Routeliner

События на маршрутах и пикетаж для QGIS. Руководство пользователя

v0.5.2

Содержание

Назначение **1**

Установка и требования **2**

Меню, панель и журнал **2**

Понятия **2**

Форматы записи пикета **3**

Инструменты **3**

1.01 Демонстрационный пример . . . 3
1.02 Проверка маршрутов . . . 4
1.03 Калибровка маршрутов . . . 4
Общие параметры маршрутов и пикетажа . . . 5
2.01 Точечные события . . . 6
2.02 Участки (линейные события) . . . 6
3.01 Динамический слой точечных событий . . . 6
3.02 Динамический слой участков . . . 7
4.01 Пикетная разбивка . . . 7
4.02 Привязка точек к маршрутам . . . 7
5.01 Таблица профиля . . . 7
5.02 Чертёж профиля . . . 8

Таблица ошибок **10**

Слои демонстрационного примера **11**

Точность **12**

Связь со штатными инструментами QGIS **12**

Ограничения **13**

Назначение

Routeliner ставит на линейные объекты записи таблиц, у которых вместо координат указан пикет или расстояние от начала трассы. Линейный объект называется маршрутом, и на практике это ось дороги, железнодорожного пути, трубопровода, линии электропередачи или горной выработки. Запись таблицы называется событием, причём точечное событие привязано к одному пикету, а линейное событие, или участок, лежит между двумя пикетами.

Модуль учитывает практику изысканий в СНГ, поэтому пикет читается в пяти принятых записях. Ведомость хранит рубленые пикеты и пикетажные уравнения, а у одного маршрута может быть несколько систем пикетажа. Каждая запись либо ставится на карту, либо попадает в таблицу ошибок с кодом и пояснением причины.

Инструменты работают в панели «Инструменты анализа» в группе Routeliner и повторены в меню «Модули - Routeliner». Номер инструмента одинаков в обоих местах и в этом руководстве.

Установка и требования

Модуль ставится из каталога модулей QGIS или из ZIP-архива через пункт «Модули - Управление модулями - Установить из ZIP». Требуется QGIS 3.40 или новее, включая QGIS 4 на Qt6. Внешних зависимостей нет, расчёт идёт на NumPy из состава QGIS.

Язык интерфейса выбирается по языку QGIS, так что при русской локали подписи и сообщения идут по-русски, а при любой другой по-английски. Имена полей в результатах одинаковы на обоих языках, поэтому выражения, стили и проекты работают в любой локали. В таблице атрибутов и в формах видны псевдонимы полей на языке интерфейса, например «Мера, м» вместо rl_m.

Меню, панель и журнал

Модуль добавляет меню «Модули - Routeliner» и панель инструментов Routeliner. В меню стоят все инструменты под своими номерами, пункты «Руководство (PDF)», «Журнал работы» и «О модуле». На панели две кнопки. Первая раскрывает тот же список инструментов, вторая открывает окно «О модуле».

Окно «О модуле» показывает версию, ссылки на сайт, исходный код, страницу ошибок и раздел «Поддержать разработку». Кнопки окна открывают историю изменений, руководство, журнал и папку журнала. Внизу окна видны последние строки журнала, поэтому ошибку можно прочесть без поиска файла.

Журнал работы пишется в файл routeliner.log в папке профиля QGIS. В него попадают загрузка модуля с версиями модуля и QGIS, каждый запуск инструмента с параметрами и временем работы, замечания инструмента и пересчёт динамических слоёв. Сбой пишется вместе со стеком вызовов. Файл больше 2 МБ при загрузке модуля переименовывается в routeliner.log.old, и журнал начинается заново.

При ошибке журнал достаточно приложить к письму на страницу ошибок. Записи журнала идут по-русски на любом языке интерфейса.

Понятия

Мера. Расстояние вдоль оси маршрута от его начала в единицах системы координат маршрута. Все расчёты модуля идут через меру, а пикет переводится в меру и обратно.

Пикет и пикетаж. Пикет - отметка на трассе через каждые 100 м, пикетаж - расстояние в метрах, записанное через номер пикета и плюс. Запись ПК 15+35 означает 1535 м пикетажа, а длина пикета задаётся параметром инструмента и по умолчанию равна 100 м.

Ведомость. Таблица реперов, в которой каждому пикету сопоставлена мера по оси, а между соседними реперами пикетаж меняется линейно вместе с мерой. Разница между пикетажем и мерой на участке называется невязкой и возникает из-за масштаба проекции и ошибок съёмки.

Пикетажное уравнение. Точка трассы, в которой пикетаж скачком переходит от значения «назад» к значению «вперёд». Если значение вперёд больше, это прямая вставка, и часть

значений пикетажа на трассе не встречается. Если значение вперёд меньше, это обратная вставка, и часть значений встречается дважды.

Участок пикетажа. Отрезок маршрута между соседними реперами или уравнениями, на котором пикетаж монотонен. Участки нумеруются с нуля, и номер участка нужен тогда, когда пикет попадает в обратную вставку и без номера неоднозначен.

Система пикетажа. Один набор строк ведомости для маршрута. У маршрута может быть проектная, исполнительная и прежняя системы, они различаются значением поля системы в ведомости. Маршрут без строк ведомости получает пикетаж по длине оси от заданного пикета начала.

M-значения. Четвёртая координата вершины линии рядом с X, Y и Z. В M хранят пикетаж, показания одометра или меру из другой программы. Модуль читает пикетаж из M маршрута и пишет пикетаж или меру в M результата. Такие слои понимают PostGIS, ArcGIS и инструменты QGIS для M.

Смещение. Расстояние от оси по нормали. Положительное смещение по умолчанию лежит слева по ходу маршрута, флажок в инструментах событий меняет знак.

Форматы записи пикета

Формат выбирается в параметре «Запись пикета» и действует на всю таблицу. Число без знака плюс в режиме записи с плюсом не принимается, потому что 1535 может означать и номер пикета, и метры.

Формат	Примеры записи	Пикетаж, м
ПК и плюс	ПК 15+35, 15+35,5, пк15+35.5, ПК -1+50, ПК 15	1535, 1535,5, 1535,5, -50, 1500
ПК и плюс, относительная	+35 после ПК 15+10	1535
Километр и метры	км 1+535, 1+535.2	1535, 1535,2
Железнодорожная запись	км 12 ПК 3+45	11245
Метры числом	1535, 1535,5, 1 535,5	1535, 1535,5, 1535,5
Километры дробью	1,535	1535

В железнодорожной записи километры и пикеты нумеруются с единицы, в километре десять пикетов. Плюс больше длины пикета допускается, так записываются домеры.

Инструменты

1.01 Демонстрационный пример

Инструмент создаёт GeoPackage с набором данных, на котором проверяется весь модуль. У каждой записи есть эталонный ответ, посчитанный аналитически по формулам прямой и окружности, без участия модуля. При включённой проверке пример сразу прогоняется через инструменты 1.02, 1.03, 2.01, 2.02, 4.01, 4.02, 5.01 и 5.02. Итог сравнения выводится в журнал.

Калибровка проверяется по кругу. Инструмент 1.03 переносит пикетаж ведомости в M маршрутов. Затем те же точечные события ставятся по M без ведомости и сравниваются с эталоном.

Параметр	Значение
Папка для примера	Папка, куда пишутся routeliner_demo.gpkg и events_points.csv

Параметр	Значение
Количество случайных точечных событий	По умолчанию 60, дефектов создаётся половина от этого, но не меньше 30
Зерно случайных чисел	Одинаковое зерно даёт одинаковый пример
Сразу прогнать через модуль	Включает проверку с эталоном

Состав примера описан в разделе «Слои демонстрационного примера».

1.02 Проверка маршрутов

Инструмент собирает каждый маршрут из всех объектов слоя с одним ID. С него стоит начинать работу с новыми данными, потому что он показывает маршруты, которые остальные инструменты поставить не смогут.

Мультилинии раскладываются на части, а части упорядочиваются по совпадению концов, а не по порядку хранения. Концы ближе допуска стыковки сшиваются в один узел.

Направление маршрута берётся то, в котором оцифрована большая по длине доля частей, флажок обратного направления его разворачивает. Дуги (CircularString, CompoundCurve) нарезаются хордами с углом не больше 0,02°.

Ошибкой считается разрыв больше допуска и развилка из трёх и более концов в одной точке. Ошибкой считается и географическая система координат, в которой длина получается в градусах. Если разрывы разрешены, мера идёт через разрыв без учёта его длины.

Поле результата	Тип	Содержание
route_id	текст	ID маршрута
length	число	Длина по оси, м
parts	целое	Количество частей после сборки
gaps	целое	Количество разрывов
gap_max	число	Наибольший разрыв, м

1.03 Калибровка маршрутов

Инструмент собирает маршруты и записывает пикетаж в M каждой вершины. Результат служит маршрутом с готовым пикетажем для других программ и для самого модуля. Источник пикетажа выбирается для каждого маршрута в таком порядке: контрольные точки, ведомость, M самих маршрутов, длина по оси.

Контрольная точка несёт известный пикет, например столбик на трассе или точку съёмки. Точка привязывается к ближайшему маршруту в пределах радиуса поиска, и её мера становится репером. Между точками пикет идёт линейно, а до первой и после последней точки с масштабом 1.

На пикетажном уравнении линия получает две вершины в одной точке. У первой стоит пикет назад, у второй пикет вперёд.

Параметр	Значение
Контрольные точки с пикетами	Необязательный точечный слой
Контрольные точки: поле пикета	Пикет в выбранной записи
Контрольные точки: поле ID маршрута	Ограничивает привязку одним маршрутом
Радиус поиска контрольных точек, м	По умолчанию 10 м
M-значения результата	Пикетаж по умолчанию или мера по оси

Поле результата	Тип	Содержание
route_id	текст	ID маршрута
length	число	Длина по оси, м
st_from, st_to	число	Пикетаж начала и конца, м
pk_from, pk_to	текст	Пикеты начала и конца в выбранной записи
sections	целое	Количество участков пикетажа
equations	целое	Количество пикетажных уравнений
source	текст	Источник пикетажа: points, ledger, m или length

Общие параметры маршрутов и пикетажа

Эти параметры есть у инструментов 1.02, 1.03, 2.01, 2.02, 3.01, 3.02, 4.01, 4.02 и 5.01.

Параметр	Значение
Слой маршрутов (линии)	Линейный слой с осями маршрутов
Поле ID маршрута	Поле, по которому объекты собираются в маршрут
Допуск стыковки частей, м	По умолчанию 0,01 м
Разрешить разрывы	Маршрут с разрывом не уходит в ошибки
Длина по 3D	Мера считается с учётом Z
Обратное направление маршрутов	Начало маршрута переносится на другой конец
Запись пикета	Один из форматов раздела «Форматы записи пикета»
Длина пикета, м	По умолчанию 100 м
Пикет начала маршрута, м	Пикетаж начала для маршрутов без ведомости
Пикетажная ведомость	Необязательная таблица реперов и уравнений
Ведомость: поле ID маршрута	ID маршрута в ведомости
Ведомость: поле пикета	Пикет репера или пикет «назад» уравнения
Ведомость: поле метража	Мера по оси для репера
Ведомость: поле пикета вперёд	Заполняется только в строке уравнения
Ведомость: поле системы пикетажа	Поле с названием системы
Система пикетажа	Значение поля системы, строки других систем не читаются
Пикетаж из M-значений геометрии	Пикетаж маршрута берётся из M его вершин
Метров в единице M	По умолчанию 1, для M в километрах 1000

Строка ведомости с пустым пикетом вперёд считается репером, строка с заполненным пикетом вперёд считается уравнением. Мера уравнения может быть пустой, тогда место уравнения вычисляется по соседним реперам. Реперы до начала и после конца маршрута достраиваются с масштабом 1.

Пикетаж из M получает маршрут без строк ведомости, потому что ведомость важнее. Маршрут без M остаётся с пикетажем по длине. Между вершинами пикет идёт линейно, а вершина без M пропускается. Две вершины в одной точке с разным M читаются как пикетажное уравнение, в том числе на стыке двух объектов.

Инструменты 1.03, 2.01, 2.02 и 4.01 пишут M в геометрию результата, если выбрано значение параметра «M-значения результата». По умолчанию M не пишется, а на выбор есть мера по оси и пикетаж, оба в метрах. На уравнении участок получает две вершины в одной точке, с пикетом назад и пикетом вперёд.

2.01 Точечные события

Инструмент ставит на маршруты записи таблицы по пикету со смещением от оси. Таблицей служит любой слой QGIS, в том числе CSV, Excel, DBF и таблица без геометрии. Запись «+35» берёт номер пикета из предыдущей записи того же маршрута.

Параметр	Значение
Таблица событий	Слой или таблица с записями
События: поле ID маршрута	ID маршрута записи
События: поле пикета	Пикет в выбранной записи
События: поле смещения от оси, м	Необязательное смещение
Положительное смещение вправо по ходу	Меняет знак смещения
События: поле номера участка	Номер участка для пикета в обратной вставке
M-значения результата	Без M, мера по оси или пикетаж

Результат повторяет все поля исходной записи и добавляет поля модуля.

Поле результата	Тип	Содержание
rl_m	число	Мера по оси, м
rl_pk	текст	Пикет в выбранной записи, два знака после запятой
rl_x, rl_y	число	Координаты точки в системе координат маршрутов
rl_azimuth	число	Азимут оси в точке, градусы от севера по часовой стрелке

2.02 Участки (линейные события)

Инструмент вырезает участки маршрутов между пикетами начала и конца с параллельным смещением. Участок, записанный против хода маршрута, переворачивается, а участок через разрыв маршрута выдаётся мультилинией, если разрывы разрешены. Параметры те же, что у инструмента 2.01, но пикетов два.

Поле результата	Тип	Содержание
rl_m_from, rl_m_to	число	Меры начала и конца, м
rl_length	число	Длина участка по оси, м
rl_pk_from, rl_pk_to	текст	Пикеты начала и конца в выбранной записи
rl_swapped	целое	1, если начало и конец поменяны местами

3.01 Динамический слой точечных событий

Инструмент принимает параметры инструмента 2.01, но создаёт в группе Routeliner два слоя в памяти, слой событий и слой ошибок. Эти слои пересчитываются сами через 0,4 с после последней правки слоя маршрутов, таблицы событий или ведомости. Пересчёт идёт и при несохранённой правке, и при изменении файла CSV или Excel на диске.

Привязка слоёв записывается в проект, и при его открытии слои в памяти заполняются заново, потому что QGIS сохраняет их пустыми. Пересчёт отключается удалением слоя событий из проекта, а поля слоя совпадают с полями результата инструмента 2.01.

3.02 Динамический слой участков

Инструмент делает для участков то же, что инструмент 3.01 для точечных событий. Параметры и поля совпадают с инструментом 2.02.

4.01 Пикетная разбивка

Инструмент ставит точки целых пикетов по каждому маршруту с шагом разбивки. При ведомости учитываются рубленые пикеты и уравнения, поэтому пикеты, пропущенные прямой вставкой, не ставятся, а повторённые обратной вставкой ставятся дважды с разными номерами участков.

Поле результата	Тип	Содержание
route_id	текст	ID маршрута
pk	текст	Пикет в выбранной записи
station	число	Пикетаж, м
m	число	Мера по оси, м
section	целое	Номер участка пикетажа, с нуля
azimuth	число	Азимут оси, градусы, для поворота подписи
km	целое	1 для пикета, кратного километру

4.02 Привязка точек к маршрутам

Инструмент решает обратную задачу, то есть для каждой точки находит ближайший маршрут и считает по нему меру, пикет и смещение от оси. Точка дальше радиуса поиска попадает в таблицу ошибок. Если у точек есть поле ID маршрута, привязка идёт только к указанному маршруту. Точки в другой системе координат пересчитываются в систему координат маршрутов.

Поле результата	Тип	Содержание
rl_route	текст	ID маршрута
rl_m	число	Мера по оси, м
rl_pk	текст	Пикет в выбранной записи
rl_offset	число	Смещение от оси, м, плюс слева по ходу маршрута
rl_side	текст	Сторона по ходу маршрута, left, right или axis

Значения rl_side записаны кодами, чтобы не зависеть от языка интерфейса.

5.01 Таблица профиля

Инструмент собирает точки продольного профиля по каждому маршруту и снимает в них значения растров. Точки ставятся в начале и конце маршрута, на пикетажных уравнениях, на целых пикетах, на вершинах оси и с постоянным шагом. Точки ближе 1 см по мере сливаются в одну.

Растром может быть рельеф, проектная поверхность, кровля или почва пласта, уровень подземных вод и любая другая поверхность. Значение интерполируется билинейно по центрам ячеек, а растр может лежать в любой системе координат.

Точки из слоя событий, например переходы, колодцы или скважины, ставятся на профиль по проекции на ось. Точка попадает на профиль только тогда, когда лежит ближе к оси, чем задано в параметре коридора.

Параметр	Значение
Маршруты через запятую	Пусто - все маршруты слоя
Растры	Один или несколько растров, по одному полю на каждый
Номер канала растров	По умолчанию 1
Точки на целых пикетах через, м	По умолчанию 100 м, 0 - без пикетов
Точки с постоянным шагом, м	По умолчанию 0 - без шага
Вершины оси	Только с поворотом больше 1° или изломом уклона больше 1 ‰, все вершины или без вершин
События на профиль	Необязательный точечный слой и поле подписи
События: коридор от оси, м	По умолчанию 10 м

Остальные параметры те же, что в разделе «Общие параметры маршрутов и пикетажа».

Поле результата	Тип	Содержание
route_id	текст	ID маршрута
n	целое	Номер точки по порядку меры
kind	текст	Вид точки, start, end, equation, event, picket, vertex или step
m	число	Мера по оси, м
station	число	Пикетаж, м, у уравнения пикетаж назад
station_ahead	число	Пикетаж вперёд, заполнен только у уравнения
pk	текст	Пикет в выбранной записи, у уравнения оба пикета через знак равенства
section	целое	Номер участка пикетажа
x, y	число	Координаты точки на оси
z_axis	число	Отметка оси по Z маршрута, пусто при отсутствии Z или нулевых Z
turn	число	Угол поворота трассы в вершине, градусы, плюс влево
label	текст	Подпись события
z_имя	число	Значение растра, имя поля строится из имени слоя растра

5.02 Чертёж профиля

Инструмент строит чертёж продольного профиля одного маршрута по таблице 5.01. Над сеткой рисуются линии поверхностей и шкала отметок, под ними идут строки сетки и развёрнутый план. Деления шкалы отметок идут не чаще 5 мм, а подписи не чаще 10 мм.

Чертёж ставится в той же системе координат, что и таблица, в миллиметрах бумаги. Одна единица карты равна миллиметру, поэтому в компоновке QGIS профиль печатается в натуральную величину при масштабе карты 1:1000. Если левый нижний угол не задан, чертёж ставится под маршрутами с отступом 100 единиц.

Состав сетки задаётся таблицей строк, а по умолчанию она заполнена шаблоном «Трубопровод». Строки можно удалять, добавлять и менять местами. Строка без данных в сетку не выводится, поэтому пустых строк на чертеже нет.

Столбец таблицы строк	Значение
Заголовок	Текст в колонке заголовков слева
Тип	value, text, grade, distance, station или plan
Источник	Выражение QGIS для value и grade, поле слоя участков для text
Знаков	Количество знаков после точки в подписях
Высота, мм	Высота строки, 0 - строка только рисует линию над сеткой
Линия (1/0)	1 - значения строки value рисуются линией над сеткой

Тип строки	Что выводится
value	Число в каждой точке по выражению над полями таблицы профиля
text	Подписи участков из поля слоя участков с разделителями на границах
grade	Уклон в промилле и длина участков постоянного уклона
distance	Расстояния по мере между соседними подписанными точками
station	Пикеты точек, уравнение в две строки
plan	Развёрнутый план с осью, углами поворота и точками со смещением

В выражениях можно писать поля таблицы профиля и подстановки {ground}, {design}, {pipe}, {d} и {base}. Первые три заменяются полями, выбранными в параметрах, а последние два заменяются диаметром трубы и толщиной основания. Если подстановка не задана, строка пропускается с записью в журнал.

Строка шаблона «Трубопровод»	Тип	Источник
Отметка земли проектная, м	value	{design}
Отметка земли фактическая, м	value	{ground}
Отметка верха трубы, м	value	{pipe}
Отметка дна траншеи, м	value	{pipe} - {d} - {base}
Расстояние земля - труба, м	value	{ground} - {pipe}
Глубина траншеи, м	value	{ground} - ({pipe} - {d} - {base})
Обозначение трубы и тип изоляции	text	поле pipe слоя участков
Основание	text	поле base слоя участков
Уклон, ‰ / длина, м	grade	{pipe}
Расстояние, м	distance	
Пикет	station	
Развёрнутый план	plan	

Участки уклона выделяются упрощением линии по вертикали, и допуск упрощения задаётся параметром, по умолчанию 0,02 м. Короткий участок перечёркивается диагональю из угла в угол. На участке длиннее четырёх высот строки такая диагональ почти сливается с границей строки, поэтому по его центру рисуется знак уклона шириной в четыре высоты строки.

Участки для текстовых строк берутся из результата 2.02 или из любой таблицы с полями меры начала и конца.

Подписи точек прореживаются, если на бумаге точки ближе заданного промежутка, по умолчанию 3 мм. Подпись остаётся у точки с большим приоритетом. Приоритет убывает от начала и конца маршрута к уравнению, событию, пикету, вершине и точке шага.

Развёрнутый план строится по точкам с полями rl_m и rl_offset, то есть по результату 4.02. План схематичный, поэтому смещения сжимаются, чтобы самая дальняя точка поместилась в строку.

Параметр	Значение
Таблица профиля	Результат 5.01
Маршрут	Пусто - первый маршрут таблицы
Поле отметки земли {ground}	Обычно поле растра рельефа
Поле проектной отметки {design}	Необязательное поле
Поле отметки трубы или оси {pipe}	Пусто - z_axis
Наружный диаметр трубы {d}, м	По умолчанию 0,16 м
Толщина основания {base}, м	По умолчанию 0,3 м
Масштаб по горизонтали и по вертикали	По умолчанию 1:500 и 1:100
Условный горизонт, м	Пусто - на 1 м ниже наименьшей отметки, округлённой до метра
Наименьший промежуток между подписями, мм	По умолчанию 3 мм

Результат состоит из двух слоёв. Слой линий содержит поля kind (вид линии), row (строка), color (цвет) и width (толщина, мм). Слой подписей содержит поля text, kind, rot (поворот, градусы), size (высота, мм), halign и valign. Оформление обоих слоёв задаётся при загрузке и берёт цвет, толщину, поворот и выравнивание из этих полей.

Таблица ошибок

Инструменты 1.02, 2.01, 2.02, 3.01, 3.02 и 4.02 выдают таблицу ошибок без геометрии. Она повторяет поля исходной записи и добавляет три поля.

Поле	Содержание
rl_route	ID маршрута записи
rl_error	Код причины, одинаковый на обоих языках
rl_message	Пояснение на языке интерфейса

Код rl_error	Причина
route_not_found	Маршрута с таким ID нет или он не собран
route_gap	Маршрут распадается на части с разрывом больше допуска
route_branching	В одной точке сходятся три и более концов частей
geographic_crs	Маршруты в географической системе координат
station_parse_failed	Запись пикета не соответствует выбранному формату
station_out_of_range	Пикет вне пикетажа маршрута
station_in_gap	Пикет попал в прямую вставку

Код rl_error	Причина
station_ambiguous	Пикет встречается дважды в обратной вставке, номер участка не указан
measure_out_of_range	Мера вне маршрута или точка дальше радиуса поиска
ledger_invalid	Ведомость противоречива, например пикетаж на участке не растёт
from_ge_to	Участок нулевой длины

Слои демонстрационного примера

Инструмент 1.01 пишет в файл routeliner_demo.gpkg пять слоёв в системе координат EPSG:32640. Поля с префиксом exp_ содержат эталонный ответ и нужны только для проверки.

Рядом записывается растр рельефа routeliner_demo_dem.tif с ячейкой 5 м. Рельеф задан наклонной плоскостью z = 151,5 + 0,01 (x - 455000) + 0,02 (y - 6428000), а на плоскости билинейная интерполяция точна. Ось R1 идёт на 1,5 м ниже земли и на профиле выглядит как труба. Поэтому отметки профиля сверяются с формулой, а не с самим растром.

routes. Четыре маршрута. R1 - прямая 2000 м с отметками Z от 150 до 170 м. R2 - прямая 500 м, дуга радиусом 300 м на 90° влево и прямая 500 м, дуга хранится как CompoundCurve. R3 - ломаная из четырёх звеньев по 400 м, хранится тремя объектами с произвольным порядком частей и одной перевёрнутой частью. R4 состоит из двух частей с разрывом 15 м и должен попасть в ошибки.

Поле	Содержание
route_id	ID маршрута, R1-R4
name	Описание маршрута

ledger. Исполнительная ведомость маршрута R3. На первых 400 м невязка составляет 0,40 м, на мере 700 м стоит обратная вставка 25 м, а на мере 1300 м прямая вставка 40 м.

Поле	Содержание
route_id	ID маршрута
system	Название системы пикетажа, «исполнительная»
station	Пикет репера или пикет «назад» уравнения
measure	Мера по оси, м
station_ahead	Пикет «вперёд», заполнен только у уравнения
note	Пояснение строки

events_points. Точечные события, случайные и заданные. Тот же набор записан рядом в файл events_points.csv с разделителем «точка с запятой».

Поле	Содержание
eid	Номер события
route_id	ID маршрута
pk	Пикет в записи ПК и плюс
offset	Смещение от оси, м
section	Номер участка для пикета в обратной вставке
exp_m	Эталонная мера, м
exp_x, exp_y	Эталонные координаты

Поле	Содержание
exp_error	Ожидаемый код ошибки, пусто для верной записи
note	Пояснение записи

events_lines. Шесть участков, среди них участок через дугу со смещением 10 м, участок через обе вставки маршрута R3 и участок нулевой длины.

Поле	Содержание
eid	Номер участка
route_id	ID маршрута
pk_from, pk_to	Пикеты начала и конца
offset	Смещение от оси, м
exp_m_from, exp_m_to	Эталонные меры начала и конца, м
exp_error	Ожидаемый код ошибки
note	Пояснение записи

defects. Точки рядом с маршрутами R1-R3 со смещением от 1 до 15 м в обе стороны.

Поле	Содержание
did	Номер точки
exp_route	Эталонный ID маршрута
exp_m	Эталонная мера, м
exp_station	Эталонный пикетаж, м
exp_offset	Эталонное смещение, м, плюс слева

Точность

Меры, длины, смещения, координаты и отметки в полях результатов округляются до 0,001 м, а углы до 0,01°. Такое округление мельче погрешности расчёта, которая описана ниже.

Точность проверяется демонстрационным примером. Прогон с зерном 42 и 3000 случайных событий в QGIS 4.0.3 дал совпадение всех 3002 точечных событий с эталоном при наибольшем расхождении 2,2 мм. Все 1500 дефектов в том же прогоне привязаны к своему маршруту с расхождением меры и смещения меньше 1 см.

В том же прогоне таблица профиля по маршрутам R1-R3 дала 573 точки. Отметки рельефа во всех точках совпали с формулой плоскости с расхождением не больше 0,5 мм. Это расхождение даёт округление до миллиметра. Отметки оси R1 совпали во всех 194 точках, и оба уравнения R3 попали в таблицу.

Калибровка в том же прогоне записала в M маршрута R3 оба уравнения ведомости. Все 2976 точечных событий без номера участка, поставленные по M без ведомости, совпали с эталоном в пределах 1 см.

Расхождение возникает на дугах со смещением, потому что дуга нарезается хордами, а нормаль к хорде отличается от нормали к дуге не больше чем на 0,01°. Пикетаж по ведомости от нарезки не зависит, потому что считается по мере.

Связь со штатными инструментами QGIS

В QGIS есть инструменты, которые работают с одной линией и одним расстоянием. Routeliner использует ту же геометрию, но добавляет таблицу событий, пикетаж и ведомость.

Инструмент QGIS	Что делает	Что добавляет Routeliner
Интерполировать точку на линии	Точка на заданном расстоянии от начала одной линии	Пикет вместо расстояния, таблица записей, смещение, ведомость
Часть линии	Часть одной линии между двумя расстояниями	Участки по таблице, смещение, сборка маршрута из частей
Точки вдоль геометрии	Точки с постоянным шагом	Пикетная разбивка с учётом уравнений
Задать значение M	Одно значение M для всех вершин	Пикетаж в M по ведомости или контрольным точкам, с уравнениями
Символьный слой Linear Referencing (с 3.40)	Подписи расстояний вдоль линии при отрисовке	Пикеты как объекты слоя с полями
Профиль высот (с 3.26)	Профиль поверхностей вдоль линии в отдельной панели	Сетка профиля с пикетами по ведомости, уклонами и развёрнутым планом как слои для компоновки
Сетевой анализ, кратчайший путь	Путь по графу дорог между точками	Сети не строит, путь из сетевого анализа можно взять маршрутом

Сетевой анализ и Routeliner решают разные задачи, потому что сетевой анализ ищет путь по графу дорог, а Routeliner ставит данные на уже заданную ось. Результат инструмента «Кратчайший путь» подходит как слой маршрутов, если присвоить ему поле ID.

Ограничения

Динамический слой пересчитывается целиком и в основном потоке QGIS. На таблицах из сотен тысяч записей интерфейс останавливается на время расчёта.

Параллельное смещение участка строится с обрезкой острых углов, поэтому при смещении больше радиуса кривой на участке возможны петли.

При разрешённых разрывах порядок частей маршрута определяется от первой части в порядке хранения к ближайшему концу. Для частей, лежащих далеко друг от друга, порядок стоит проверить инструментом 1.02.

Участки пикетажа из M нумеруются по изломам масштаба и уравнениям, а не по реперам ведомости. Поэтому номер участка из таблицы событий, заданный по ведомости, после калибровки может сдвинуться. Номер для пикетажа из M стоит брать из пикетной разбивки 4.01 того же маршрута.

Чертёж профиля строится для одного маршрута за один запуск и с одним условным горизонтом. Поэтому профиль длинной трассы с большим перепадом высот выходит высоким.

Чертёж профиля не пересчитывается сам после правки данных, в отличие от динамических слоёв 3.01 и 3.02. После правки инструменты 5.01 и 5.02 нужно запустить снова.

Разработано при поддержке ООО «Информ++» (www.informpp.ru).

Страница плагина: github.com/Valery35/routeliner

Routeliner v0.5.2

Routeliner развивается на задачах реальных предприятий. Если вашему производству не хватает функции, напишите нам: www.informpp.ru/главная-страница/предприятиям