# ВИРАЖИ

В системе Дороги выполняется автоматический расчёт виражей на закруглениях трассы АД, а именно: определяется поперечный уклон покрытия и длина участка, на котором устраивается полный вираж, и длины участков для отгона уклонов от исходных значений до полного виража.

Расчёт выполняется в окне профиля в проекте сетки Виражи.

Рассчитать виражи можно сразу на всех закруглениях или на определенном участке трассы, указанном интерактивно. Предусмотрен также расчёт виража на одном из закруглений. В этом случае пользователь определяет начало и конец полного виража интерактивно, а границы отгонов рассчитываются автоматически. Полный вираж может быть создан как по всей длине, так и на отдельном фрагменте закругления, в зависимости от указанных границ.

На заметку Закругление может состоять из клотоид, сплайнов, нескольких сегментов круговых кривых различных радиусов.

**На заметку** За границы закругления принимаются точки с нулевой кривизной и точки, в которых меняется направление кривизны.

Информацию по границам закругления и значению кривизны в любой его точке система считывает автоматически из плана.

Условия движения на криволинейных участках трассы характеризуются коэффициентом поперечной силы **µ** и скоростью нарастания центробежного ускорения **J**, которые в свою очередь зависят от радиусов кривизны и скорости движения автомобилей. Чтобы пользователь мог оценить условия движения, создаются графики по всем значимым параметрам. Три из них: графики радиусов кривизны, **µ** и **J**, являются информационными, а график расчетной скорости можно корректировать, вводя свои значения скорости и ускорений торможения или разгона.

**На заметку** Для правильного расчёта виражей, пользователь должен предварительно уточнить значение расчетной скорости по трассе в соответствии с принятыми радиусами на закруглениях.

Расчет виража выполняется автономно, по своим настройкам, и никак не связан с параметрами покрытия, заданными в сетках параметров проезжей части и обочин.

Это объясняется тем, что на протяжении трассы, и даже одного закругления, ширины и уклоны покрытия могут значительно отличаться, а для расчёта виражей принимаются одинаковые значения этих параметров для всего проекта (если расчёт выполняется сразу по всей длине трассы), для выбранного участка или одного закругления.

После расчёта исходные (до виража) параметры покрытия можно изменять на любом из участков, примыкающих к виражам. При этом автоматически корректируются смежные интервалы виражей.

Как правило, трасса состоит не только из кривых, но имеет и прямолинейные участки. Часть этих участков может быть использована для устройства отгонов, если на закруглении переходные кривые отсутствуют или имеют недостаточную длину. Можно получить и обратный результат: отгон виража короче переходной кривой и тогда часть закругления останется с исходными параметрами покрытия.

В случае, когда трасса начинается (заканчивается) кривой или короткой прямой вставкой отгоны виража могут размещаться за пределами трассы.

Виражи на политрассе создаются отдельно для каждого направления, независимо друг от друга. Сопряжение внутренних кромок покрытий выполняется за счёт изменения уклонов на разделительной полосе.

Отгон виражей вращением выполняется только относительно оси дороги, а в случае политрассы – относительно осей направлений.

# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ВИРАЖА

- 1. Перед расчётом рекомендуем проанализировать радиусы кривизны по трассе (графа График кривизны) и внести изменения в график расчетной скорости движения (одноименная графа сетки Виражи). Если виражи рассчитываются после создания проектного профиля, то можно скорректировать значения ускорений разгона и торможения в зависимости от продольных уклонов.
- 2. Для ознакомления с основными показателями движения до устройства виражей следует создать графики коэффициента поперечной силы и скорости изменения центробежного ускорения.
- 3. Далее работа ведётся с графой Интервалы конструкции виража.

<u>Смотри также</u> Характеристика графы **Интервалы конструкции виража** будет дана ниже в соответствующем разделе.

- 3.1.Используя кнопку Параметры интервала , определяем исходные (до виража) параметры покрытия: ширины и уклоны слева и справа от оси дороги.
- 3.2.При помощи кнопки Параметры проекта 🖆 уточняем настройки, по которым виражи рассчитываются и сверяются на соответствие заданным значениям.

<u>Смотри также</u> Каждый из параметров проекта будет подробно описан ниже.

- 3.3.Если были внесены какие-либо правки в параметры, становится активной кнопка **Применить** построение ✓. После её нажатия система выдает запрос *Пересчитать все виражи?* Если вы выбираете Да, то расчёт виражей будет выполнен по <u>всей</u> трассе. Если **Не**т расчет не выполняется, но все исправления параметров сохраняются и учитываются в дальнейшем.
- 3.4.Выполнить расчёт не только по всей длине трассы, но и на отдельном участке, можно при помо-

щи команды Создать интервалы по параметрам (кнопка 🛄).

- 3.5.Далее следует проанализировать каждый вираж и, если требуется, отредактировать отдельные интервалы, изменяя параметры расчёта и/или пикетное положение границ интервалов.
- 4. Результат проектирования виражей передаётся в параметры проезжей части и обочин (команда **Рас**чет уклонов/уширений на закруглениях) для корректного построения проектных поперечников.

В конце документа приведено несколько характерных примеров устройства виражей, для которых после автоматического расчёта может потребоваться интерактивное редактирование границ интервалов и отдельных параметров.

В следующем разделе будут даны основные закономерности расчётов и подробно описаны параметры метода Интервалы конструкции виража.

# ИНТЕРВАЛЫ КОНСТРУКЦИИ ВИРАЖА

Графа Интервалы конструкции виража представляет собой график превышений кромок покрытия относительно оси дороги (рис. 1).

График занимает <sup>3</sup>/<sub>4</sub> высоты графы. Сверху и снизу от графика располагаются поля, фон которых может указывать на несоответствие параметров интервала заданным значениям: если фон полей вдоль определенного интервала виража имеет красный цвет, то такой интервал некорректный (рис. 1).

Проверка на корректность выполняется для всей трассы при каждом расчёте и редактировании отдель-



ных параметров (кнопка Применить построение 🗹 или автоприменение).

На заметку Критерии корректности описаны ниже в разделе Ограничения.

После расчёта в графе могут быть созданы интервалы 4-х типов:

1. Исходные параметры покрытия (ИПП) – участок дороги с поперечным профилем, который определён в группе Исходные значения (кнопка Параметры проекта ) или изменён через параметры интервала – кнопка .

**На заметку** Только в точках начала и конца трассы для ИПП сохраняются параметры, заданные при помощи кнопки **Параметры интервала** или по умолчанию. Для остальных интервалов ИПП при расчёте виражей <u>по параметрам</u> применяются настройки группы **Исходные значения** (кнопка **Пара***метры* проекта?).

- 2. Отгон внешней полосы (ОВП) участок перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному.
- 3. Отгон односкатного профиля (ООП) участок изменения уклона односкатного поперечного профиля.
- 4. Полный вираж (ВИР) участок односкатного профиля с постоянным уклоном полного виража.

Для улучшения зрительного восприятия графика интервалы имеют различную окраску. Для ОВП, ООП и ВИР окраска зависит от направления поворота: поворот влево – интервалы темные (покрытие невидимое), поворот вправо – светлые (покрытие видимое) (рис. 1).

Интервал ИПП при <u>двускатном профиле</u> всегда будет светлый, если ширина покрытия справа равна или больше ширине покрытия слева, как на рис. 1. В противном случае, интервал ИПП будет двухцветным. При <u>односкатном профиле</u> ИПП может быть как светлым (при отрицательных уклонах), так и темным (при положительных уклонах).

### УКЛОНЫ ИНТЕРВАЛОВ

Знак уклонов интервалов ИПП с односкатным профилем принимается следующим образом: значение

положительное, если по направлению трассы левая граница конструктивной полосы расположена ниже правой границы (рис. 2).

Для интервалов ИПП с <u>двускатным</u> профилем знак уклона задается всегда положительным, при этом ось дороги расположена выше кромок.

Уклон интервала ОВП переменный, абсолютное значение уклона в начале и конце интервала равно уклону



*Puc. 2* 

смежного интервала ИПП. Но в начале интервала уклон ОВП по знаку совпадает с уклоном ИПП, а в конце имеет противоположный знак уклона.

Уклон интервала ООП переменный, значения уклонов в начале и конце интервала определяется уклонами смежных интервалов. Если уклоны в начале и конце интервала ООП имеют разный знак, то при отгоне уклона вращением на интервале будет точка с нулевым уклоном.

Уклон интервала ВИР задаётся в его параметрах и постоянен.

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРВАЛОВ

Интервалы ОВП и ООП не могут существовать отдельно, они создаются и удаляются совместно с интервалом ВИР.

Создание интервалов ОВП и ООП зависит от исходных параметров покрытия на границах виража. Существуют различные варианты:

- Ближайший интервал ИПП с односкатным профилем:
  - уклоны ИПП и ВИР не равны создаётся только интервал ООП;
  - уклоны ИПП и ВИР равны интервалы ОВП и ООП не создаются.
- Ближайший интервал ИПП с двускатным профилем:
  - уклоны ИПП и ВИР не равны создаются интервалы ОВП, ОПП;
  - уклоны ИПП и ВИР равны создаётся только интервал ОВП.

Между интервалами, окружающими интервалы ВИР, всегда есть интервалы ИПП (мин. длиной 1м). ИПП создаются программно по параметрам проекта (группа данных *Исходные значения*).

Длины и границы интервалов ОВП, ООП, ВИР могут интерактивно редактироваться, при этом границы смежных интервалов перемещаются так, чтобы между ними не было разрывов. Перемещение границ интервалов ВИР, ОВП, ООП возможно по длине трассы и за её пределами.

Выбрать для удаления можно только интервалы ВИР. Одновременно с интервалами полного виража программно удаляются смежные с ним интервалы ОВП и ООП. На их месте создаётся новый интервал ИПП – объединяются два интервала ИПП, смежные с удалённым виражом. Таким образом, заполняется образовавшийся разрыв.

<u>Смотри также</u> Особенности создания и редактирования интервалов виража описаны ниже, этому отведен специальный раздел.

### ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТА

При первом обращении к графе **Интервалы конструкции виража** по умолчанию на локальной панели инструментов активна команда **Параметры проекта**. Редактирование данных этой команды ведётся в окне параметров (рис 3).

Исходные значения					
Тип поперечного профиля	Двускатный				
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	4,00				
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	4,00				
Уклон конструктивной полосы слева от оси, о/оо	20,0				
Уклон конструктивной полосы справа от оси, о/оо	20,0				
Ограничения					
Min уклон полного виража, о/оо	20,0				
Мах уклон полного виража, о/оо	60,0				
Мах значение коэффициента поперечной силы	0,150				
Мах дополнительный уклон наружной кромки, о/оо	10,0				
Min дополнительный уклон наружной кромки, о/оо	3,0				
Min продольный уклон, о/оо	4,0				
Min расстояние между смежными полными виражами, м	10,00				
Мах разность продольных уклонов при отгоне ширин, о/оо	5,0				
– Параметры создания полных виражей					
Способ назначения участка и уклона виража	По таблице критических радиусов				
Кратность уклона виража	1				
Таблица критических радиусов					
Параметры создания отгонов					
Способ назначения отгона	По дополнительному уклону				
Дополнительный уклон, о/оо	3,0				
– Способ реализации отгона					
Способ реализации отгона виража	Вращение				

Puc. 3

### ИСХОДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

В данной группе определяются исходные параметры покрытия, на основе которых будет рассчитываться вираж. Их значения корректируются в зависимости от категории дороги, количества полос движения, вида дорожного покрытия, климатических условий.

Изначально исходные параметры покрытия задаются на всю длину трассы.

После расчёта виражей, при необходимости, можно редактировать каждый отдельный интервал ИПП (кнопка **Параметры интервала**). Любое изменение ИПП влечёт за собой автоматический пересчёт параметров ОВП, ООП и ВИР.

### ОГРАНИЧЕНИЯ

В данной группе задаются нормативные значения, на основе которых проверяется корректность создаваемых интервалов виража. При выходе за какую-либо величину группы ограничения, интервалы виража становятся некорректными. Пользователь может изменить длину интервалов или отредактировать ограничения, чтобы получить корректные интервалы виража.

**На заметку** <u>Некорректность</u> только указывает пользователю на несоответствие какого-либо параметра на этом интервале заданному ограничению, но не обязывает исправлять его. Все параметры, в том числе и некорректные, будут учтены при создании проектного поперечника.

- Min и Max уклоны полного виража, ‰ предельные значения уклонов задаются согласно условиям проектирования дороги. Эти ограничения проверяются на интервалах ВИР.
- Мах значение коэффициента поперечной силы параметр ограничения для интервала ВИР.

**На заметку** Значение коэффициента поперечной силы зависит от расчётной скорости движения, радиуса закругления и поперечного уклона покрытия.

- **Міп** и **Мах** дополнительный уклон наружной кромки проезжей части по отношению к проектному продольному уклону проверяются на интервалах ОВП и ООП.
- **Міп продольный уклон** на участке с нулевым поперечным уклоном проезжей части дороги (такие точки могут быть на интервалах ОВП и ООП) проверяется при наличии проектного продольного профиля на момент создания виражей.
- Міп расстояние между смежными полными виражами значение выполняет двойную функцию:
  - позволяет объединить два или несколько интервалов ВИР, расположенных на одном закруглении, если фактическое расстояние между ними меньше заданного;
  - задать определённый промежуток между двумя интервалами полного виража ВИР, расположенными на смежных кривых, если между ними есть прямая вставка, точка с нулевой кривизной или происходит изменение направления кривизны.

**На заметку** Длина интервалов ВИР может уменьшаться до значения, равного 1/10 части от половины ВИР (но не меньше 1 м).

• Мах разность продольных уклонов при отгоне ширин – значение допустимого перелома продольного профиля в точке водораздела поперечного профиля при реализации отгона виража способом *Отгон ширины*. Параметр проверяется на интервалах ОВП и ООП.

<u>Смотри также</u> Об <u>отгоне ширины</u> подробно сказано в разделе Способы реализации отгона виража.

Следующие три группы параметров: **Параметры создания полных виражей**, **Параметры создания отгонов** и **Способ реализации отгона** позволяют учесть различные требования нормативных документов и рассчитать безопасные условия движения на закруглениях с заданной скоростью.

### ПАРАМЕТРЫ СОЗДАНИЯ ПОЛНЫХ ВИРАЖЕЙ

Проектирование виражей осуществляется двумя методами в зависимости от выбранного значения в строке Способ назначения участка и уклона виража:

- По таблице критических радиусов
- По коэффициенту поперечной силы (µ).

Рассмотрим алгоритм работы каждого метода.

#### По коэффициенту поперечной силы

В этом случае необходимость устройства виражей определяется допустимым значением коэффициента поперечной силы – параметром **µ**, заданным в окне параметров (рис. 4).

<ul> <li>Исходные значения</li> </ul>					
<ul> <li>Ограничения</li> </ul>					
<ul> <li>Параметры создания полных виражей</li> </ul>					
Способ назначения участка и уклона виража	По коэффициенту поперечной силы (µ)				
μ	0,150				
Кратность уклона виража	1				
<ul> <li>Параметры создания отгонов</li> </ul>	1				
<ul> <li>Способ реализации отгона</li> </ul>	5				
	311				

**Puc.** 4

Если значение коэффициента поперечной силы до устройства виражей (его можно определить по первичному графику коэффициента поперечной силы) больше заданного значения **µ**, то вираж устраивается. На **рис. 5** – это второе закругление, где значение **µ** до устройства виража равнялось 0,23.

Началом и концом участка полного виража будут точки, в которых коэффициент поперечной силы на исходном графике равен допустимому значению.



**Puc.** 5

В случае, когда значение  $\mu$  на исходном графике равно или меньше заданного, вираж не устраивается. На **рис. 5** – это первое закругление, на нём вираж не рассчитался, т.к. исходное значение  $\mu$  (0,126) не превысило допустимое (0,15).

Последовательность расчёта значений для построения интервала полного виража такова:

1. Программа вычисляет уклоны полного виража по формуле:

$$i_{_{B}} = \frac{V^2}{gR} - \mu_{_{\text{доп}}},\tag{1}$$

где

V – скорость движения, м/с;

 $g = 9,81 \text{ m/c}^2;$ 

R – радиус закругления, м

 $\mu_{\text{доп}}$  – допустимый коэффициент поперечной силы.

2. Полученный в результате расчета уклон виража **i**<sub>в</sub> сравнивается с минимальным и максимальным уклонами виража, которые заданы в группе *Ограничения* (рис. 3).

В результате сравнения могут быть приняты следующие решения:

- если **i**<sub>в</sub> меньше минимального значения, то принимается минимальное значение уклона виража;
- если **i**<sub>в</sub> больше максимального значения, то принимается максимальное значение уклона виража.

Затем значение µ пересчитывается с учетом принятого уклона виража і<sub>в</sub> по формуле:

$$\mu = \frac{V^2}{gR} - i_{_B} \tag{2}$$

• Если **i**<sub>в</sub> находится *в диапазоне* между значениями минимального и максимального уклонов виража, то принимается значение, полученное в результате расчета в п.1.

В строке *Кратность уклона виража* из выпадающего списка можно выбрать значения кратности уклона 1, 5, 10 (рис. 4).

Кратность влияет на окончательное значение уклона виража. Например, по формуле (1) получен уклон виража 37‰, кратность уклона принята 10. В итоге, на вираже будет принят уклон 40‰ и пересчитан коэффициент поперечный силы по формуле (2).

#### По таблице критических радиусов

Этот способ определения участка полного виража и его уклона работает при выборе параметра *По таблице критических радиусов* (рис. 3).

В строке *Таблица критических радиусов* при помощи кнопки — вызывается одноименный диалог в виде таблицы, в которую внесены значения радиусов и соответствующие уклоны виража (рис. 6).

полного виража, м	R начала односкатного профиля, м	Уклон виража, о/оо
	2000,00	20,0
	1000,00	30,0
	700,00	40,0
	650,00	50,0
	600,00	60,0
	полного виража, м	полного виража, м R начала односкатного профиля, м 2000,00 1000,00 700,00 650,00 600,00

**Puc.** 6

При расчёте программа анализирует последовательно каждое закругление, определяет минимальные радиусы на них и сравнивает со значениями, заданными в первом столбце таблицы **R критический**, м.

- Если радиус закругления больше верхнего значения в столбце **R критический**, то вираж не устраивается.
- Если радиус закругления меньше нижнего значения в столбце **R** критический, то для ВИР принимается значение уклона по нижней строке.
- Если радиус закругления попадает в интервал между строками, то значения интерполируются во всех столбцах от **R критический** до **Уклон виража**.

На заметку Уклон виража округляется в большую сторону с заданной кратностью.

Когда таблица заполнена таким образом: значения радиусов критического, начала полного виража и начала односкатного профиля <u>равны</u> (рис. 6), то интервал ВИР назначается по длине круговой кривой. При отсутствии круговой кривой, например, на биклотоиде, участок ВИР создается длиной 1 м в конце переходных кривых (рис. 7).



**Puc.** 7

Таблица критических радиусов редактируется: можно удалять или добавлять строки, вводить новые значения радиусов и уклонов.

Изменяя радиусы таким образом, чтобы их значения были <u>не равны</u> между собой, можно определить начало односкатного профиля и начало полного виража в соответствии с данными таблицы (рис. 8).

6	🛕 Таблица критических радиусов 🛛 🔁 🔀						
	1.1	+=					
	Γ	R критический	R начала полного виража	R начала односкатного профиля.	Уклон виража		
	1	799,00	800,00	2000,00	30,0		
	2	749,00	750,00	2000,00	40,0		
	3	699,00	700,00	2000,00	50,0		
	4	599,00	600,00	2000,00	60,0		

- **R** критический определяется по значению минимального радиуса на закруглении;
- **R** начала полного виража значение радиуса, при котором начинается полный вираж с заданным в таблице уклоном виража;
- **R** начала односкатного профиля значение радиуса, при котором начинается вираж с уклоном, равным уклону проезжей части на прямом участке.

Например, на трассе создано закругление с радиусом круговой кривой **300** м. Следуя параметрам таблицы на рис. 8, интервалы виража рассчитаются следующим образом: уклон полного виража назначается по нижней строке – **60‰**, его начало будет в точке с радиусом **600** м, а начало односкатного профиля – в точке с радиусом **2000** м.

На заметку Значения критических радиусов в столбце вводятся по убывающей.

### ПАРАМЕТРЫ СОЗДАНИЯ ОТГОНОВ

Данная группа параметров объединяет различные способы определения интервалов отгонов внешней полосы и односкатного профиля. Из выпадающего списка в строке Способ назначения отгона можно выбрать один способ из перечня (рис. 9).

Параметры создания отгонов		
Способ назначения отгона	По дополнительному уклону	Ŧ
Дополнительный уклон, о/оо	По дополнительному уклону	
	От заданного радиуса	
	По скорости нарастания центробежного ускорения (.	J)

**Puc.** 9

Рассмотрим подробнее работу каждого способа.

#### По дополнительному уклону

Дополнительный продольный уклон наружной кромки покрытия, который будет определять длину интервалов ОВП и ООП, назначается в строке Дополнительный уклон.

При выборе способа создания интервала ВИР **По коэффициенту поперечной силы** длины интервалов ОВП и ООП определяются по формулам:

$$L_{OB\Pi} = \frac{B \times (i_{BHYTPeHHeä \Pi O \Pi O CL} + i_{Hapy KHOÄ \Pi O \Pi O CL})}{i_{AO\Pi, OTT}}$$
(3)  
$$L_{OO\Pi} = \frac{B \times (i_{BHPaka} - i_{BHYTPeHHeä \Pi O \Pi O CL})}{i_{AO\Pi, OTT}},$$
(4)

где

В – ширина конструктивной полосы, которая является наружной для данного закругления;

і<sub>внутренней полосы</sub>, і<sub>наружной полосы</sub> – уклоны конструктивных полос на интервале ИПП;

i<sub>доп.отг</sub> – дополнительный уклон наружной кромки покрытия на интервалах отгона;

i<sub>виража</sub> – уклон полного виража.

Те же формулы являются расчётными для интервалов ОВП и ООП при назначении ВИР **По таблице критических радиусов**, когда <u>радиус начала односкатного профиля равен радиусу начала полного виража</u>.

Если же <u>радиус начала односкатного профиля назначен больше радиуса полного виража</u>, то длина интервала ООП определяется как расстояние между точками с заданными радиусами, а длина оставшегося интервала ОВП рассчитывается по формуле (3).

### От заданного радиуса

При выборе такого способа создания отгонов в строке **Радиус в начале отгона** вводится радиус в точке, от которой будет начинаться отгон виража, т.е. интервалы ОВП и ООП (рис. 10).

Параметры создания отгонов	
Способ назначения отгона	От заданного радиуса
Радиус в начале отгона, м	10000,000
Кривизна в начале отгона, 1/м	0,000



Кривизна в этой точке определится автоматически, как величина, обратная радиусу. Можно ввести значение кривизны, тогда радиус рассчитается автоматически.

**На заметку** Для точки начала переходной кривой, гладко сопряженной с прямолинейным участком трассы, нужно ввести нулевую кривизну.

При создании интервалов ВИР способами **По коэффициенту поперечной силы** или **По таблице критических радиусов**, если <u>радиус начала односкатного профиля равен радиусу полного виража</u>, точку с заданным радиусом находим в пределах закругления. По расстоянию от этой точки до начала интервала ВИР (L<sub>отг</sub>) рассчитывается фактическое значение дополнительного уклона отгона виража по формуле:

$$i_{\phi a \kappa \tau} = \frac{B \times (i_{\mu a p \gamma \# h o \breve{u} \Pi \sigma \Lambda \sigma c \omega} + i_{B \mu p a \# a})}{L_{\sigma \tau \tau}}$$
(5)

- Если **i**<sub>факт</sub> находится в диапазоне между значениями минимального и максимального уклонов виража из группы *Ограничения*, то принимается значение, полученное в результате расчёта (5).
- Если іфакт меньше минимального дополнительного уклона наружной кромки, то принимается минимальный уклон, а если больше максимального, то максимальный. Затем по принятому дополнительному уклону пересчитываются длины интервалов ОВП и ООП по формулам (3) и (4).

При создании интервалов ВИР способом **По таблице критических радиусов**, если в ней <u>радиус начала</u> односкатного профиля больше радиуса полного виража и, таким образом, уже определён интервал ООП, программа находит в пределах закругления точку с заданным радиусом и назначает участок ОВП от этой точки до начала интервала ООП.

В результате такого определения длина ОВП может получиться нулевой или отрицательной. В этом случае она не принимается, а пересчитывается по формуле (3). Дополнительный уклон отгона **i**<sub>доп.отг</sub> назначается как максимальный дополнительный уклон наружной кромки из группы *Ограничения*.

#### По скорости нарастания центробежного ускорения

При выборе такого способа назначения отгона пользователь вводит значение допустимого **J**, которое будет учитываться при расчете длин интервалов отгона виража ОВП и ООП (рис. 11).

Параметры создания отгонов	
Способ назначения отгона	По скорости нарастания центробежного ускорения (J)
J	0,500
Кратность длины	1

**Puc.** 11

При создании интервалов ВИР способами **По коэффициенту поперечной силы** или **По таблице** критических радиусов, если в таблице <u>радиус начала односкатного профиля равен радиусу полного</u> виража, сначала определяется длина отгона виража по формуле:

$$L_{ottoha} = \frac{V^3}{R \times J},$$
(6)

где

**J** – заданная скорость нарастания центробежного ускорения.

Длина отгона, полученная по формуле (6), округляется в большую сторону согласно принятой кратности длины.

Как правило, точки начала отгона, длина которого получена по формуле (6), не попадают на границы закругления, а находятся снаружи или внутри его. Если расстояние от начала закругления до начала отгона больше, чем значение **0,1xL** отгона, то начало отгона назначается в начале закругления. При меньшем расстоянии – по факту.

Затем определяется фактический дополнительный уклон по формуле (5) и сравнивается со значениями дополнительного уклона наружной кромки из группы *Ограничения*.

Если найденный уклон меньше минимального, то принимается минимальный, а если больше максимального, то — максимальный, если находится в диапазоне, то — рассчитанное значение. По принятому дополнительному уклону пересчитываются длины интервалов ОВП и ООП по формулам (3) и (4).

При создании интервалов ВИР способом **По таблице критических радиусов**, если в ней <u>радиус начала</u> <u>односкатного профиля больше радиуса полного виража</u> и, таким образом, уже определён интервал ООП, длина ОВП вычисляется по формуле:

$$L_{OBII} = \frac{V^3}{R \times J} - L_{OOII}$$

В результате такого определения длина ОВП может получиться нулевой или отрицательной, тогда она не принимается, а пересчитывается по формуле (3). В данном случае **i**<sub>доп.отг</sub> назначается как максимальный дополнительный уклон наружной кромки из группы *Ограничения*.

### СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОТГОНА ВИРАЖА

Выбор способа реализации отгона виража определяет, каким образом будет выполняться:

- отгон внешней полосы при двускатном профиле покрытия;
- отгон покрытия с односкатным профилем к уклону виража с обратным знаком.

При выборе способа реализации отгона виража **Вращение** (рис. 12) изменение уклона проезжей части происходит за счёт вращения её вокруг оси дороги.

Анализ типовых схем отгона виража показывает, что

они не всегда безопасны для движения с высокими расчётными скоростями. Конструктивная опасность существующих типовых проектов виражей обусловлена значительными по протяжению участками с необеспеченным поверхностным водоотводом. Это участки отгона виража, на которых поперечный уклон покрытия дороги близок к нулю.

В наиболее типичном случае, на участке перехода от двускатного к односкатному профилю (L), водоотвод обеспечен только на внутренней полосе движения (рис. 13).



На внешней полосе, где в начале отгона поперечный уклон имеет направление, обратное направлению уклона виража, есть участок длиной  $L_1$  с необеспеченным водоотводом. Из-за малого поперечного уклона на этом участке существенно увеличивается толщина слоя стока воды. Так, при поперечном уклоне 5 ‰ толщина слоя стока примерно в 2–3 раза больше, чем при уклоне 20 ‰, типичном для усовершенствованных покрытий. В таком случае коэффициент сцепления с покрытием снижается до опасно низких значений.

**На заметку** Опасный участок на вираже возникает и при отгоне односкатного профиля к уклону виража с обратным знаком.

Участки покрытия с необеспеченным водоотводом можно исключить, отказавшись от способа вращения и заменив его способом **Отгон ширины** (на рис. 14 показан отгон внешней полосы двускатного покрытия).

Способ реализации отгона	
Способ реализации отгона виража	Вращение
	Вращение
	Отгон ширины
Due 12	

(7)

**Отгон ширины** – это постепенное смещение точки с наибольшей отметкой поперечного профиля от оси дороги до внешней кромки. Линия, образованная точками с наибольшими отметками на поперечнике, или **гребень**, на рисунке показана пунктиром.

При этом ширина внешней полосы покрытия с уклоном ИПП, обратным для виража, постепенно уменьшается, а ширина внутренней полосы покрытия с уклоном, направленным в ту же сторону, что и уклон виража, соответственно увеличивается до полной ширины проектного покрытия дороги.

После отгона внешней полосы выполняется вращение односкатного покрытия вокруг оси дороги до уклона полного виража.

**На заметку** При отгоне <u>односкатного профиля</u> к уклону виража с обратным знаком способом **Отгон ширины** гребень проходит от внешней, с наибольшей отметкой, кромки покрытия с поперечным уклоном ИПП до внешней кромки покрытия с поперечным уклоном полного виража.

Плавность отгона виража для участников движения обеспечивается за счёт того, что автомобиль пересекает гребень под косым углом. На участке отгона ширины при основном поперечном уклоне 20‰ алгебраическая разность  $\mathbf{d}_i$  (‰) уклонов перелома продольного профиля по оси внешней полосы движения составит:

 $d_i = 40 \sin \alpha$ ,

где

α – угол отклонения линии гребня от оси дороги.

С учётом того, что для такого малого угла  $sin \alpha \approx tg \alpha$ , с достаточной для практических целей точностью минимальную длину участка отгона ширины поперечника  $L_{min}$  можно вычислить по формуле:

$$L_{\min} = 2 i_{\pi p} B/d_i, \qquad (9)$$

где

inp – поперечный уклон проезжей части на интервале ИПП,

В – ширина конструктивной полосы, для которой осуществляется отгон ширины,

d<sub>i</sub> – допустимая алгебраическая разность уклонов перелома продольного профиля для заданной расчетной скорости движения. Это значение указывается в группе *Ограничения* как **Мах разность продольных уклонов при отгоне ширин**.

Например, для высоких скоростей движения на автомагистралях при  $i_{np} = 20$  ‰, B = 3,75 м,  $d_i = 5$  ‰ минимальная длина такого отгона ширины  $L_{\text{мин}} = 30$  м.

**На заметку** Дополнительный продольный уклон наружной кромки на участке отгона двускатного профиля всегда будет равен алгебраической разности уклонов d<sub>i</sub> в точке пересечения траектории движения автомобиля и гребня поперечника. Так, например, в рассматриваемом случае дополнительный уклон наружной кромки также составит 5 ‰.

После корректировки параметров проекта и их применения (кнопка ) или при переходе к другой команде появляется запрос *«Пересчитать все виражи?»*. Если выбрать **Да**, то программа создаст или пересоздаст повторно все интервалы виражей по трассе согласно изменённым параметрам.

Если необходимо пересчитать не все виражи, а только на отдельных закруглениях, то следует выбрать

**Нет**, затем нажать кнопку **Создать интервалы по параметрам** и в строке *Выбор способа создания* задать значение **По участкам**. Нужный участок для создания или пересоздания виража определяется интерактивно.

#### ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ВИРАЖА

Рассчитать вираж на определённом участке можно при помощи команд **Создать интервал** и **Создать интервалы по параметрам**. Работа этих типовых команд обладает рядом особенностей.

### СОЗДАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ВИРАЖЕЙ

Создать интервал . Создать интервал можно только в пределах одного закругления, т.е. криволинейного участка трассы, который не содержит точек с нулевой кривизной, прямых вставок и точек перелома с изменением направления кривизны.

(8)

Создать интервал можно только в пределах одного закругления, т.е. криволинейного участка трассы, который не содержит точек с нулевой кривизной, прямых вставок и точек перелома с изменением направления кривизны.

Интервал для создания виража можно определить произвольно или захватывая характерные точки, например, на графиках в сетке **Виражи** и в сетке **Элементы плана**.

На протяжении выбранного участка создается только интервал ВИР.

После определения границ интервала ВИР становятся доступными для редактирования следующие параметры:

- уклон полного виража и коэффициент поперечной силы;
- границы выбранного интервала и его длина;
- параметры создания отгонов.

Интервалы ОВП и ООП, смежные с интервалом ВИР, автоматически рассчитываются по параметрам проекта и располагаются за границами выбранного интервала.

### Создать интервалы по параметрам 📠

В этом методе все необходимые интервалы виражей будут рассчитаны по параметрам проекта.

Выбор способа создания и пересоздания виража определяется из выпадающего списка: По всей трассе или По участкам.

В первом случае виражи рассчитаются на закруглениях по всей трассе при нажатии кнопки **Применить** построение </br>

При выборе способа **По участкам** требуется интерактивно определить интервал для создания виража: можно указать произвольные границы или захватить характерные точки в других графах, сетках и подокнах профиля, а в окне параметров отредактировать границы и длину выбранного участка.

### РЕДАКТИРОВАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ВИРАЖЕЙ

Редактировать параметры каждого интервала гра-

фы можно командой Параметры интервала 💼

Для выбора интервалов можно использовать фильтры из списка в строке *Выбор по фильтру* – выбирать любые интервалы или только интервалы определенного типа (рис. 15).

После выбора интервала в окне параметров появ-

Созданный интервал	
Выбор по фильтру	Все интервалы 💌 🔻
Выбор интервала	Исходные параметры покрытия
Начало интервала	Отгон внешней полосы
Конец интервала	Отгон односкатного профиля
Длина интервала, м	Все интервалы

#### **Puc.** 15

ляются индивидуальные группы параметров, характерные для данного интервала. Кроме значений, заданных в методе **Параметры проекта** и полученных при расчете виража, в окне параметров указывается корректность интервала.

На заметку Все параметры, которые можно изменить, имеют черный цвет.

Одновременно с изменением данных в окне параметров идёт пересоздание интервалов в графе.

На заметку Красный цвет некорректных интервалов исчезнет, если в результате редактирования устранится причина некорректности.

Редактировать параметры каждого интервала графы можно при активизации команды Редактировать в

**таблице** При этом появляется диалоговое окно **Интервалы конструкции виража** с перечислением всех интервалов графы, их корректности, длины, привязки начала и конца, расстояния от начала трассы до начала интервала и до его конца (рис. 16).

В столбец *Параметры интервала* вынесена краткая информация о каждом интервале. При нажатии кнопки — открывается диалог **Параметры интервала** с перечнем его характеристик, которые можно редактировать. Если интервал некорректный, в столбце *Признак корректности* кнопкой — вызывается протокол **Причины некорректности**, где указаны причины некорректности данного интервала.

			Ви	ражи							
Синт	Создать новые Пересоздать интервалы отгона смежных виражей										
	н ервалы конструкци Уд	и виража (алить выбранный	вираж								
	Параметры интервала	Признак корректности	Длина инте	рвала, м	Нача	ало инт	ервала	Кон	ец интервала	P	асстояние от і
1	ИПП, 20 - 20 🛛 🛄	Корректный	300,000		пк	0 + 0	0,000 0	пк	3+0,0000	0	,000
2	00П, 20 - 20	Корректный	50,000		пк	3 + 0	0,000 0	пк	3 + 50,000 0	3	00,000
	і Параметры интервала		i		i	? X	1,000 O	пк	6 + 36,746 0	3	50,000
	параметры интервала						,746 0	пк	6 + 86,746 0	6	36,746
115	Исходные параметрь	і покрытия в начале і	интервала				,746 0	пк	7 + 36,746 0	6	86,746
Тип поперечного профиля			Односка:	тный		,746 0	пк	7 + 66,746 0	7	36,746	
	Ширина конструктивн	ой полосы слева от оси, ой полосы справа от оси	M	3,750			.746 0	пк	7 + 96.746 0	+7	66.746
	Уклон конструктивны	к полос, о/оо	, 11	20			746.0	пк	12 + 11,196 0	7	96.746
lik	Исходные параметрь	і покрытия в конце и	нтервала				106.0		12   11,196 0	+	211 106
	Тип поперечного проф	иля		Односка	тный		.,196 0		13 + 11,196 0	-	211,196
	Ширина конструктивной полосы слева от оси, м			3,750				311,196			
	Ширина конструктивн	ой полосы справа от оси,	, м	3,750							
	Уклон конструктивных полос, о/оо 20			20			Интер	валы	конструкции виг	าลพล	3
<u> </u>									/	-	
			ОК		Отме	на			ОК		Применить

#### Puc. 16

Можно редактировать таблицу **Интервалы конструкции виража**, изменяя длины и пикетажное положение привязки интервалов. После применения изменений виражи перестраиваются в графе **Интервалы конструкции виража**.

**На заметку** Минимальная длина интервалов может равняться 1/10 от длины до редактирования, но быть при этом не менее 1м.

С помощью кнопок в верхнем левом углу окна можно запустить расчёт виражей, пересоздать отгоны и удалить виражи.

Команда Создать новые интервалы виража (рис. 16) активна, если выбран интервал типа ИПП.

Команды **Пересоздать интервалы отгона смежных виражей** и **Удалить выбранный вираж** (рис. 16) активны, если выбран интервал типа ВИР.

**На заметку** Интервалы отгонов выбранного ВИР пересоздаются в соответствии с настройками команды **Параметры интервала**. При удалении вместе с выбранным ВИР удаляются его отгоны.

Редактировать интервалы конструкции виража можно также при помощи кнопки Переместить интер-

вал і на локальной панели окна параметров. Выбор типа границы осуществляется из списка параметра *Выбор по фильтру*, аналогичного фильтру для выбора интервала (рис. 15).

Работы команды **Переместить интерва**л подчиняется общим принципам редактирования интервалов конструкции виража.

- 1. Перемещение выбранной границы интервала возможно только в пределах этого интервала и смежного с ним таким образом, чтобы оставшаяся длина интервалов была не менее 1м.
- 2. Можно фиксировать границу интервала за пределами трассы.
- 3. Групповой выбор границ интервалов не предусмотрен.
- 4. Граница интервала ВИР не может:
  - перемещаться за другую границу этого же интервала ВИР;
  - выходить за пределы или придвигаться ближе 1 м к границе смежного интервала;
  - выходить за пределы участка с одинаковым знаком кривизны, т.е. на прямые участки или участки с кривизной противоположного знака.
- 5. Граница интервалов ООП и ОВП не может:
  - выходить за пределы или придвигаться к другой границе этого же интервала ближе 1 м;

- выходить за пределы или придвигаться к границе смежного интервала ОВП ближе 1 м.

После выбора команды Показать протокол 🔟 открывается файл, в котором по всем типам интервалов даны названия, привязка начала и конца, указание на соответствие ограничениям. Если интервал некорректный, то добавляется строка Причины некорректности и перечисление этих причин (рис. 17).

{2ebf1351_7a3f_4c28_8367_9a711c909dcb}.txt* - TextEditor
<u>Ф</u> айл Правка Фор <u>м</u> ат <u>С</u> правка
Исходные параметры покрытия - ПК 0+0,000 - ПК 1+18,424 Соответствует ограничениям
Отгон односкатного профиля - ПК 1+18,424 - ПК 2+25,091 Соответствует ограничениям
Полный вираж - ПК 2+25,091 - ПК 7+57,693 Не соответствует ограничениям Причины некорректности: Уклон виража: 60,0 - вне допустимого диапазона значений (20 - 40)
Отгон односкатного профиля - ПК 7+57,693 - ПК 8+64,360 Соответствует ограничениям
Исходные параметры покрытия - ПК 8+64,360 - ПК 10+50,852 Соответствует ограничениям

Puc. 17

 После создания виражей для передачи изменённых уклонов на поперечники служит команда Поперечник/ Расчет уклонов/уширений на закруглениях =.

### ПАРАМЕТРЫ КОМАНДЫ ОБНОВЛЕНИЯ

<u>Смотри также</u> Параметры создания уширений на закруглениях подробно описаны в отдельном документе «Целевые линии и дорожные полосы».

Здесь рассмотрим только параметры обновления уклонов на участках виражей (рис. 18).

Обновить параметры	Проезжеи части и обочин
Уклоны	Создавать
Уширения	Не изменять
– Проезжая часть	
🖕 Уклоны	
Буферная зона отгона уклона, м	5,00
– Обочины	
– Уклоны	
Буферная зона при отгоне виража вращением, м	10,00
Буферная зона при отгоне ширины, м	20,00

Puc. 18

1. Буферная зона отгона уклона по проезжей части. По умолчанию она составляет 5 м. Это значит, что на данном удалении от границы устройства виража будут автоматически добавлены точки с уклонами согласно исходным параметрам проезжей части.

Такие точки создаются не всегда, а только в тех случаях, когда значения уклонов проезжей части отличаются между собой в сетке Параметры проезжей части и на интервалах ИПП в графе Интервалы конструкции виража.

Например, слева на заданном удалении (5 м) от участка виража дополнительная точка создана с уклоном «-20» промилле (как в исходных параметрах проезжей части), поскольку для интервала ИПП слева от виража задан уклон «-15» и именно к этому значению выполняется отгон внешней полосы на вираже (рис. 19).

Уклон в конце интервала ИПП					
		B=0, 55			
i=-15	i=-60		i=-60	i=-20	i=-20
b=3	b=3		b=3	b=3	b=3
i=15	i=60		i=60	i=20	i=-20
b=2	, b=2		b=2	b=2	b=2
н по основным					
м проезжей части					
				-	
	Уклон в конце интервала ИПП i=-15 b=3 i=15 b=2 н по основным м проезжей части	Уклон в конце интервала ИПП i=-15 i=-60 b=3 b=3 i=15 i=60 b=2 b=2 он по основным м проезжей части	Уклон в конце интервала ИПП <i>B=0,55</i> i=-15 i=-60 b=3 i=15 b=2 н по основным м проезжей части	Уклон в конце интервала ИПП	Уклон в конце интервала ИПП <i>B=0,55</i> <i>i=-15</i> <i>i=-60</i> <i>i=-60</i> <i>i=-20</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=3</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i> <i>b=2</i>

Рис. 19. Создание буферной зоны при обновлении проезжей части

На этом же примере справа от виража дополнительная точка не создана, т.к. уклоны покрытия в параметрах проезжей части и для ИПП справа от виража одинаковые «-20» (рис. 20).

2. **Буферные зоны отгона уклонов по обочине**: от значения уклона обочины на интервале без виража до значения уклона на проезжей части на участке устройства виража.

Отдельно настраиваются длины буферных зон для различных способов отгона виража: вращением и отгоном ширины (рис. 19).

2.1.Устройство буферных зон <u>с внешней стороны</u> закругления при <u>двускатном профиле</u> на исходном (до виража) поперечнике показано на примере укреплённой обочины (рис. 20).



Рис. 20. Создание буферных зон на внешней обочине при различных способах отгона виража: вращением (вверху) и отгоном ширины (внизу)

Отгон вращением (рис. 21 вверху):

- по границе виража создаются точки **A**, в которых уклон равен уклону покрытия (i=Δ0);
- дополнительные точки Б создаются на удалении, равном длине буферной зоны, в них уклон обочины определяется из сетки Параметры обочины слева/справа.

Отгон ширины (рис. 21 внизу):

- на заданном удалении (20 м) от границы интервалов ОВП к центру виража создаются точки А, в которых уклон принимается равным уклону покрытия (i=∆0);
- дополнительные точки Б создаются по границе интервалов ОВП в них уклон обочины определяется из сетки Параметры обочины слева/справа.
- 2.2. При <u>односкатном профиле</u> исходного поперечника на <u>внешней обочине закругления</u> точки **А** создаются в начале интервалов ООП (способ отгона виража вращение) или на заданном удалении от границ интервала ВИР к центру виража (способ отгона виража отгон ширины).
- 2.3.Для обочины с внутренней стороны закругления создание буферных зон имеет несколько характерных моментов:
- если уклон обочины отрицательный и его абсолютное значение больше уклона полного виража, то буферная зона не создаётся – уклон обочины на протяжении виража равен исходному уклону;

- если уклон обочины отрицательный и его абсолютное значение меньше уклона полного виража, но больше исходного (до виража) уклона покрытия, то буферная зона создаётся от точки начала виража до точки, в которой уклон на вираже равен исходному уклону обочины.
- если уклон обочины отрицательный и его абсолютное значение меньше исходного (до виража) уклона покрытия или обочина создана с обратным уклоном, то буферная зона создаётся от точки начала виража на заданное удаление во внешнюю сторону виража.

### ОТГОН ВИРАЖА НА СМЕЖНЫХ КРИВЫХ

Как видно из сказанного выше, при расчёте виражей программа отгоняет уклоны покрытия на вираже к уклонам ИПП, а при обновлении – к уклонам, которые заданы в графах параметров проезжей части (если они отличаются от уклонов ИПП) и к исходным (до виража) уклонам обочин.

Поэтому, если после разбивки виражей меняются параметры смежных ИПП, то сразу уточняется конструкция виража (без принудительного перерасчёта).

Например, если тип покрытия ИПП изменить на односкатный – удаляться интервалы ОВП, а если при этом уклоны ИПП задать равными уклонам смежных виражей, то удаляться и интервалы ООП (рис. 21).



Рис. 21. ИПП с односкатным профилем между виражами на обратных кривых

Такое редактирование выполняется в окне параметров – кнопка Параметры интервала 🖾 (рис. 22).

📕 Графа сетки		
Проект сетки	Виражи	
Графа	Интервалы конструкции виража	
— Созданный интервал		
Выбор по фильтру	Исходные параметры покрытия	
Выбор интервала	ПК 2+83,695 - ПК 4+65,478	
Начало интервала	ΠK 2 + 83,69 0	
Конец интервала	ΠK 4 + 65,48 0	
Длина интервала, м	181,78	
Исходные параметры покрытия		
Признак корректности интервала	Корректный	
Уклоны при обновлении дорожного полотна	Возвращать к исходным 📃 💌	
В начале интервала	Возвращать к исходным	
Тип поперечного профиля	Сохранять	
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	3,50	
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	3,50	
Уклон конструктивных полос, о/оо	-60,0	
📕 В конце интервала		
Тип поперечного профиля	Односкатный	
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	3,50	
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	3,50	
Уклон конструктивных полос, о/оо	60,0	

#### Рис. 22. Настройка параметров ИПП

На заметку Удобство выбора интервалов повышается использованием фильтра: настройка Выбор по фильтру = Исходные параметры покрытия.

На коротких ИПП между виражами надо исключить отгон к исходным уклонам при обновлении, т.е. исключить создание дополнительных точек в буферных зонах.

Для этого после редактирования ИПП применяется настройка параметра Уклоны при обновлении дорожного полотна = Сохранять (рис. 22).

Если оставить настройку Уклоны при обновлении дорожного полотна =Возвращать к исходным, то между виражами будет восстановлен двускатный профиль покрытия с исходными уклонами и исходные уклоны обочин (до виражей).

# ПРИМЕРЫ СОЗДАНИЯ ВИРАЖЕЙ

**Пример 1**. Два смежных закругления с изменением направления кривизны располагаются в непосредственной близости друг от друга: прямая вставка равна нулю или имеет незначительную длину. В этом случае отгон должен устраиваться от точки посередине прямой вставки или от точки стыковки переходных кривых (R=∞). В этой точке поперечный уклон проезжей части и обочин равен нулю.

#### <u>Как это сделать</u>:

1. Задаем параметры проекта (кнопка Параметры проекта 🖻) и рассчитываем виражи (кнопка

**Создать интервалы по параметрам**. Рассчитать виражи можно только на участке двух смежных кривых – выбрать настройку в строке *Выбор способа создания* = **По участкам** и интерактивно выделить участок трассы по границам смежных закруглений.

**На заметку** Определяя границы участка для расчёта виражей, удобно использовать захват характерных точек в графах **Прямые и кривые плана** сетки Элементы плана или в графе **График кривизны** сетки Виражи или на плане.

Полученные в результате расчёта интервалы конструкции виражей показаны на рис. 23.



Рис. 23. Виражи на смежных обратных кривых – расчёт по параметрам

В данном примере отгоны виражей с заданным дополнительным уклоном **3‰** по расчету заняли всю длину переходных кривых и прямую вставку между ними, кроме **1** м, – это минимальная длина интервала с исходными параметрами покрытия (двускатный профиль с уклоном 20‰), который обязательно создаётся между виражами.

2. Исправляем параметры интервала ИПП между виражами (кнопка Параметры интервала ): вводим уклоны, равные нулю, в начале и в конце интервала (рис. 24).

Созданный интервал		
Выбор по фильтру	Исходные параметры покрытия	
Выбор интервала	ПК 3+33,333 - ПК 3+34,333	
Начало интервала	ΠK 3 + 33,33 0	
Конец интервала	ΠK 3 + 34,33 0	
Длина интервала, м	1,00	
– Исходные параметры покрытия	5.8	
Признак корректности интервала	Корректный	
Уклоны при обновлении дорожного полотна	Сохранять	
– В начале интервала		
Тип поперечного профиля	Односкатный	
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	3,50	
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	3,50	
Уклон конструктивных полос, о/оо	0,0	
– В конце интервала		
Тип поперечного профиля	Односкатный	
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	3,50	
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	3,50	
Уклон конструктивных полос, о/оо	0,0	

Рис. 24. Редактирование ИПП между виражами

**На заметку** Если интервал длиной 1 м не удается выбрать интерактивно, используйте переход по интервалам в поле строки Выбор интервала (рис. 24) и настройку Выбор по фильтру.

3. Чтобы изменённые параметры ИПП (нулевые уклоны) применились на поперечниках, выполняем настройку Уклоны при обновлении дорожного полотна = Сохранять (рис. 24).

4. После изменения исходных параметров смежные отгоны виража автоматически редактируются: отгоны внешней полосы удалены и увеличены длины отгонов односкатного профиля (рис. 25).



Рис. 25. Изменение конструкции виража после редактирования ИПП

В результате на интервалах ООП между полными виражами уменьшается дополнительный уклон наружной кромки покрытия, т.е. становится меньше заданного минимального значения. Поэтому смежные отгоны ООП стали некорректными (рис. 25).

5. Следует уменьшить длины отгонов, чтобы дополнительный уклон равнялся нормативному значению (минимум 3‰), за счёт увеличения длины полного виража. Для этого можно: отредактировать пикеты начала интервала отгона слева и конца интервала отгона справа (кнопка

(кнопка<sup>1</sup>).



Рис. 26. Редактирование длины ООП справа от ИПП

На этом расчёт и редактирование виражей на двух смежных закруглениях с изменением направления кривизны завершён, все нормативные требования выполнены. Теперь необходимо передать уклоны на виражах в сетки параметров дорожного полотна, поскольку именно по данным этих сеток создаются проектные поперечники.

6. Применяем команду Расчет уклонов/уширений на закруглениях —. В результате получаем поперечники на участке между виражами с нулевым уклоном дорожного полотна (рис. 27).



Рис. 27. Поперечник между виражами на обратных кривых после обновления

На участках отгонов поперечный уклон меняется от значения полного вираже до нуля и обратно до значения полного виража на смежной кривой.

Благодаря настройке для ИПП **Уклоны при обновлении дорожного полотна = Сохранять** (рис. 24) отредактированные уклоны ИПП при обновлении передаются на поперечники.

Пример 2. Два смежных закругления обращены в одну сторону и прямая вставка между ними равна нулю или имеет незначительную длину. В этом случае односкатный профиль устраивается непрерывным на протяжении двух кривых и прямой вставки между ними. Уклоны полных виражей назначаются в зависимости от значений минимальной кривизны на закруглениях. На прямой вставке уклон проезжей части равен уклону этих виражей, если они равны, или плавно отгоняется между виражами, если их уклоны не равны.

#### <u>Как это сделать</u>:

 Как и в первом примере, после расчёта виражей по параметрам на смежных кривых создаются два полных виража, интервалы отгонов и интервал с исходными (до виража) уклонами двускатного профиля между виражами (рис. 28).



Рис. 28. Виражи на смежных кривых (оба поворота влево) – расчёт по параметрам

**На заметку** Поскольку в нашем примере кривая справа – это биклотоида, то интервал полного виража на этом закруглении равен 1 м.

- Как и в первом примере, редактируем параметры ИПП между смежными виражами, задавая односкатный профиль с уклоном проезжей части – в данном случае уклон будет постоянным и равным 60‰ (рис. 29).
- 3. Для отредактированного ИПП настраиваем параметр Уклоны при обновлении дорожного полотна = Сохранять (рис. 29).

В результате интервалы отгонов (ОВП и ООП) между виражами удаляются, а интервал ИПП уве-

Исходные параметры покрытия	
Признак корректности интервала	Корректный
Уклоны при обновлении дорожного полотна	Сохранять
– В начале интервала	
Тип поперечного профиля	Односкатный
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	4,00
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	4,00
Уклон конструктивных полос, о/оо	60,0
– В конце интервала	
Тип поперечного профиля	Односкатный
Ширина конструктивной полосы слева от оси, м	4,00
Ширина конструктивной полосы справа от оси, м	4,00
Уклон конструктивных полос, о/оо	60,0

Рис. 29. Параметры ИПП после редактирования

личивается на длину удаленных отгонов (рис. 30).



Рис. 30. Графа после редактирования ИПП между виражами

На этом работа с графой Интервалы конструкции виража завершена.

- 4. Передаём полученные уклоны на проектный поперечник применяем команду Расчет уклонов/уширений на закруглениях .
- 5. Просматривая поперечники между виражами, убеждаемся, что на всём участке дорожное полотно имеет односкатный уклон **60‰** (рис. 31).



Рис. 31. Поперечники с односкатным профилем на участке между виражами

6. Обратите внимание на настройки параметров подстилающего слоя (ПС) в графе Дорожная одежда проезжей части.

Для участка между виражами можно выбрать вариант определения уклона Относительный (рис. 32).

При такой настройке уклон по низу ПС всегда будет равен уклону покрытия (если дополнительный уклон = 0) или отличаться на величину доп. уклона.

Подстилающий слой			
Min толщина, м	0,50		
Вариант определения уклона	Этносительный	-	
Материал	Абсолютный	18235	
Дополнительный уклон на виражах,	Относительный		

Рис. 32. Настройки уклона ПС

Для данного примера дополнительный уклон задан **нулевым**, поэтому уклон по низу ПС равен уклону покрытия **60**‰ (рис. 32).

Пример 3. Интервалы виражей выходят за границы трассы (рис. 33).

Это происходит в тех случаях, когда трасса начинается (заканчивается) на закруглениях или когда длины переходной кривой (переходной кривой и прямолинейного участка) не хватает для отгона виражей с заданным дополнительным уклоном наружной кромки.

Дальнейшее редактирование таких участков зависит от задачи, стоящей перед пользователем.

- 1. Если требуется в начале (конце) трассы получить поперечник с исходными параметрами, то следует:
- уменьшить длину отгонов виража, передвигая их границы (кнопка <sup>11</sup>) или увеличивая дополнительный уклон наружной кромки (кнопка <sup>11</sup>), можно также уменьшать и длину полного виража (кнопка <sup>11</sup>);
- после изменения границ интервалов выполнить обновление параметров Расчет уклонов/уширений на закруглениях <sup>2</sup>

**На заметку** Чтобы обновление обочин выполнялось в полном объёме, перед виражом в начале трассы или после виража в конце трассы должен быть создан интервал <u>ИПП в пределах трассы</u> (мин. длина интервала *Iм*).

- 2. Если требуется в начале (конце) трассы получить поперечник с уклонами виража, то следует:
- Во-первых, выполнить обновление параметров дорожного полотна Расчет уклонов/уширений на закруглениях

В таких случаях уклоны в граничных точках трассы принимаются следующим образом:

- для проезжей части по уклону на интервалах виража;
- для обочин с абсолютными значениями уклонов по данным сеток Параметры обочины слева/ справа (рис. 33).



Рис. 33. Пример виража с выходом интервала отгона за границу трассы

- Во-вторых, изменить уклоны обочин, скорректировав их значения в сетках параметров обочин.

**ВНИМАНИЕ !** Напомним еще раз, что после корректировки данных в сетках параметров дорожного полотна, для сохранения результатов, автоматическое обновление при помощи команды **Расчет** уклонов/уширений на закруглениях выполнять нельзя!