение обрабатывает каждый полигон отдельно, поэтому одна и та же граница прореживается дважды и по-разному: появляются щели и перехлёсты. Замер на слое зон с допуском 5: топологическое упрощение не порождает ни одного нарушения, независимое даёт 46 перекрытий, 25 щелей и 189 несогласованных узлов.

Как работает. Общие рёбра склеиваются в дуги между узлами ветвления, каждая дуга прореживается ровно один раз, и обоим соседям достаётся один и тот же результат. Концы дуг неподвижны, поэтому узлы, где сходятся три полигона, не смещаются.

Линии обрабатываются наравне с полигонами. Общий участок двух линий прореживается один раз, концы линий и точки ветвления остаются на месте. Это нужно изолиниям, гидросети и горным выработкам: обычное упрощение разрывает их в узлах.

Два метода прореживания. Дуглас-Пекер меряет отклонение вершины от хорды: держит углы и характерные изломы, но на плавной кривой оставляет заметные грани. Висвалингам меряет площадь треугольника из трёх соседних вершин: на плавных линиях результат мягче, зато острый угол из коротких рёбер может срезаться. Для границ блоков и выработок подходит первый, для изолиний и гидросети второй.

Допуск в обоих случаях задаётся в единицах длины, одним полем: так проще в моделях и в пакетном режиме. Точного соответствия между методами нет, один меряет расстояние, другой площадь: при равном числе в поле Висвалингам оставляет заметно больше вершин, поэтому для сравнимого результата его допуск берут крупнее.

Сглаживание срезает углы после прореживания, по тем же дугам, поэтому общая граница остаётся общей. Схема Чайкина не выходит за исходную линию, так что выбросов и новых самопересечений не возникает. Каждый проход примерно удваивает число вершин, обычно хватает одного или двух.

Точность опознания общих вершин это не допуск упрощения. Она нужна, когда соседи записаны с разной точностью координат. Задавать метры не следует.

Площадь при упрощении меняется, в этом его смысл. Топология при этом не портится: проверьте результат инструментом 1.01, число находок не должно вырасти.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны или линии)	-	

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Метод прореживания	Дуглас-Пекер	Второй вариант: Висвалингам, по площади треугольника
Допуск упрощения	1	Предельное отклонение упрощённой линии от исходной. Для Висвалинга пересчитывается в площадь
Не упрощать дуги короче, вершин	0	Защита коротких участков границы. Ноль отключает
Сглаживание, число проходов	0	Срезание углов после прореживания. Каждый проход примерно удваивает число вершин
Точность опознания общих вершин	0.000001	Не допуск упрощения. Нужна, когда соседи записаны с разной точностью координат
Поле или поля группировки, <i>необязательный</i>	-	Границы разных групп общими не считаются
Сохранять отметки Z	да	
Упрощённый слой	-	

2.02 Границы полигонов линиями



Рис. 7: Обычный перевод даёт две совпадающие линии, инструмент 2.02 одну.

Выдаёт границы покрытия отдельными линиями, от узла до узла. Слой не меняется.

Чем отличается от перевода полигонов в линии. Обычный перевод выдаёт общую границу дважды, по разу от каждого соседа: две совпадающие линии одна поверх другой. Стилль ложится на обе, и толщина удваивается. Здесь граница выходит один раз.

Три вида границ: между объектами, внешний край покрытия, край полости. Если в полости лежит другой объект, это уже граница между объектами.

Атрибуты: kind, label, fid_a, fid_b, length. Если задано поле, добавляются val_a и val_b - значение поля у каждого соседа. Для геологических границ это пласт слева и пласт справа.

Линия рвётся там, где сходятся три и более объекта, и там, где меняется пара соседей. Граница между двумя телами выходит одним куском.

Отклонение при поиске общих вершин. Если у соседей разная вершинность, общая граница не опознаётся. Перед разбором такие узлы достраиваются, вершины при этом не двигаются. Проверить слой заранее можно инструментом 1.01.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны)	-	Слой не изменяется
Поле, значения которого записать по обе стороны, <i>необязательный</i>	-	Значение поля у каждого соседа попадёт в атрибуты линии
Отклонение при поиске общих вершин	0.000001	Узлы достраиваются перед разбором, вершины при этом не двигаются. Ноль отключает
Точность опознания общих вершин	0.000001	
Границы	-	Выходной слой линий

2.03 Топологическая модель покрытия

Раскладывает покрытие на узлы и дуги. Слой не изменяется, на выходе два новых: точки узлов и линии дуг.

Что это такое. Та самая модель, что была в ArcInfo coverage. Полигон описывается не своей границей, а ссылками на дуги. Дуга хранится один раз и знает, что лежит слева и справа. Правка дуги меняет обоих соседей сразу, поэтому границам просто негде разойтись.

Узлы несут степень, то есть число сходящихся дуг. Степень 1 это висячий конец, 2 псевдоузел, который можно убрать слиянием дуг, 3 и больше настоящее ветвление, где сходятся три и более объекта.

Дуги несут номера узлов начала и конца и идентификаторы обоих соседей. Для края покрытия второй сосед равен минус единице.

Чем отличается от 2.02. Инструмент 2.02 выдаёт границы для оформления: линии с признаком того, с чем они граничат. Здесь помимо линий выдаются узлы со степенью, и дуги привязаны к ним номерами. Это модель для разбора связности, а не для стилизации.

Замер на слое зон: 341 объект дал 566 узлов и 899 дуг, из них 708 между объектами. На кадастровом слое из 4234 объектов вышло 7499 узлов и 10869 дуг, среди узлов нашлось 1006 псевдоузлов и 4 висячих.

Параметры

Параметр	Умолчение	Что задаёт
Входной слой (полигоны)	-	Слой не изменяется
Отклонение при поиске общих вершин	0.000001	Узлы достраиваются перед разбором, вершины не двигаются
Точность опознания общих вершин	0.000001	
Узлы	-	Выходной слой точек
Дуги	-	Выходной слой линий

Что решено по общим границам

Случай	Результат
У соседа есть вершина на общей границе, у нас нет	Узел вставляется, координаты не смещаются
Т-образный стык трёх полигонов	Узел появляется у того, у кого его не было
Четыре полигона сходятся в углу с разбросом меньше допуска	Все углы сводятся в одну точку
Угол заходит за границу соседа меньше допуска	Вершины сводятся, перехлест исчезает
Рёбра пересекаются крест-накрест без общих вершин	Узлы ставятся в точках пересечения
Наклонная граница уже совпадает	Ничего не меняется, ложных узлов нет
Нестыковка больше допуска	Не трогается, это содержательный случай

Отметки Z

При сшивке вершина берёт плановые координаты лидера и оставляет собственную отметку, поэтому пласты с разными Z не перемешиваются.

В инструменте очистки операции пересечения работают в плане, поэтому Z восстанавливается по ближайшей исходной вершине. Для покрытий это корректно. Для слоёв с резкими перепадами отметок вдоль границы результат следует проверить.

Предупреждения в отчёте

Суммарная площадь изменилась более чем на процент. Почти всегда означает завышенный порог площади. Уменьшите его и повторите.

Вырожденных колец удалено. Допуск больше размера самих объектов. Уменьшите допуск.

Объектов исчезло. Объект целиком ушёл при исправлении. Найдите его в слое оставшихся проблем по типу `lost` и разберите вручную.

Исправлений отменено из-за потери площади. Сработала защита: правка некорректной геометрии отнимала больше четверти площади. Объект оставлен без изменений.

Некорректных геометрий стало больше. Допуск слишком велик для этих данных.

Заливка результата обратно в MSSQL

Порядок, проверенный на слое зон.

1. Бэкап. Одной строкой в SSMS или в окне SQL менеджера БД:

```
SELECT * INTO dbo.Zones_backup_ГГГГММДД FROM dbo.Zones;
```

Правка живой таблицы откатывается только из бэкапа, поэтому шаг обязателен.

2. Замена через буфер правки. Открыть целевой слой на редактирование, выделить все объекты и удалить, затем вставить объекты из очищенного слоя. Атрибуты сопоставляются по именам полей, поэтому имена менять нельзя.

3. Проверка до сохранения. Открыть таблицу атрибутов и убедиться, что ключевое поле заполнено исходными значениями, а не пустое. Подводный камень ровно один: если ключ является колонкой IDENTITY, сервер может отказаться принимать явные значения либо раздать свои, и тогда порвутся внешние связи. Видно это сразу при сохранении.

4. Если сервер заругался на IDENTITY. Откатить правку и идти через временную таблицу с обновлением по ключу:

```
UPDATE z SET z.geom = s.geom.MakeValid()  
FROM dbo.Zones z JOIN dbo.Zones_snap s ON z.zone_id = s.zone_id;
```

5. Контроль на сервере.

```
SELECT COUNT(*) FROM dbo.Zones WHERE geom.STIsValid() = 0;
```

Должен быть ноль.

Про MakeValid. SQL Server строже GEOS. Геометрия, корректная в QGIS, может не пройти на сервере, чаще всего из-за точечных самокасаний колец. Инструмент очистки предупреждает об этом отдельной строкой в отчёте. Если предупреждение появилось, применяйте MakeValid() на стороне сервера.

Ограничения

Щели ищутся как дыры в объединении покрытия. Зазор, выходящий на внешний край покрытия, дырой не является и этим способом не находится. Такие зазоры закрывает сшивка вершин, если их ширина меньше допуска.

Слой читается в память целиком. Замеры на кадастровом слое: 11 866 объектов, 15 700 колец, 726 тысяч вершин.

Инструмент	Время
1.01 Проверка топологии, допуск 2	48 с
1.06 Вставка недостающих узлов	84 с
2.01 Топологическое упрощение, допуск 5	7 с
2.03 Топологическая модель покрытия	96 с

Для слоёв в миллионы вершин обрабатывайте по частям.

Величина координат влияет на точность. В системах, где координаты измеряются миллионами метров, вроде Web Mercator, число двойной точности разрешает около нанометра. Ребро между вершинами существует как формула, и знак определителя при проверке стороны вычисляется из разностей больших чисел, где старшие цифры сокращаются. Отсюда берутся перекрытия площадью в десятки квадратных микрон: у них нет ширины, только длина. Инструмент относит их к мусору, потому что оценивает перекрытие шириной. В местной системе с шестизначными координатами такого шума на порядок меньше.

Для линий есть свои проверка 1.02 и очистка 1.04. Кроме них линии принимают сшивка 1.05, вставка узлов 1.06, контроль сборки 1.07 и упрощение 2.01.

Автоматика не знает, какая из двух спорящих границ верна. Она различает только масштаб: сантиметровый нахлест является погрешностью, гектарный является разногласием между источниками. Поэтому крупные перекрытия и щели остаются человеку всегда.

Справочник полей выходных слоёв

Слой находок

Выдают инструменты **1.01**, **1.02**, **1.07**, а также очистка в слое оставшихся проблем. Геометрия точечная: точка стоит там, где найдено нарушение.

Поле	Тип	Что содержит
num	целое	Сквозной номер находки. Совпадает с номером в отчёте списком
type	строка	Код нарушения: overlap, gap, on_edge, dangle и прочие. Удобно фильтровать
label	строка	То же на языке интерфейса, для чтения человеком
severity	строка	auto - мусор, инструмент очистки исправит сам. review - решает человек
fid_a	целое	Идентификатор объекта. Для парных нарушений - первый из пары
fid_b	целое	Второй объект пары, либо -1 если нарушение относится к одному объекту
value	вещественное	Измеренная величина: площадь перекрытия или щели, расстояние до соседней линии, число снятых вершин. Смысл зависит от типа
note	строка	Пояснение с измеренной величиной: чем этот случай отличается от соседнего того же типа
grp	строка	Ключ группы, если задано поле группировки

Отчёт списком. Инструмент 1.01 может выгрузить находки текстовым файлом: номер, что не так, у каких объектов, где именно. Номер совпадает с полем num в слое, поэтому по списку место ищется на карте, а по идентификатору объекта в исходных данных. Список удобно передать тому, кто данные готовил.

Как стилизовать. Правило по severity: review красным и крупнее, auto мелким серым. Тогда рабочий список виден сразу.

Слой точек правок

Выдаёт инструмент **1.05**.

Поле	Тип	Что содержит
kind	строка	move - вершина сдвинута, insert - вставлен узел

Поле	Тип	Что содержит
dist	вещественное	Величина смещения. Для вставленного узла ноль
ring	целое	Номер кольца, к которому относится правка

Слой вставленных узлов

Выдаёт инструмент **1.06**.

Поле	Тип	Что содержит
kind	строка	insert - узел на ребре, cross - узел в точке пересечения рёбер
dist	вещественное	Отклонение вершины от ребра. Обычно ноль

Слой узлов

Выдаёт инструмент **2.03**.

Поле	Тип	Что содержит
node_id	целое	Номер узла, на него ссылаются дуги
degree	целое	Сколько дуг сходится в узле
kind	строка	Висячий при степени 1, псевдоузел при 2, ветвление при 3 и больше

Слой дуг

Выдаёт инструмент **2.03**.

Поле	Тип	Что содержит
arc_id	целое	Номер дуги
from_node	целое	Узел начала
to_node	целое	Узел конца
left_fid	целое	Объект слева от дуги по её направлению
right_fid	целое	Объект справа, либо -1 для края покрытия
length	вещественное	Длина дуги

Слой границ

Выдаёт инструмент **2.02**. Геометрия линейная, каждая линия идёт от узла до узла.

Поле	Тип	Что содержит
kind	строка	shared - граница между двумя объектами, outer - внешний край покрытия, hole - край полости
label	строка	То же на языке интерфейса
fid_a	целое	Идентификатор объекта по одну сторону
fid_b	целое	По другую сторону. Для внешнего края и края полости -1
length	вещественное	Длина участка
val_a	строка	Значение выбранного поля у первого соседа. Только если поле задано
val_b	строка	То же у второго соседа. Для внешнего края пусто

Как стилизовать. Правило по kind: внешний край толще, границы между объектами тоньше, край полости пунктиром. Для геологических границ - правило по паре val_a и val_b: граница между конкретными пластами получает свой стиль.

Очищенный и сшитый слой

Атрибуты исходного слоя сохраняются полностью. Добавленных полей нет. Геометрия очищенного слоя всегда составного типа: исправление может разделить объект на несколько частей.

Спутники

Три плагина решают соседние задачи и работают вместе.

- **Isoliner** - кригинг, изолинии и контурные полигоны, гидрология рельефа, разрезы по скважинам. [Исходники](#)
- **Isoliner3D** - автономный трёхмерный просмотр поверхностей, тел пластов, скважин и полиэдров, подсчёт запасов по блочной модели. [Исходники](#)

Изолинии и границы, построенные в Isoliner, приводятся в порядок Topoliner, а результат смотрится в Isoliner3D.

Проверка кода

Геометрическая логика вынесена из QGIS в отдельные модули и покрыта тестами:

```
cd topoliner
python -m unittest discover -s tests -v
```

QGIS для тестов не нужен. Проверки перекрытий и щелей тестируются на Shapely, который использует тот же GEOS, что и QGIS.