

Проектирование развязок в программном комплексе «Топоматик Robur»

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.14

Овчинников М.А., к.т.н., генеральный директор ООО НПФ «Топоматик» (г. Санкт-Петербург)
Вершков А.А., технический директор ООО НПФ «Топоматик» (г. Санкт-Петербург)

Статья посвящена вопросам проектирования транспортных развязок в разных уровнях при помощи программного продукта «Топоматик Robur». Рассмотрены вопросы подготовки исходных данных и создания объёмной модели проектируемого объекта. Особое внимание уделено автоматизации решения наиболее трудоёмких задач. Ориентировочная последовательность действий показана на примере проектирования левостороннего съезда.

Многоуровневые развязки — это одна из наиболее трудоёмких задач дорожного проектирования. Сложность заключается не только в многочисленных геометрических построениях, но и в трудностях сугубо инженерного характера, таких как рельеф местности, плотность застройки территории, наличие искусственных сооружений и густота коммуникаций. Таким образом, при проектировании требуется всесторонний анализ, максимальная полнота данных и многовариантная проработка решений, что, как прави-

ло, осложняется предельно сжатыми сроками на выполнение работ [1–3].

Настоящая статья посвящена вопросам проектирования транспортных развязок в разных уровнях при помощи программного продукта «Топоматик Robur» (ООО НПФ «Топоматик», г. Санкт-Петербург).

Основная особенность блока задач по проектированию многоуровневых развязок заключается в том, что в процессе работы проектировщик компоует объёмную модель развязки из типо-

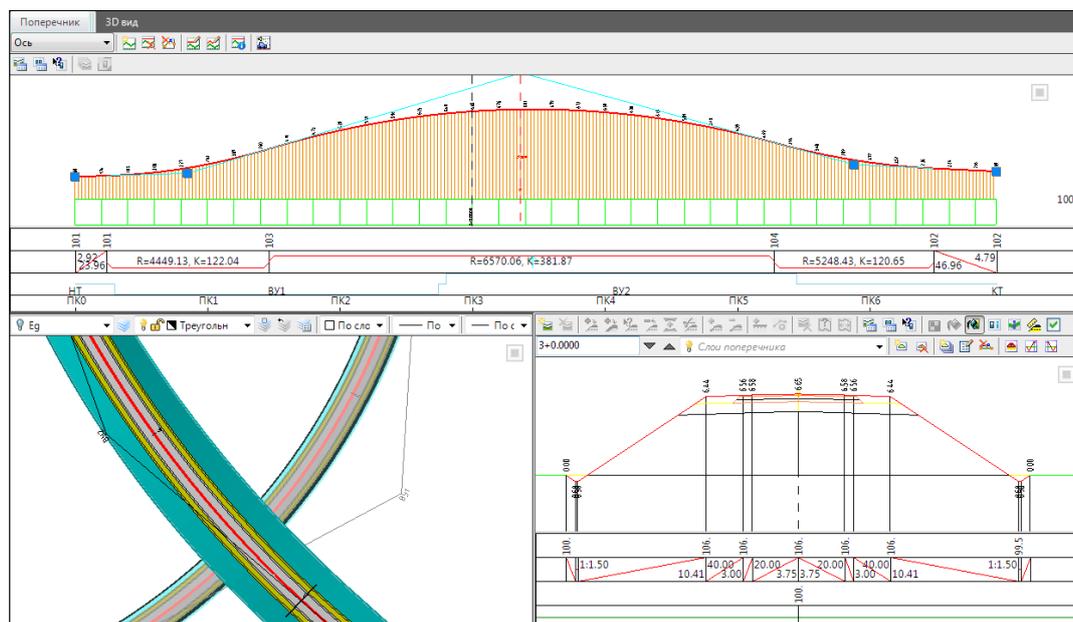


Рис. 1. Подготовка исходных данных в «Топоматик Robur»

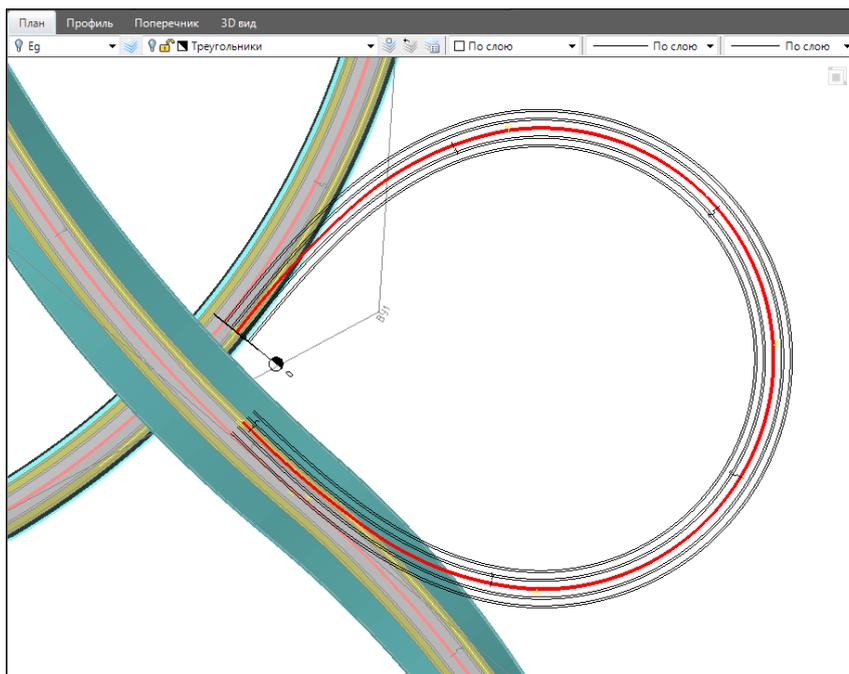


Рис. 2. Горизонтальная планировка съезда в «Топоматик Robur»

вых укрупнённых элементов, таких как съезды, переходно-скоростные и разделительные полосы, островки и разрывы. Это не только позволяет значительно сократить время, но и даёт возможность с минимальными потерями вносить существенные коррективы в практически готовый проект.

Таким образом, проектирование развязки сводится к проектированию составляющих её съездов и дальнейшей их увязки с основными дорогами.

Исходные данные

Для задач плано-высотной увязки съездов достаточно, чтобы по основным дорогам были запроектированы план, профиль, проезжая часть, обочины и разделительные полосы (рис. 1) [4].

Наряду с цифровой моделью местности имеется возможность использовать геологические данные в виде выработок и сечений слоёв на продольном и поперечных профилях.

Горизонтальная планировка съезда

В первую очередь создаётся ось проектируемого съезда. Как правило, наиболее простым и удобным способом является использование специализированного функционала по плановым построениям, позволяющего автоматизировать геометрические

сопряжения элементов право- и левосторонних рампы практически любого очертания. Основные функции данной группы сводятся к добавлению примитивов определённого типа (арки, клоиды, прямые) или сопряжению их заданной комбинацией элементов [4]. Отметим следующие особенности:

- сопрягаться могут как отдельные примитивы, так и комплексные линии, состоящие из множества сопряжённых отрезков, дуг и клоид;
- выполняется автоматический подбор первого приближения;
- имеется возможность визуально (при помощи мыши) редактировать параметры сопряжения;
- если сопрягаются окружности, то могут применяться усечённые клоиды.

Далее задаются ширины и уклоны проезжей части и обочин, проектируются виражи. В результате на плане будут отображены ось съезда и границы соответствующих полос (рис. 2).

Весьма изящно решена проблема с примыканием съезда на круговом участке основной дороги. Для этого на основной дороге задаются так называемые дополнительные оси, повторяющие геометрию основной оси, но с заданным поперечным смещением. Это могут быть как линии границ полос конструкции поперечника, так и произвольные вспомогательные построения. Например, показанная на рисунке 2 ось съезда начинается с усечённой клоиды и сопрягается с дополнительной криволинейной осью на основной дороге.

Проектирование профиля съезда

Наиболее трудоёмкой операцией при вертикальной планировке съезда является увязка начала и конца профиля съезда с основными дорогами, так как на их общих участках необходимо соблюдение требования равенства отметок и уклонов.

Для решения этой задачи на общем участке намечается ряд сечений (рис. 3). Далее программа рассчитывает отметки контрольных точек, используя известные значения поперечных уклонов в каждом сечении.

В результате создаётся продольный профиль съезда, на котором отображены контрольные точки и проходящая через них проектная линия (рис. 4).

Проектирование продольного профиля по съезду заключается в подборе его параметров таким образом, чтобы обеспечивалось ограничение по максимально допустимому продольному уклону [5, 6]. Если это требование не-

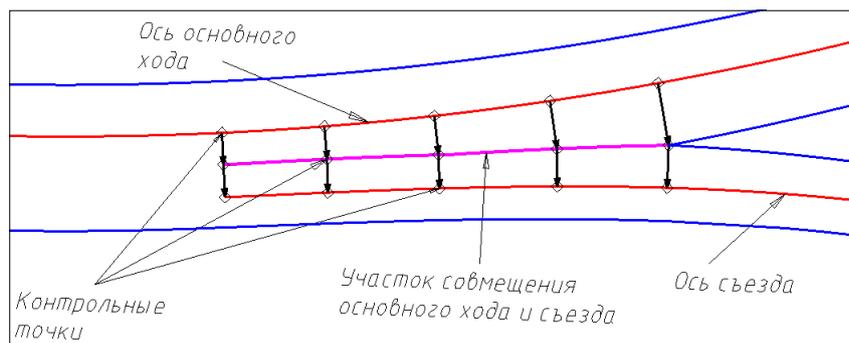


Рис. 3. Схема расположения контрольных точек

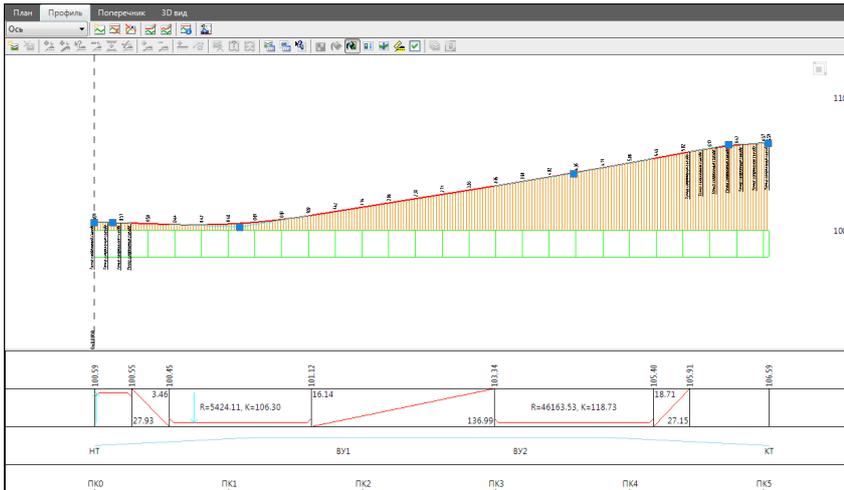


Рис. 4. Профиль съезда в «Топоматик Робур»

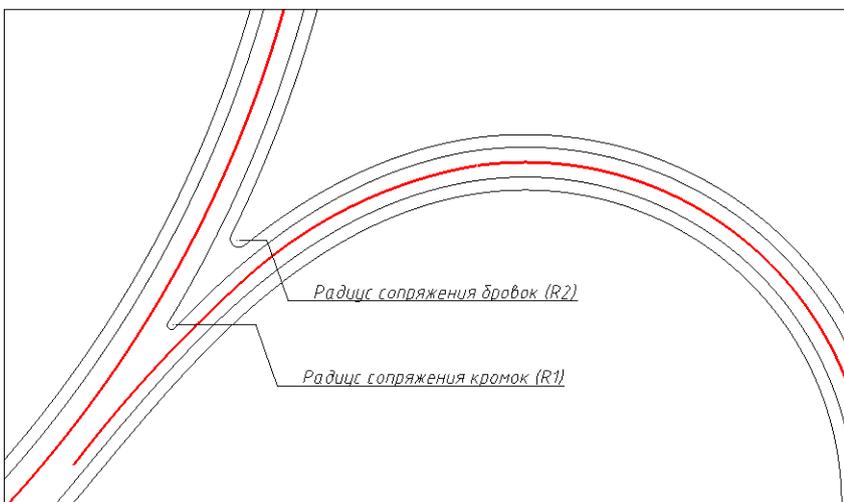


Рис. 5. Сопряжение кромок и бровок

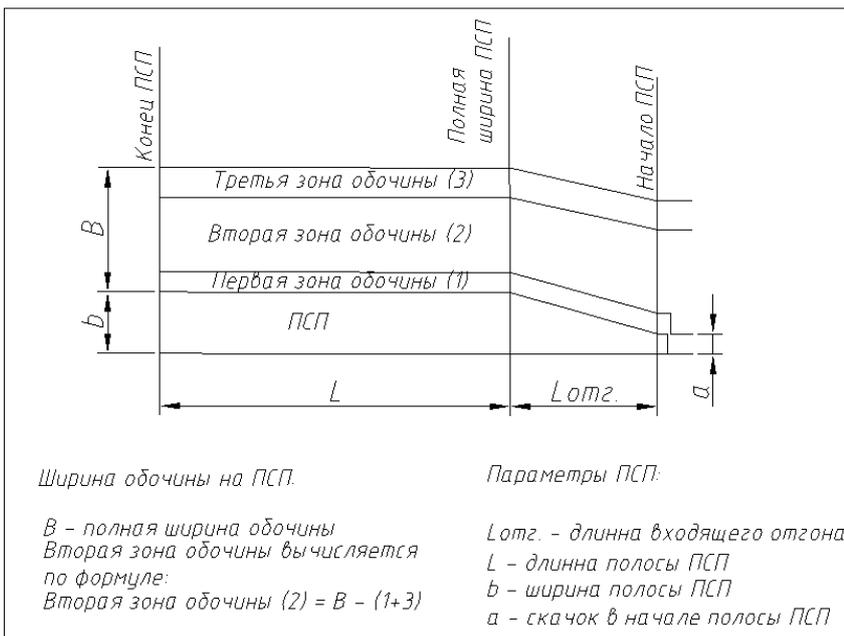


Рис. 6. Параметры переходно-скоростной полосы

возможно выполнить, то проектировщик вынужден менять плановую геометрию съезда в целях увеличения его длины (например, заменять обычные круговые кривые многорадиусными). Часто, в стеснённых условиях, этот процесс повторяется многократно. Имеющийся в распоряжении проектировщика функционал позволяет автоматизировать подбор планово-высотного решения и сократить время на перебор вариантов.

Сопряжение съезда с основными дорогами

После того как определена геометрия съезда, проектируются места его примыкания к основным дорогам. Для этого используется специальный динамический 3D-объект, являющийся частью основной дороги и контролирующей геометрию на протяжении общего участка. При изменении любых параметров как по основной дороге, так и по съезду, происходит пересчёт геометрии примыкания и перестроение проектных поверхностей. В результате существенно сокращаются вспомогательные действия, связанные с перестроением узла примыкания в процессе проектирования развязки.

В первую очередь сопрягаются кромки и бровки (рис. 5). Для этого между соответствующими линиями вписываются сопрягающие круговые кривые, заданные их радиусами.

Далее при необходимости в основные дороги добавляются переходные дорожки и разделительные полосы (рис. 6, 7).

В результате создаётся ряд проектных поверхностей, моделирующих проезжую часть и обочины в месте сопряжения. Визуальный контроль стыковки поверхностей удобно вести в окне «3D-вид» по критерию совпадения их проектных горизонталей (рис. 8).

Проектирование поперечных профилей по съезду развязки

Окончательное проектирование поперечных профилей заключается в назначении откосов и создании водоотводов. Наиболее трудоёмкой процедурой является взаимная увязка откосов и кюветов съезда с основным ходом.

На участке между точками расхождения бровок и расхождения откосов

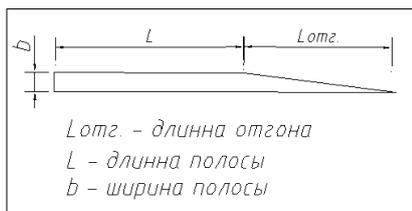


Рис. 7. Параметры разделительной полосы

При изменении любых параметров как по основной дороге, так и по съезду, происходит пересчёт геометрии примыкания и перестроение проектных поверхностей.

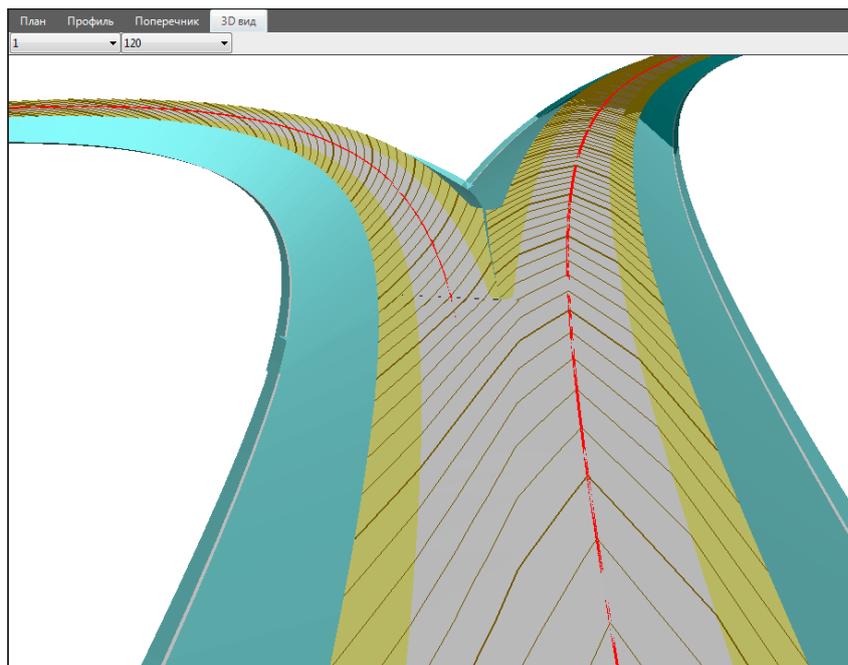


Рис. 8. Визуальный контроль места сопряжения в окне «3D-вид» системы «Топоматик Robur»

автоматически выполняется обрезка откосов основной дороги и съезда по линии их совмещения (рис. 9).

При наличии на совмещённом участке кюветов у съезда, его отметки выравниваются по отметкам кювета основной дороги. После расхождения откосов кюветы проектируются независимо друг от друга.

На рисунке 10 показан вид места примыкания после выполнения окончательной увязки.

Целый ряд удобств при проектировании поперечников в узле стыковки дорог предоставляет редактор конструкций. Например, с его помощью можно объединять подстилающие слои основной дороги и съезда в единый конструктивный слой. Применение конструкций позволяет решать следующие задачи:

- проектировать типовые поперечники путём табличного задания параметров;
- легко создавать поперечники абсолютно любой конфигурации (бордюры, газоны, тротуары, слои дорожной одежды, георешётки, укрепления и т. д.);
- редактировать конкретный поперечник на отдельном пикете.

При проектировании индивидуального поперечника пользователь последовательно добавляет в кон-

струкцию элементы и задаёт их параметры, а программа запоминает последовательность действий и сохраняет её в дереве элементов конструкции. В дальнейшем, когда конструкция применяется на поперечнике, программа последовательно вставляет на данный поперечник все элементы конструкции из дерева, в точности повторяя действия пользователя, которые он выполнял при создании конструкции. Конструкцию можно скопи-

ровать, сохранить в файл, применить на конкретном пикете либо на участке трассы.

Подсчёт объёмов работ

Подсчёт объёмов работ производится последовательно по каждому съезду развязки, а также по основным дорогам. В результате создания узла съезда модифицируются поперечные профили основных дорог за счёт добавления дополнительных элементов, таких

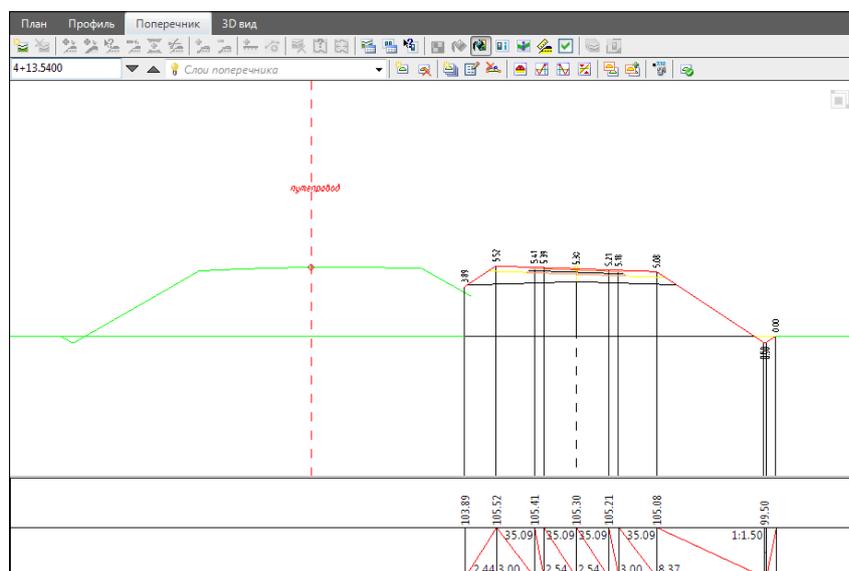


Рис. 9. Поперечный профиль на участке сопряжения в «Топоматик Robur»

...возможность коллективной работы над проектом позволяет существенно сократить сроки выполнения работ и повысить качество проектной документации.

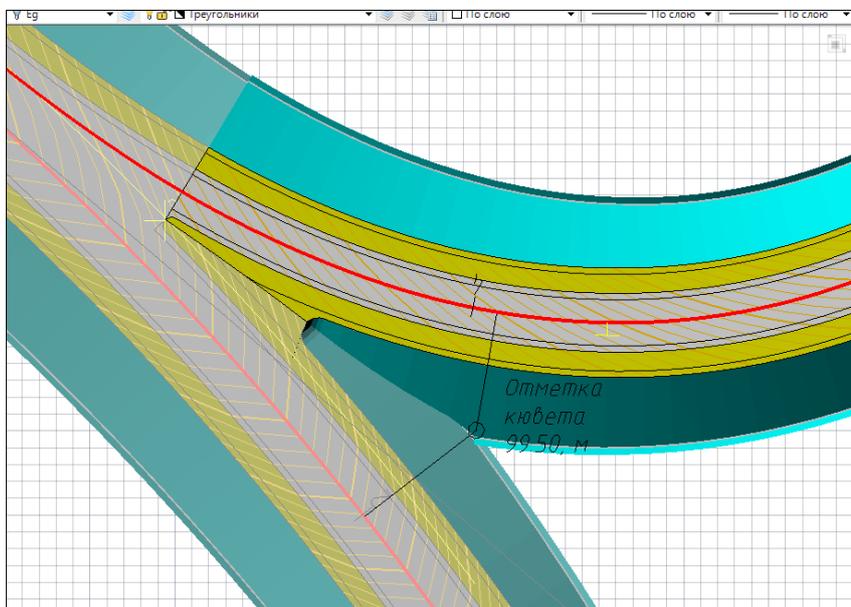


Рис. 10. Запроектированное примыкание

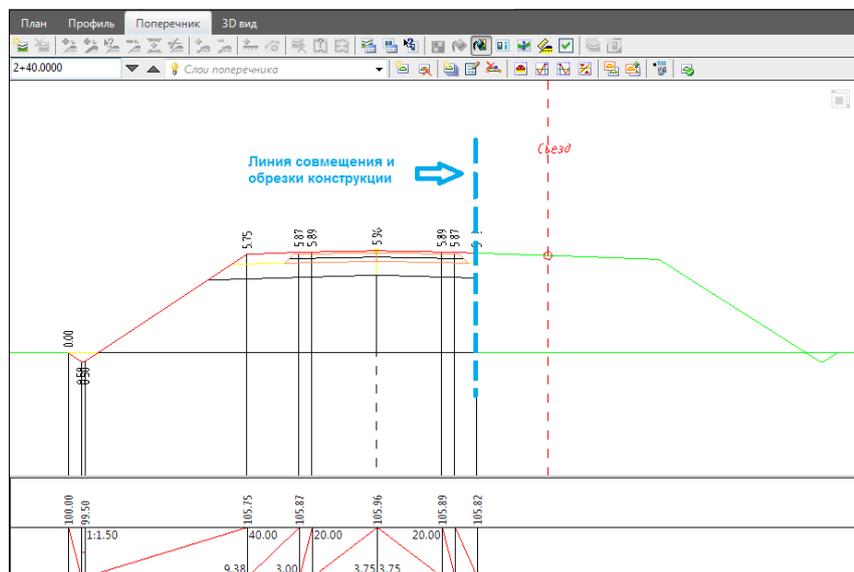


Рис. 11. Схема совмещения основной дороги и съезда

как ПСП, разделительные островки и т.п. Также происходит обрезка части проектных поперечников основного хода по линии совмещения со съездом (рис. 11).

По умолчанию объёмы в пределах общей проезжей части (от точки начала съезда до точки расхождения кромок) включаются в объёмы по основной дороге. После расхождения кромок объёмы считаются отдельно по каждому направлению. Однако при необходимости, используя гибкий функционал редактора конструкции, проектировщик всегда может самостоятельно выделить или добавить необходимый объём в заданном диапазоне поперечных профилей. Индивидуальный шаблон поперечника впоследствии может быть применён как на других съездах проектируемой развязки, так и в других проектах.

Развитие программного комплекса «Топоматик Robur» происходит в соответствии со сложившимися тенденциями современного проектирования. Автоматизация таких сложных задач, как горизонтальная и вертикальная увязка съездов, 3D-анализ, расчёт основных объёмов, оценка проектного решения, формирование выходных ведомостей и чертежей по заданным стандартам, возможность коллективной работы над проектом позволяет существенно сократить сроки выполнения работ и повысить качество проектной документации [6].

Литература:

1. СНиП 2.05.02–85*. Автомобильные дороги. М., 2013.
2. Пособие по проектированию элементов плана, продольного и поперечного профилей, инженерных устройств, пересечений и примыканий автомобильных дорог: Пособие в развитие СНиП 2.05.02–85. М., 1989.
3. ВСН 103–74. Технические указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог. М., 1975.
4. Гохман В.А., Визгалов В.М., Поляков М.П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. М., 1989.
5. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М., 1993.
6. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. М., 2002.